



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PESCA

RAYSSA BENTO DOS SANTOS

**POLUIÇÃO AQUÁTICA: IMPACTOS E SOLUÇÕES PARA OS ANIMAIS
MARINHOS**

FORTALEZA

2023

RAYSSA BENTO DOS SANTOS

POLUIÇÃO AQUÁTICA: IMPACTOS E SOLUÇÕES PARA OS ANIMAIS MARINHOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Reynaldo Amorim Marinho.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S238p Santos, Rayssa Bento dos.

Poluição aquática : impactos e soluções para os animais marinhos / Rayssa Bento dos Santos. – 2023.

31 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Reynaldo Amorim Marinho..

1. Poluição aquática. 2. Ambiente marinho. 3. Animais marinhos. 4. Soluções. I. Título.

CDD 639.2

RAYSSA BENTO DOS SANTOS

POLUIÇÃO AQUÁTICA: IMPACTOS E SOLUÇÕES PARA OS ANIMAIS MARINHOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Pesca.

Aprovado em / /

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Reynaldo Amorim Marinho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Bartolomeu Warlene Silva de Souza
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Francisca Gleire Rodrigues de Menezes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida e saúde, por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

A minha mãe, pelo amor, incentivo e apoio.

A toda minha família, por toda compreensão e oração e em especial ao meu avô (*in memoriam*).

Ao meu orientador, Reynaldo pelo suporte em conduzir tão bem o trabalho mesmo em um período muito curto.

Ao professor Bartolomeu, por ter aceitado gentilmente fazer parte da banca.

A professora Gleire, pela amizade e profissionalismo e por suas palavras de motivação.

Aos meus amigos, pelo companheirismo e por entender os inúmeros momentos de ansiedade e estresse.

A todos os meus colegas de Graduação, Joana, Clara, Gabrieli, Ian, Andrade, Heloisa, Katharynna, Matheus e Lívia.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, que torceram e oraram por mim. Sou muito grata a todos vocês.

H.O'O.M.A.U

É a habilidade de continuar em frente com determinação, não importa quais os obstáculos; é continuar sem nunca desistir.

RESUMO

O presente trabalho levou em consideração explorar os impactos da poluição aquática sobre os animais marinhos, destacando as consequências negativas dessa problemática global. A contaminação química proveniente de atividades humanas, juntamente com a presença generalizada de resíduos plásticos nos oceanos, tem gerado efeitos adversos significativos na saúde e na biodiversidade dos ecossistemas marinhos. A análise detalhada desses impactos serve como base para a proposta de soluções efetivas. Este trabalho buscou examinar e recomendar estratégias que abordem a origem e os efeitos desses poluentes, incluindo a implementação de práticas sustentáveis, o tratamento adequado de efluentes industriais, a redução do uso de plásticos descartáveis e a necessidade de legislação ambiental mais abrangente. Além disso, destaca-se a importância da conscientização pública como um componente crucial para promover mudanças de comportamento e hábitos que contribuam para a preservação dos ecossistemas marinhos. Este trabalho não apenas analisou os problemas existentes, mas também procurou oferecer contribuições tangíveis para a busca de soluções que garantam a saúde dos oceanos e a sustentabilidade a longo prazo dos ambientes marinhos para as futuras gerações.

Palavras-chave: poluição aquática; ambiente marinho; animais marinhos; soluções.

ABSTRACT

His study explored the impacts of aquatic pollution on marine animals, highlighting the negative consequences of this global problem. Chemical contamination from human activities, together with the widespread presence of plastic waste in the oceans, has generated significant adverse effects on the health and biodiversity of marine ecosystems. A detailed analysis of these impacts serves as a basis for proposing effective solutions. This paper seeks to examine and recommend strategies that address the origin and effects of these pollutants, including the implementation of sustainable practices, the proper treatment of industrial effluents, the reduction in the use of single-use plastics and the need for more comprehensive environmental legislation. In addition, the importance of public awareness is highlighted as a crucial component in promoting changes in behavior and habits that contribute to the preservation of marine ecosystems. This work not only analyzes existing problems, but also seeks to offer tangible contributions to the search for solutions that guarantee the health of the oceans and the long-term sustainability of marine environments for future generations.

Keywords: water pollution; marine environment; marine animals; solutions.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Microplástico primário fibras coletadas em águas superficiais.....	18
Figura 2 - Microplástico secundário fibras coletadas em águas superficiais...	19
Figura 3 – Ciclo da pesca fantasma a partir do abandono.....	22
Figura 4 – Animais marinhos feridos, aprisionados, afogados.....	23

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Grupos de organismos marinhos afetados pela pesca fantasma no mundo observados em artigos analisados nas plataformas de busca.....	23
Gráfico 2- Resultados obtidos em artigos analisados.....	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 METODOLOGIA.....	14
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1 Contaminação química.....	15
3.2 Plásticos no oceano.....	16
3.3 Pesca fantasma.....	20
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
5 REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

A definição formal de poluição é essencial na criação de regulamentos e no desenvolvimento de trabalhos preventivos e corretivos de suas consequências. No Brasil, a qualidade das águas é regida por Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA Resoluções nº357 de 17/03/2005 e 430 de 13/05/2011). Nessas resoluções estão estabelecidos os padrões mínimos de qualidade para as águas continentais, costeiras e marinhas, que são definidos em classes.

Segundo Voivodic *et al.*, (2003), os ambientes marinho e costeiro do Brasil vêm sofrendo nos últimos anos um considerável processo de degradação ambiental, gerado pela crescente pressão sobre os recursos naturais marinhos e continentais e pela capacidade limitada desses ecossistemas absorverem os impactos resultantes. A introdução de nutrientes, alteração ou destruição de habitats, alterações na sedimentação, superexploração de recursos pesqueiros, poluição industrial, principalmente de poluentes persistentes, e a introdução de espécies exóticas, constituem-se nos maiores impactos ambientais na Zona Costeira Brasileira.

Um dos principais problemas enfrentados pelo Brasil, no que diz respeito à preservação de seus recursos hídricos, é a poluição por efluentes domésticos e industriais (BARLETTA *et al.*, 2012). Quanto aos efluentes domésticos, estes podem causar graves danos ambientais, incluindo a contaminação da água, a proliferação de doenças e a mortandade de organismos aquáticos. Já, os efluentes industriais, estes poluem as águas com metais pesados, como o cádmio, o zinco e o mercúrio. Estes metais possuem caráter acumulativo, deste modo, são observadas altas concentrações nos diversos ambientes aquáticos, por meio de partículas de plástico, que atualmente são os novos vetores de transferência de metais com implicações negativas para a ciclagem de materiais (MUNIER; BENDELL 2018).

Os efeitos da poluição marinha por microplásticos também causa preocupação devido à questão de segurança alimentar (CARBERY; O'CONNOR; PALANISAMI, 2018). Quando ingeridos por animais marinhos, os microplásticos podem causar danos físicos e serem transmitidos ao longo da teia trófica, podendo chegar até os seres humanos (MACHADO *et al.*, 2018). A poluição por microplásticos

também altera as condições do solo, o que pode impactar a saúde da fauna e aumentar a probabilidade de vazamentos de substâncias químicas nocivas no solo. A poluição por plástico mata a vida selvagem, danifica os ecossistemas e contribui para as mudanças climáticas, tendo como consequências o aquecimento e a acidificação dos oceanos (FAGUNDES; MISSIO, 2019).

Outro impacto causado nos ambientes marinhos é a captura involuntária de animais por meio da pesca fantasma, que ocorre quando o animal fica preso no aparelho de pesca que foi acidentalmente perdido, abandonado ou deliberadamente descartado na água (LINK; SEGAL; CASARINI, 2019). Estes materiais de pesca ferem, mutilam e chegam até a matar centenas de animais marinhos, seja estes vertebrados (elasmobrânquios, teleósteos, mamíferos) ou invertebrados (crustáceos e moluscos), causando assim, relevantes prejuízos econômicos, sociais e ambientais (MERINO, 2022). Portanto, a retirada desse material do ambiente marinho representa uma importante ação para minimizar seus impactos globais (GILMAN *et al.*, 2022).

As atividades humanas têm levado a mudanças nos ecossistemas e concomitante perda de biodiversidade em muitas regiões. Modelos de estudo estabelecem que o aumento na concentração de gases estufa resultará em mudanças na temperatura diárias, sazonais, interanuais e ao longo de décadas (IPCC, 2002).

O objetivo geral deste trabalho foi descrever os principais impactos antropogênicos causados aos animais marinhos e suas consequências e, identificar as soluções para resolver esses problemas ambientais, que tanto impactam a saúde do planeta.

2 METODOLOGIA

Com a finalidade de sanar os questionamentos envolvidos na temática de “Poluição aquática: impactos e soluções para os animais marinhos”. O seguinte trabalho de pesquisa é majoritariamente exploratório, descritivo e qualitativo, cujo objetivo foi realizar uma revisão bibliográfica. Para a pesquisa, foram coletadas informações por meio de estudos relacionados ao assunto. Os critérios de seleção foram por meio de palavras-chaves relevantes pesquisados em artigos científicos, teses e dissertações disponíveis na internet, para isso, as ferramentas utilizadas foram a base de dados *Science Direct*, o banco de dados *online* da Biblioteca Virtual da Universidade Federal do Ceará (UFC), Scielo e o uso do *Google Scholar*. O período de busca foi do dia 01 de março ao dia 06 de novembro de 2023 coletando o máximo de informações, o resultado foi a identificação de um total de 66 artigos, predominando especialmente aqueles de natureza científica em língua inglesa. Para uma pesquisa assertiva foram utilizadas palavras-chaves como: poluição aquática (*water pollution*), ambiente marinho (*marine environment*) e animais marinhos (*marine animals*). Os artigos em duplicata foram excluídos da revisão.

Como forma de estruturar as informações foram realizadas algumas etapas:

1. Pesquisa geral
2. Leitura exploratória
3. Leitura seletiva
4. Organização das informações
5. Inclusão e redação do trabalho

3 REVISÃO DE LITERATURA

Essa revisão literária que se divide em 4 capítulos almeja fornecer uma visão abrangente das complexidades associadas à poluição aquática, destacando os desafios persistentes e as abordagens promissoras para preservar a biodiversidade marinha e salvaguardar os serviços ecossistêmicos essenciais fornecidos pelos oceanos.

3.1 Contaminação química

O crescimento econômico e a modernização que levam à utilização de novas tecnologias de pesca também contribuem para o maior descarte de resíduos nos oceanos. Fontes de poluição, desde o lixo plástico a hidrocarbonetos aromáticos policíclicos entram nos oceanos a partir de fontes industriais e resultam em alterações persistentes das cadeias alimentares marinhas. Fontes pontuais de poluição podem ser especialmente acentuadas, como o caso do derramamento de óleo no Alasca pelo navio da Exxon Valdez, em 1989, todavia, a contaminação por hidrocarbonetos persistentes ainda continuava a afetar a cadeia alimentar do Alasca após 19 anos do acidente. Fontes de poluição não-pontuais, como a liberação do excesso de nitrogênio de campos de agricultura para ambientes aquáticos, pode resultar em eutrofização de estuários próximos. Cento e cinquenta zonas mortas são registradas atualmente nos oceanos do mundo devido ao efeito-cascata da poluição por nitrogênio (CLAUSEN, R.; YORK, R., 2007).

Kennish em 1997, alertava que na biota marinha, a bioacumulação de metais ocorre por várias vias, mas principalmente por meio da ingestão de alimento e material particulado suspenso contendo metais, da aquisição de metais diretamente de sedimentos de fundo e da remoção de metais em solução. Devido à tendência de bioacumulação, alta toxicidade e extrema persistência dos metais, eles estão entre os contaminantes mais intensamente estudados nos ambientes estuarino e marinho em numerosas pesquisas ecotoxicológicas.

Atualmente muitas espécies de mamíferos aquáticos têm sido expostas a compostos químicos e elementos-traço introduzidos nos sistemas aquáticos por atividades humanas. Como consumidores de topo de cadeia trófica e de vida longa, estão sujeitos aos efeitos da biomagnificação e representam bons indicadores do nível de metais presente nos ambientes (ROCHA-CAMPOS, 2002; DORNELES *et al.*, 2007).

A maioria dos contaminantes foi incorporada nos mamíferos aquáticos durante os últimos 50 anos, e com a expansão da industrialização mundial a contaminação antrópica aumentara em quantidade e complexidade (O'SHEA *et al.*, 1999). Geralmente, populações costeiras tendem a apresentar níveis mais elevados de contaminantes do que populações oceânicas. Da mesma forma, as espécies ou os indivíduos que se alimentam próximo ao sedimento de fundo estão expostas a diferentes tipos e concentrações de contaminantes em relação às espécies que se alimentam em regiões mais pelágicas (O'SHEA *et al.*, 1999, ROCHA-CAMPOS, 2002).

No Brasil, diversos elementos-traço e metais foram encontrados no fígado de várias espécies de mamíferos (KUNITO *et al.*, 2004). As mesmas espécies também apresentam níveis altos de organoclorados persistentes na gordura, principalmente de DDTs e PCBs são compostos químicos que foram amplamente utilizados no passado, mas que hoje são conhecidos por seus impactos ambientais negativos e riscos à saúde, demonstrando o alto grau de industrialização no Brasil (KAJIWARA *et al.*, 2004).

3.2 Plásticos no oceano

O oceano e seus recursos sempre foram objeto de estudos e, principalmente, como fonte de sobrevivência para as populações em todo o globo, mas algumas perspectivas estão mudando para atender à constante mudança de hábitos da sociedade. Ao considerar essas mudanças no comportamento social, rejeitos na forma de lixo ou até detritos plásticos que foram jogados nos ecossistemas marinhos consolidaram um apelo constante à pesquisa. Sabe-se que a produção de

plástico aumentou devido à conveniência e ao seu multiuso. Concomitantemente, a quantidade de detritos provenientes deste tipo de material aumentou exponencialmente, assim como seu efeito nocivo à vida marinha (ERIKSEN *et al.*; 2014; SAAVEDRA *et al.*, 2019).

A presença de pequenos detritos de plásticos foi relatada pela primeira vez na literatura científica no início da década de 1970, no ambiente marinho (BARBOZA, *et al.*, 2015). Os resíduos plásticos maiores quando expostos no meio ambiente vão sofrendo sucessivas fragmentações e geram detritos de plásticos cada vez menores (THOMPSON, *et al.*, 2004).

A produção de plástico está aumentando a uma taxa exponencial desde o início de 1950 e um relatório sugeriu que a fabricação global deste material alcançou 335 milhões de toneladas em 2016 e deve chegar a 600 milhões em 2025 (JAMBECK *et al.*, 2015). De acordo com Geyer *et al.* (2017) só em 2015, foram produzidos 6,3 milhões de toneladas métricas de resíduos plásticos, dos quais 79% foram acumulados em aterros sanitários ou no ambiente natural.

As projeções atuais acerca da produção de plásticos e seus derivados, bem como o gerenciamento de resíduos gerados estimam que cerca de 12 milhões de toneladas métricas de resíduos plásticos estarão em aterros sanitários ou no ambiente natural até 2050 (GEYER *et al.*, 2017). À medida que cresce a produção, aumenta também a preocupação com o descarte adequado do lixo plástico. A principal fonte de poluição marinha é a acumulação de plástico e detritos os quais são relatados como poluentes importantes nos ambientes marinho e de água doce (THOMPSON *et al.*, 2004; COLE *et al.*, 2011; RUZ *et al.*, 2012).

Todos os anos, grandes quantidades de detritos plásticos entram no oceano, onde lentamente se fragmentam e se acumulam em áreas de convergência. Essas partículas minúsculas recebem o nome de microplástico (GALLOWAY *et al.*, 2017). Alguns microplásticos são produzidos por processos industriais, enquanto outros se originam do rompimento de itens maiores por meio de ligas UV e abrasão física. O termo 'microplástico' surgiu em 2004 e pode ser usado para descrever frações de plástico registradas. Contudo, ainda não há um conceito definitivo e universalmente aceito - inclusive que englobe com precisão todos os critérios que poderiam descrever o que é microplástico (FRIAS *et al.*, 2019).

A presença de microplásticos é documentada em todo o mundo em amostras de colunas de água e sedimentos, e sua presença também foi relatada em diferentes taxas, incluindo espécies planctônicas, invertebrados, peixes e cetáceos (BESSA *et al.*, 2018). O potencial impacto da liberação de compostos tóxicos e bioacumuláveis persistentes (PBTs) de detritos plásticos implica custos econômicos para cidades costeiras (PINTO *et al.*, 2022), entendendo-se que o gerenciamento aprimorado de resíduos é a chave para impedir a entrada de plástico e outros tipos de lixo no oceano.

Os microplásticos presentes no meio ambiente recebem dois tipos de classificações de acordo com a origem do material: microplástico primário e microplástico secundário. O microplástico primário (figura 1), é aquele que já foi produzido em tamanho microscópico para compor a formulação de determinados produtos, denominado pela indústria como “pellet” e o microplástico secundário (figura 2), é aquele resultante da fragmentação de artefatos de plásticos maiores descartados no meio ambiente, que tanto pode ocorrer no ambiente aquático ou terrestre (COLE *et al.*, 2011; ARTHUR *et al.*, 2008; KERSHAW *et al.*, 2015).

Figura 1. Microplástico primário fibras coletadas em águas superficiais.



Fonte: Olivatto *et al.*, 2017 com modificações

Figura 2. Microplástico secundário fibras coletadas em águas superficiais



Fonte: Olivatto et al., 2017 com modificações

No ambiente marinho, sabe-se que a distribuição dos microplásticos é influenciada por diversos fatores, sendo o mais preponderante a proximidade das fontes poluidoras (ANDRADY, 2011; COLE *et al.*, 2011). No entanto, dirigidos por ventos, correntes oceânicas e turbulência causada pelo tráfego de embarcações, esses resíduos, de baixa densidade, podem ser transportados para longas distâncias e atingir até áreas remotas, distantes de possíveis ações antrópicas (KAISER, 2010). A acumulação de resíduos plásticos em determinadas regiões no oceano é influenciada por "giros" que ocorrem em uma latitude subtropical nas principais aglomerações de correntes ao longo dos oceanos, sendo o giro do Pacífico o mais noticiado na mídia nos últimos anos (ZALASIEWICZ, *et al.*, 2016).

Os detritos de plásticos e microplásticos têm sido observados também na interação com a biota marinha, comumente confundidos por alimentos, esses organismos ingerem esses resíduos que são encontrados nas análises de seus conteúdos estomacais (COLE *et al.*, 2011; DRIS *et al.*, 2016; KERSHAW *et al.*, 2015; BROWNE *et al.*, 2013; IÑIGUEZ *et al.*, 2017). Dessa forma, alimentos como frutos do mar e o sal já foram investigados sobre a contaminação por microplásticos e

apresentaram resultados positivos (BOERGER *et al.*, 2010; BOUWMEESTER *et al.*, 2015; KOSUTH *et al.*, 2018; EERKES-MEDRANO *et al.*, 2015).

Considerando que a atividade econômica no oceano também é caracterizada por uma variedade complexa de riscos que precisam ser abordados. Isso inclui a saúde do oceano, a exploração excessiva de recursos costeiros e marinhos, a poluição, o aumento do nível e da temperatura do mar, a acidificação dos oceanos e a perda de biodiversidade (PAULI, 2010; SPALDING, 2016; BARI, 2017). O efeito de microplásticos sobre setores importantes da economia pode ser visto, além de influenciar o tecido social e de subsistência das pessoas envolvidas.

3.3 Pesca fantasma

A cada ano, o volume de materiais deixados nos oceanos decorrentes da atividade pesqueira chega a atingir 640 mil toneladas (WSPA, 2018). Esses materiais ferem, mutilam e chegam até a matar centenas de milhares de baleias, focas, tartarugas marinhas e pássaros no mundo. Além do impacto direto nas populações de peixes, incluindo aquelas de interesse econômico, causam prejuízos econômicos e ambientais (CASARINI *et al.*, 2011).

A captura involuntária dos organismos ocorre como pesca acumulada ou cíclica. Os organismos que ficam presos nos petrechos de pesca abandonados atraem outras espécies e estas também acabam ficando emaranhadas nas artes de pesca (LINK, 2017). Muitas vezes, esse processo é influenciado por organismos detritívoros, uma vez que eles também são atraídos. Assim, promovem um incremento na liberação de odores durante sua alimentação, atraindo outros animais. Além disso, existe a possibilidade de serem capturados pelas artes de pesca e servirem como iscas contínuas (GILMAN *et al.*, 2013).

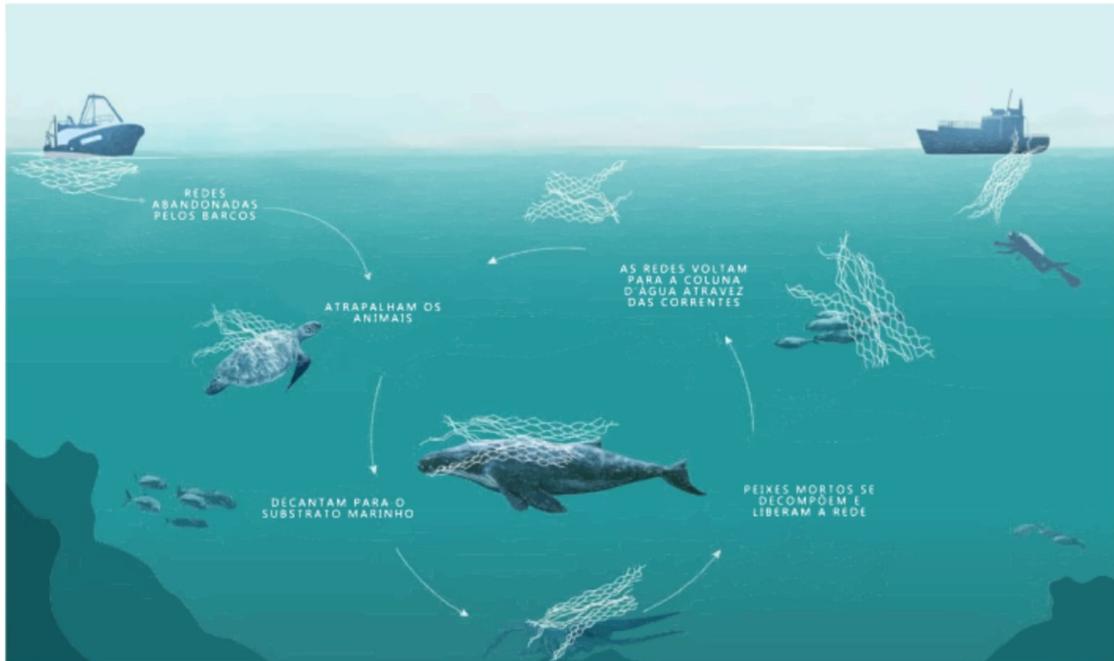
De acordo com Macfadyen *et al.* (2009), cerca de 10% das artes de pesca são perdidas durante as operações de pesca, de forma que os Aparelhos de pesca perdidos, abandonados ou descartados (APPADs). São uma ocorrência inevitável onde quer que a pesca ocorra. Desde a década de 1980 a pesca fantasma é reconhecida como um problema global e uma séria ameaça aos ecossistemas

marinhos e costeiros. Na verdade, desde o final dos anos 1940, a tecnologia pesqueira passou por mudanças importantes com relação ao formato, desenho e material de construção dos aparelhos de pesca. Neste período, apetrechos como redes, potes e covos mudaram de fios multifilamentosos biodegradáveis para fios monofilamentosos de polímeros derivados do petróleo, a fim de aumentar sua resistência e durabilidade (FAO, 1995; GAMBA, 1994; STELFOX *et al.*, 2016; HENNOEN, 2016).

É importante destacar que mesmo não estando mais sob o controle humano, os APPADs geram grandes prejuízos ecológicos e socioeconômicos, visto que diminuem a biomassa ecossistêmica a partir da mortalidade por pesca, sem gerar qualquer resultado positivo para a atividade pesqueira (DAYTON *et al.*, 1995). Estes resíduos podem impactar, diretamente, tanto vertebrados (elasmobrânquios, teleósteos, aves, mamíferos e répteis) quanto invertebrados marinhos (crustáceos e moluscos), que podem ser alvos da pesca ou compõem a fauna acompanhante da atividade (ADELIR-ALVES, 2016; STELFOX *et al.*, 2016). Os APPADs são comuns a todos os tipos de pesca, e frequentemente encontrados no mar são compostos por redes, linhas, anzóis, armadilhas, cabos, flutuadores de plástico, seguimentos de espinhel *longline*. Além de atuarem efetivamente na pesca.

Os impactos gerados por APPADs alcançam as três vertentes do desenvolvimento sustentável: social, econômica e ambiental. Do ponto de vista econômico, além do prejuízo resultante da perda do aparelho de pesca e do tempo em que a embarcação fica impedida de pescar, em razão da necessidade de sua substituição, eles reduzem a produtividade da pesca comercial, por competirem diretamente com os aparelhos de pesca em operação, reduzindo os estoques explorados (SHEAVLY & REGISTER, 2007), apesar da captura resultante da pesca fantasma ser relativamente baixa quando comparada com os esforços da pesca comercial (BROWN *et al.*, 2005; CRIDDLE *et al.*, 2009) (figura 3).

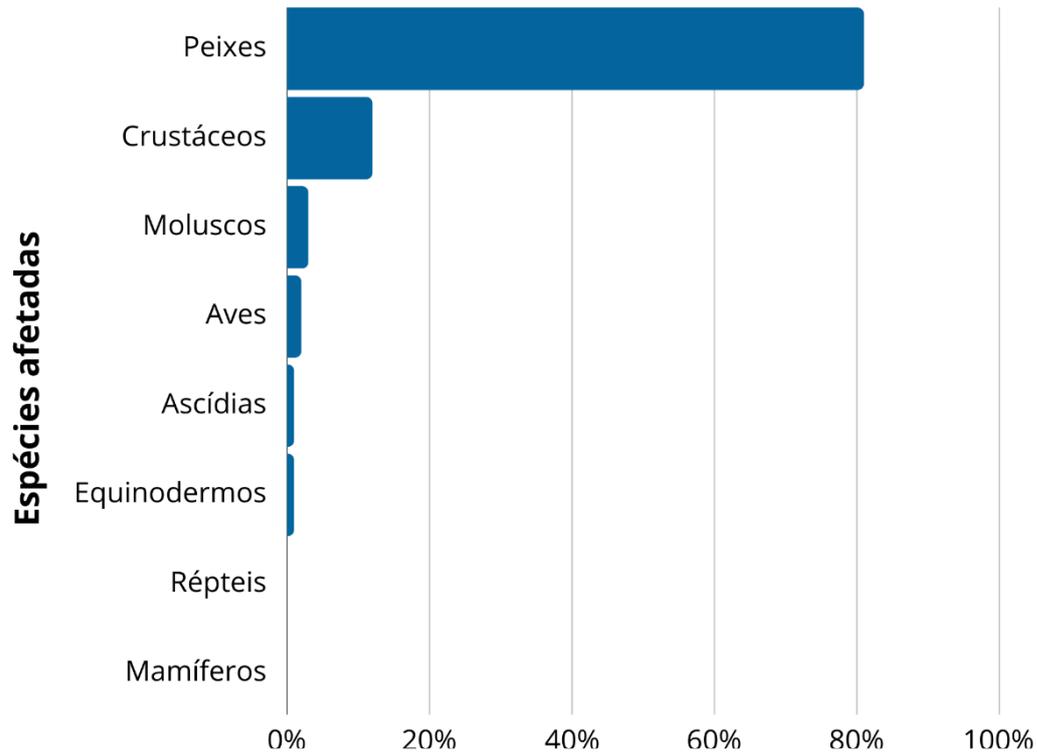
Figura 3. Ciclo da pesca fantasma a partir do abandono, perda ou descarte dos aparelhos de pesca.



Fonte: Ghost Diving Global Mission

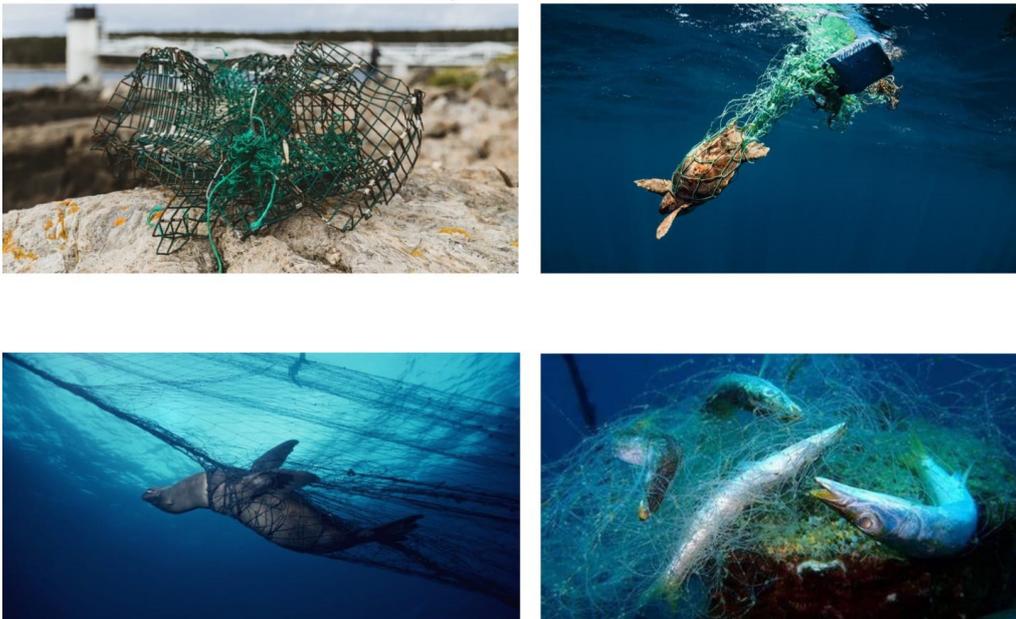
Do ponto de vista ambiental, além de agravarem a poluição por macro e micro plástico a pesca fantasma causa a mortalidade ou lesões graves na fauna marinha, redução de abundância das populações residentes e de espécies migratórias pouco resilientes, disfunção na cadeia trófica, e destruição de estruturas rígidas de habitats como os recifes de corais ou de arenito e ainda substratos rochosos etc. Além de causarem a morte de uma grande variedade de organismos aquáticos, os APPADs podem ser letais (gráfico 1), também, para seres humanos, com inúmeros relatos já registrados de mortes de surfistas e mergulhadores por emaranhamento em aparelhos de pesca abandonados. É importante ressaltar que, na maioria dos casos, a pesca fantasma causa morte lenta e dolorida por afogamento ou fome, além de causar ferimentos, mutilações, infecções e lesões que interferem no comportamento, locomoção, e na capacidade dos animais evitarem predadores, representando uma extensa e crescente ameaça sobre a vida selvagem e sobre a atividade econômica costeira (GOLDBERG, 1995) (figura 4).

Gráfico 1. Grupos de organismos marinhos afetados pela pesca fantasma no mundo observados em artigos analisadas nas plataformas de busca.



Fonte: Autora, 2023

Figura 4. Animais marinhos feridos, aprisionados, afogados, mutilados e mortos por inanição, em consequência de APPADs.



Fonte: Banco de Imagens da Fundação Projeto Tamar

Esta distribuição de APPADs, bem como de outros resíduos poluentes em praias podem impactar significativamente animais que se utilizam desses habitats para diversas funções, como é o caso das tartarugas marinhas que utilizam da faixa de areia para construção de ninho e deposição de ovos. A presença de APPADs nessas áreas, portanto, podem resultar no aprisionamento da mãe e dos seus filhotes, ainda na areia, em fragmentos de redes ou outros resíduos, levando-os a morte por fadiga, desidratação ou predação (CLAEREBOUDT, 2004; MASCARENHAS *et al.*, 2008).

Ainda no que se refere às tartarugas marinhas, Santos *et al.* (2012), em estudo realizado, registraram 20 casos de pesca fantasma envolvendo tartarugas oliva (*Lepidochelys olivacea*), dos quais 90% foram reportados entre 2005 e 2011, período que foi correlacionado com o crescimento da atividade pesqueira.

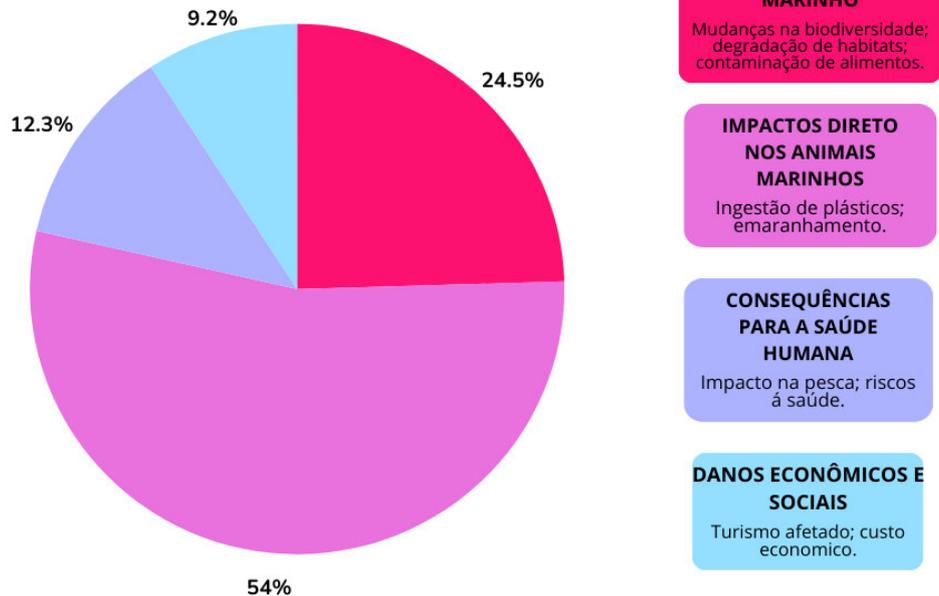
A Comissão de Pesca da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), em 2011, aprovou diretrizes internacionais sobre a gestão de capturas e redução de rejeitos. Essas diretrizes incluíram recomendações para que os estados membros identificassem, quantificassem e reduzissem os impactos da mortalidade da pesca fantasma, como um objetivo nos planos de manejo pesqueiro; a marcação dos petrechos de pesca, a notificação, recuperação dos petrechos perdidos; e um quadro regulamentar para lidar com os infratores (FAO, 2018).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa desenvolvida observou que é possível destacar a complexidade e a urgência associadas a essa problemática ambiental. A revisão dos impactos negativos da poluição nos ecossistemas marinhos evidenciou a amplitude dos desafios enfrentados pelos animais aquáticos, desde contaminações químicas até a ameaça constante representada pelos resíduos plásticos.

Os resultados obtidos ressaltam a necessidade premente de ações coordenadas em níveis local, nacional e global para enfrentar efetivamente a poluição aquática. As soluções propostas neste trabalho, como a implementação de práticas agrícolas sustentáveis, o tratamento eficaz de efluentes, a redução do uso de plásticos descartáveis e a promoção da conscientização pública, oferecem diretrizes tangíveis para mitigar os impactos negativos sobre os animais marinhos (gráfico 2).

Gráfico 2: Resultados obtidos em artigos analisados.



Fonte: Autora, 2023

Entretanto, é imperativo reconhecer que a eficácia dessas soluções dependerá da colaboração entre governos, setor privado e sociedade civil. Além disso, a implementação de legislação ambiental mais rigorosa e a fiscalização eficiente são cruciais para garantir a conformidade e a responsabilidade ambiental.

Este estudo ressalta ainda a importância de pesquisas contínuas e do monitoramento ambiental para avaliar a eficácia das medidas adotadas e identificar novas áreas de preocupação. A preservação dos ecossistemas marinhos e a proteção da vida marinha requerem um comprometimento coletivo em prol de práticas mais sustentáveis e de uma conscientização ambiental contínua.

Em última análise, a esperança reside na compreensão de que a adoção de medidas corretivas e preventivas pode reverter parte dos danos causados à saúde dos oceanos. Este trabalho aspira contribuir para a conscientização sobre a urgência dessas ações e inspirar esforços contínuos na busca por um equilíbrio ambiental que assegure a sobrevivência e prosperidade dos animais marinhos e, por conseguinte, do próprio planeta.

REFERÊNCIAS

ADELIR-ALVES, J. **Pesca fantasma em recifes rochosos no estado de Santa Catarina: causas, ocorrência e impactos (Graduate Program in Ecology of Tropical Aquatic Systems thesis)**. State University of Santa Cruz, Ilhéus, BA. 2016.

ANDRADY, A. L.; **Microplastics in the marine environment**. Marine Pollution Bulletin 2011, 62, 8

ARTHUR, C.; BAKER, J. E.; BAMFORD, H. A.; **Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris 2008**, September 9-11, University of Washington Tacoma, Tacoma, WA, USA

BARBOZA, L. G. A.; GIMENEZ, B. C. G. **Microplastics in the marine environment: current trends and future perspectives**. Marine Pollution Bulletin 2015, 97, 1.

BARI, A.; **Our Oceans and the Blue Economy: opportunities and challenges**. Procedia Engineering, v.194, p.5-11, 2017.

BARLETTA, M.; LUCENA, L.R.R.; COSTA, M.F; BARBOSA-CINTRA, S.C.T.; CYSNEIROS, F.J.A. **The interaction rainfall vs weight as determinant of total Mercury concentration in fish from a tropical estuary**. Environmental Pollution., v. 167, p. 1-6, 2012.

BESSA, F.; BARRÍA, P.; MAGALHÃES NETO, N.; FRIAS, P. G. L.; OTERO, V.; SOBRAL, P.; MARQUES, J. C.. **Occurrence of microplastics in commercial fish from a natural estuarine environment**. Marine Pollution Bulletin, v.128, p.575-584, 2018.

BOERGER, C. M., LATTIN, G. L., MOORE, S. L., MOORE, C. J. **Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre**. Marine Pollution Bulletin 2010, 60, 2275.

BOUWMEESTER, H.; HOLLMAN, P. C.; PETERS, R. J. **Potential health impact of environmentally released micro-and nanoplastics in the human food production chain: experiences from nanotoxicology.** Environmental Science & Technology 2015, 49, 15.

BROWN, J.; MACFADYEN, G.; HUNTINGTON, T.; MAGNUS, J. e TUMILTY, J. **Ghost Fishing by Lost Fishing Gear. Final Report to DG Fisheries and Maritime Affairs of the European Commission.** Fish/2004/20. Institute for European Environmental Policy / Poseidon Aquatic Resource Management Ltd joint report. 2005. 151 p.

BROWNE, M. A.; NIVEN, S. J.; GALLOWAY, T. S.; ROWLAND, S. J.; THOMPSON, R. C. **Microplastic moves pollutants and additives to worms, reducing functions linked to health and biodiversity.** Current Biology 2013, 23, 23.

CARBERRY, M.; O'CONNOR, W.; PALANISAMI, T. **Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web and implications for human health.** Environment International, v. 115, p. 400-409, 2018.

CASARINI, L. M. **Petrechos de pesca perdidos no mar.** O Biólogo, São Paulo, ano 5, n. 17, p. 21-23, 2011.

COLE, M., LINDEQUE, P., HALSBAND, C., GALLOWAY, T. S. **Microplastics as contaminants in the marine environment: a review.** Marine Pollution Bulletin 2011, 62, 12

CLAEREBOUT, M. R. **Shore litter along sandy beaches of the Gulf of Oman.** Marine Pollution Bulletin 49, 770-777, 2004

CLAUSEN, R. & YORK, R. 2007. **Economic growth and marine biodiversity: influence of human social structure on decline of marine trophic levels.** Conservation Biology. Pp 1-9.

CONAMA, **Conselho Nacional de Meio Ambiente**, Brasil Resolução n° 357, 17 de março de 2005.

CONAMA, **Conselho Nacional de Meio Ambiente**, Brasil Resolução 13 de maio de 2011.

CRIDDLE, K. R.; AMOS, A. F.; CARROLL, P.; COE, J. M.; DONOHUE, M. J.; HARRIS, J. H.; KIN, K.; MACDONALD, A.; METCALF, K.; RIESER, A. **Tackling Marine Debris in the 21st Century**. Washington DC: The National Academies Press, 2009.

DAYTON, P. K.; THRUSH, S.F.; AGARDY, M. T.; HOFMAN, R. J. **Environmental effects of marine fishing**. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater ecosystems*, v. 5, p. 205-232, 1995.

DRIS, R.; GASPERI, J.; SAAD, M.; MIRANDE, C.; TASSIN, B. **Synthetic fibers in atmospheric fallout: a source of microplastics in the environment?** *Marine Pollution Bulletin* 2016, 104, 1.

DORNELES, P. R.; LAILSON-BRITO, J.; SECCHI, E. R.; BASSOI, M.; LOZINSKY, C. P. C; TORRES, J, P, M, & MALM, O. 2007. **Cadmium concentrations in franciscana Dolphin (*Pontoporia blainvillei*) from South Brazilian Coast**. *Brazilian Journal of Oceanography*, 55(3): 179-186.

EERKES-MEDRANO, D.; THOMPSON, R. C.; ALDRIDGE, D. C. **Microplastics in freshwater systems: a review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritization of research needs**. *Water Research* 2015, 75, 63.

ERIKSEN, M.; LEBRETON, L. C. M.; CARSON, H. S.; THIEL, M.; MOORE, C. J.; BORERRO, J. C.; GALGANI, F.; RYAN, P. G.; REISSER, J.; **Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea**. *Plos One*, v.9, p.1-15, 2014.

FAGUNDES, L.M.; MISSIO, E. **Resíduos plásticos nos oceanos: ameaça à fauna marinha**. *Brazilian Journal of Development*, v.5, n.3, p. 2396-2401, 2019.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA) - Opportunities and challenges**. Roma, 2014. E-ISBN 978-92-5-108276- 8FAO. Code of Conduct for Responsible Fisheries. Rome. 1995.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture - Meeting the sustainable development goals**. Rome, 2018. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

- FRIAS, J. P. G. L.; NASH, R.. **Microplastics: finding a consensus on the definition**. Marine Pollution Bulletin, v.138, p.145- 147, 2019.
- GALLOWAY, T. S.; COLE, M.; LEWIS, C.. **Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem**. Nature Ecology Evol., v.1, n.8, 2017.
- GAMBA, M. R. **Guia Prático de Tecnologia de Pesca. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal (MMA)**, 1994. p. 5.
- GEYER, R., JAMBECK, J. R., Law, K. L. **Production, use, and fate of all plastics ever made**. Science Advances 2017, 3, e1700782
- GILMAN, E.; SUURONEN, P.; HALL, M. & KENENNELLY, S. **Causes and methods to estimate cryptic sources of fishing mortality**. J. Fish Biol., v. 83, p. 766-803, 2013
- GILMAN, E.; HUMBERSTONE, J.; WILSON, J.R.; CHASSOT, E.; JACKSON, A.; SUURONEN, P. **Matching fishery-specific drivers of abandoned, lost and discarded fishing gear to relevant interventions**. Marine Policy, v. 141, 2022
- GOLDBERG, E. D. **Emerging problems in the coastal zone for the twenty-first century**. Marine Pollution Bulletin, v. 31, n. 4, p. 152- 158, 1995.
- HENNOEN, H. C. **A material flow analysis of recycling of gillnets from Norwegian fisheries**. Norwegian University of Science and Technology. Dissertação de Mestrado. 2016. p. 9 – 10.
- IÑIGUEZ, M. E.; CONESA, J. A.; FULLANA, A. **Microplastics in spanish table salt**. Scientific Reports 2017, 7, 1.
- IPCC. 2002. **Climate Change 2001: Synthesis Report**. Cambridge, New York: Cambridge University. 397 pp.
- JAMBECK, J. R.; GEYER, R.; WILCOX, C.; SIEGLER, T. R.; PERRYMAN, M.; ANDRADY, A.; Law, K. L. **Plastic waste inputs from land into the ocean**. Science 2015, 347, 6223
- KAISER, J. **The dirt on ocean garbage patches**. Science 2010, 328, 1506
- KAJIWARA, N.; MATSUOKA, S.; IWATA, H.; TANABE, S.; ROSAS, F. C. W.; FILLMANN, G. & READMAN, J. W. 2004. **Contamination by persistente**

Organochlorines in Cetaceans Stranded along Brazilian Coastal Waters. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 46 (1): 124-134.

KENNISH, M. J. 1997. **Practical handbook of estuarine and marine pollution.** CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 524.

KERSHAW, P. J., ed **“Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment”** GESAMP 2015, 90, 96.

KOSUTH, M.; MASON, S. A.; WATTENBERG, E. V. **Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt.** PloS One 2018, 13, 4.

KUNITOT, T.; NAKAMURA, S.; IKEMOTO, T.; ANAN, Y.; KUBOTA, R.; TANABE, S.; ROSAS, F. C. W.; FILLMANN, G. & READMAN, J. W. 2004. **Concentration and subcellular distribution of trace elements in liver of small cetaceans incidentally caught along the Brazilian coast.** Marine Pollution Bulletin, 49: 574-587.

LINK, J. **Petrechos de pesca abandonados, perdidos ou descartados na costa brasileira estudo de caso na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo.** Dissertação de Mestrado. 2017. 72 p

LINK, J.; SEGAL, B.; CASARINI, L.M. **Apetrechos de pesca abandonados, perdidos ou descartados no Brasil: uma revisão.** Perspectivas em ecologia e conservação, v. 17, p. 1-8, 2019

MACHADO, A.A.S.; KLOAS W.; ZARFL, C.; HEMPEL, S.; RILLING, M.C. **Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems.** Global Change Biology, v.24, p. 1405-1416, 2018.

MACFADYEN, G.; HUNTINGTON, T.; CAPPEL, R. **Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. UNEP Regional Seas Reports and Studies N°. 185.** FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 523. Rome, UNEP/FAO. (also available at www.fao.org/docrep/011/i0620e/i0620e00.htm).2009. 115 p.

MASCARENHAS, R.; BATISTA, C. P.; MOURA, I. F.; CALDAS, A. R.; NETO, J. M. C.; VASCONCELOS, M. Q.; ROSA, S. S.; BARROS, T. V. S. **Lixo marinho em área de reprodução de tartarugas marinhas no Estado da Paraíba (Nordeste do Brasil).** Revista da Gestão Costeira Integrada, v. 8, n. 2, p. 221-231, 2008.

MERINO, C. B. R. **Pesca fantasma, enemigo silencioso de los oceanos.** Revista Aquaciencia, n. 2, p. 13-15, 2022.

MUNIER, B.; BENDELL, L.I. **Macro and micro plastics sorb and desorb metals and act as a point source of trace metals to coastal ecosystems.** PLoS One, v. 13, p. 1-13, 2018.

OLIVATTO, G. P.; **Microplásticos: Contaminantes de Preocupação Global no Antropoceno.** Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil, 2017.

O'SHEA, T. J.; REEVES, R. R. & LONG, A. K. 1999. **Marine Mammals and Persistent Ocean Contaminants: Proceedings of the Marine Mammal Commission Workshop.** Keystone, Colorado, 12-15. October. P. 1-5.

PAULI, G.; **Blue Economy: 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs.** Paradigm Publications, 2010.

PINTO, L. J. L. B.; SILVA, F.; CAJADO, F. J. L.; LIMA, P. V. P. S.. **Microplásticos no oceano: sob a perspectiva da economia azul.** Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.13, n.1, p.263- 275, 2022.

ROCHA-CAMPOS, C. 2002. **Concentrações de metais no sangue, plasma e pelo do elefante marinho-do-sul, Mirounga leonina, da ilha elefante (Ilhas Shetland do Sul), no verão austral.** Dissertação de mestrado em Oceanografia Biológica. Fundação Universidade Federal de Rio Grande – FURG, RS.

RUZ, V. H.; GUTOW, L.; THOMPSON, R. C.; THIEL, M.. **Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification.** Environmental Science and Technology, v.46, p.3060-3075, 2012.

SANTOS, A. J. B.; BELLINI, C.; BORTOLON, L. F.; COLUCHI, R. **Ghost Nets Haunt the Olive Ridley Turtle (*Lepidochelys olivacea*) near the Brazilian Islands of Fernando de Noronha and Atol das Rocas.** Herpetological Review, 43(2), 245–246, 2012.

SAAVEDRA, C.; BARAN, K.; **Microplastic ingestion: are seabirds more affected than other marine species?** Revista De Iniciación Científica, v.4, n.2, p.61-64, 2019.

SHEAVLY, S. B.; REGISTER, K. M. **Marine Debris & Plastics: Environmental Concerns, Sources, Impacts and Solutions.** J Polym Environ 15, 301–305, 2007.

SPALDING, M. J.; **The New Blue Economy: the future of sustainability.** Journal of Ocean and Coastal Economics, v.2, n.8, 2016.

STELFOX, M., HUDGINS, J., ALI, K.; ANDERSON, R. **High mortality of Olive Ridley Turtles (*Lepidochelys olivacea*) in ghost nets in the central Indian Ocean.** BOBLME-2015-Ecology-14, p. 1–23. 2015.

THOMPSON, R. C.; OLSEN, Y.; MITCHELL, R. P.; DAVIS, A.; ROWLAND, S. J.; JOHN, A. W.; RUSSELL, A. E.; **Lost at sea: where is all the plastic?** Science 2004, 304, 5672.

VOIVODIC, R.A.; ROSA, H.C.M.; GOMES, M.T.; NUNES, F.S.B. **Planejamento e gestão ambiental na zona costeira brasileira: uma defesa da escala local.** In: II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos países de expressão portuguesa. Recife, 2003.

WSPA. **Ghosts beneath the waves.** Londres: World Animal Protection, 2018. Relatório completo, 70 p

ZALASIEWICZ, J., WATERS, C. N., do SUL, J. I., CORCORAN, P. L., BARNOSKY, A. D., CEARRETA, A., MCNEILL, J. R. **The geological cycle of plastics and their use as a stratigraphic indicator of the Anthropocene.** Anthropocene 2016, 13, 4.