Poluição dos ecossistemas marinhos brasileiros: uma breve revisão sobre as principais fontes de impacto e a importância do monitoramento ambiental

Pollution of Brazilian marine ecosystems: a brief review of the main sources of impact and the importance of environmental monitoring

Lucas Lopes Leon[1], Juliana Bataglin Bertolucci[1], Amanda Santiago de Souza[1], Aline Queiroz de Goes[1], Danilo Balthazar-Silva[1], Ana Beatriz Carollo Rocha-Lima[1]*

[1] Instituto de Ciências da Saúde. Universidade Paulista - UNIP, *campus* Jundiaí, Jundiaí-SP, Brasil.

Endereço: Universidade Paulista - UNIP, *campus* Jundiaí, Instituto de Ciências da Saúde. Avenida Armando Giassetti, 577 - Vila Hortolândia - Trevo Itu/Itatiba - Jundiaí – SP, CEP 13214-525, Tel.: (11) 4815-2333

*Autor para correspondência: abeatrizcrl@gmail.com
Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Resumo

Os ecossistemas marinhos brasileiros encontram-se atualmente em um preocupante estado de degradação em decorrência dos impactos causados por diversos poluentes, dentre os quais destacam-se os resíduos sólidos. O lixo sólido despejado nos mares interfere profundamente no ambiente, pois constantemente é confundido com alimentos pela biota marinha, o que pode levar a consequências severas para a saúde dos animais, inclusive à morte. O lixo também é perigoso para os seres humanos, pois pode causar a proliferação de microrganismos patogênicos. O presente estudo trata-se de uma breve revisão da literatura, observando alguns dos aspectos mais relevantes sobre o tema abordado. O objetivo da presente revisão foi abordar de forma sucinta e didática os efeitos antrópicos causadores do desequilíbrio ecológico e dessa forma enfatizar a necessidade da criação de dispositivos legais, normas e regulamentos preventivos da poluição do ambiente marinho, bem como de ações de monitoramento constantes. Mesmo que as substâncias poluentes sejam relativamente bem estudadas, a contínua disseminação de conhecimentos sobre os efeitos deletérios da poluição marinha não deve ser cessada, visto que o combate a esse problema ainda é bastante incipiente.

Palavras-chave: Eutrofização, Oceanos, Contaminação, Microplásticos.

Abstract

Brazilian marine ecosystems are currently in a worrisome state of degradation due to the impacts caused by several pollutants, among which solid waste is the most important. The solid waste dumped in the seas deeply interferes with the environment as it is constantly mistaken with food by marine flora and fauna, which can lead to severe consequences and even death of these animals. Waste is also dangerous to humans as it can cause the proliferation of several pathogenic micro-organisms. This study it is a brief review of the literature, addressing some of the most relevant aspects of the topic discussed. We aimed to offer, in a succinct and didactic way, parameters to identify the anthropogenic effects that cause the ecological imbalance, as well as to support the creation of laws, standards and regulations of preventive measures of the aquatic environment, as well as constant monitoring actions. Even if pollutants are relatively well studied, the continuous acquisition of knowledge

to monitor these effects should not be discontinued, since the combat this threat is still incipient.

Key words: Eutrophication, Oceans, Contamination, Microplastics.

Introdução

Os oceanos e mares historicamente serviram à humanidade e continuam desempenhando um papel importante nas sociedades modernas, sendo uma importantíssima fonte de alimentos e outros recursos. Além disso, os oceanos constituem vias naturais de comunicação, transporte e comércio (JEFTIC *et al.* 2009; UNEP, 2014). Os ecossistemas marinhos saudáveis, além de disporem de grande diversidade biológica, exercem papel essencial na regulação da temperatura da Terra, na ciclagem de nutrientes e no fornecimento de alimentos (UNEP, 2014). Porém, apesar de sua suma importância, historicamente os oceanos não têm sido devidamente preservados e muitas consequências graves da poluição nos oceanos têm sido observadas. Apesar da grande resiliência dos oceanos, decorrente do seu grande volume hídrico e da sua composição química, estes vêm recebendo taxas de poluição maiores do que a sua capacidade de regeneração.

Segundo Tommasi (1989), por volta da década de 80 eram produzidos cerca de 20 bilhões de toneladas de resíduos/ano em todos os países, sendo que grande parte acaba nos oceanos e, dessa parte, cerca de 90% permanece na zona costeira, que é a região litorânea mais produtiva e sensível à ação humana.

A alteração na qualidade das águas oceânicas se dá por substâncias químicas orgânicas e inorgânicas, sejam elas consequências das ações humanas ou decorrentes de desequilíbrios naturais. De forma geral, o maior problema relacionado às formas de poluição do ambiente marinho é o prejuízo trazido para as formas de vida que ali habitam, sobretudo pela liberação de poluentes domésticos e industriais aos mares, como também pela presença de embarcações nessa área (OLIVEIRA *et al.* 2002). Alguns dos problemas gerados pelos poluentes à vida marinha são o desequilíbrio ecológico, a contaminação dos animais que são utilizados como alimento, a modificação na qualidade da água, a morte de pássaros e outros animais que se alimentam de peixes contaminados, a degradação de mangues, a grande quantidade de animais marinhos mortos, o fechamento de praias de banho, entre outros (TOMMASI, 1989; SANTOS *et al.* 2005).

Dessa forma, o objetivo da presente revisão foi abordar de forma sucinta e didática os efeitos antrópicos causadores do desequilíbrio ecológico e dessa forma enfatizar a necessidade da criação de dispositivos legais, normas e regulamentos preventivos da poluição do ambiente marinho, bem como de ações de monitoramento constantes.

Principais poluentes e sua interferência na qualidade dos mares

Atualmente, os resíduos plásticos estão entre os principais poluentes que afetam os ecossistemas marinhos (BROWNE *et al.* 2015; JAMBECK *et al.* 2015). As fontes deste material são variadas, e dentre estas fontes se destaca o turismo (BRAVO *et al.* 2009), as atividades industriais (BROWNE, 2015) ou mesmo as atividades urbanas (BROWNE *et al.* 2011). Independentemente das fontes de introdução dos resíduos plásticos em ecossistemas marinhos, as praias estão entre as principais zonas de acúmulo deste material (MOREIRA *et al.* 2016). Rochman e colacoradores (2013) sugerem classificar os resíduos plásticos como material perigoso em caráter imediato devido aos danos causados aos ecossistemas marinhos.

A poluição por plásticos pode estar associada a uma grande quantidade de poluentes químicos (KARAPANAGIOTI *et al.* 2011; LLORCA *et al.* 2014), os quais podem tornar as praias impróprias à visitação ou mesmo prejudicar a pesca (NEVES *et al.* 2015).

No litoral, o principal resíduo sólido descartado é o plástico, que é usado em larga escala pela população e possui tempo elevado de decomposição. Além disso, sua baixa densidade permite a flutuação e, consequentemente, sua dispersão (SANTOS, 2006). Com o passar do tempo, as ondas se encarregam de quebrar esse plástico em pedaços menores (microplásticos), que acabam sendo confundidos com alimentos por alguns animais e acarretando danos fisiológicos e até mesmo a morte destes organismos (TOMMASI, 1989; SOBRAL *et al.* 2011).

Os poluentes de origem doméstica, como o plástico, apresentam muitos riscos às espécies marinhas: sacolas plásticas são ingeridas por tartarugas que as confundem com águas-vivas, assim como fragmentos de plásticos estão presentes no estômago de todos os indivíduos analisados de determinada espécie de albatroz. Foi identificado ainda que 60% das carcaças de tartarugas recolhidas no Rio Grande do Sul apresentavam traços de plástico, sendo este o maior índice encontrado no mundo. O principal fator negativo desse tipo de poluente é que o acúmulo de plástico no intestino dos animais diminui a área de absorção dos nutrientes necessários para a manutenção da vida dos animais, acarretando debilidade nutricional. Como se não bastasse a toxicidade do próprio plástico e sua capacidade de lesionar os tecidos intestinais, alguns contaminantes químicos como os pesticidas tendem a se adsorver nas esférulas plásticas. Os poluentes adsorvidos nas partículas plásticas representam um risco muito maior de toxicidade do que o próprio plástico quando ingeridas pelos animais marinhos (SANTOS, 2006). Além do plástico, o litoral brasileiro sofre impacto por outros poluentes. Outros componentes do lixo doméstico podem interferir no ciclo reprodutivo de alguns animais que vivem em recifes e corais. Isso faz com que os resíduos sólidos atualmente sejam uma das cinco prioridades a ser alvo de monitoramento permanente a nível mundial (TOMMASI, 1989; SOBRAL *et al.* 2011).

Outros importantes poluentes derivam do transporte marítimo realizado pelos navios cargueiros. Estes navios dependem de fontes de energia derivadas do petróleo que, por consequência, produzem resíduos como CO_2, SO_x e NO_x, gases conhecidamente responsáveis pelo aquecimento global. Além disso, a poluição derivada da mistura de hidrocarbonetos (moléculas de hidrogênio e carbono frequentemente encontradas em gás e petróleo) com a água marinha representa um risco muito grande para a biota marinha: a água oleosa pode levar os organismos à morte pela toxicidade ou por efeitos físicos do produto (CISNEROS; BRINATI, 2009). Fora estes poluentes, outro problema que pode ser atribuído ao fluxo de navios é a água de lastro, utilizada para manter a estabilidade e segurança estrutural nos navios, cuja liberação em área alóctone propicia a dispersão de espécies marinhas exóticas com potencial invasor (ZANELLA, 2010).

A água residual decorrente dos efluentes sanitários também é um tipo de poluente derivado dos transportes marítimos. Ela é rica em matéria orgânica e, portanto, passível de causar eutrofização. A eutrofização gera a proliferação excessiva de algas e acarreta o esgotamento de oxigênio nas águas e, consequentemente, na morte de organismos aeróbicos. Além disso, a água cinza (água disponibilizada para a tripulação dos navios para o uso pessoal e para utilização na cozinha) é outro efluente gerado pelos navios, também nocivo por causar degradação das propriedades químicas e físicas da água marinha e ocasionar consequências diversas à biota se não for devidamente tratada (CISNEROS; BRINATI, 2009).

Os compostos organoestânicos (compostos orgânicos com estanho) são utilizados para pintar superfícies de embarcações devido à sua ação biocida, principalmente anti-incrustante. Estas substâncias ainda hoje estão presentes em cerca de 70% de todas as embarcações. A regulamentação do uso desses compostos é discutida há mais de 20 anos, estando proibida a

sua utilização em alguns países como a França desde 1996 e restrita em outros países como os EUA às embarcações com mais de 25m. Em termos legislativos, o Brasil tem conhecimento sobre esse composto tóxico desde 2005, conforme comprovado na Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2005). Estudos em mamíferos terrestres mostraram que os compostos organoestânicos são imunossupressores e possuem atividade citotóxica. Eles se acumulam na cadeia trófica e estão associados a registros de cetáceos encalhados nas praias. Os seus efeitos na biota marinha são principalmente de ordem reprodutiva, inibindo totalmente a capacidade de fertilização de cnidários (como corais) e alterando a capacidade reprodutiva de crustáceos, moluscos e peixes (CASTRO *et al.* 2007).

Outras formas severas de contaminação e poluição dos oceanos e mares é o descarte de poluentes provenientes de áreas urbanizadas, como esgotos domésticos e industriais, resíduos agrotóxicos, produtos químicos em geral, produtos tóxicos, petróleo, além de resíduos como madeira, ferro e outros materiais diversos (TOMMAZI, 1989; SOBRAL *et al.* 2011). Os efluentes urbanos, sejam eles domiciliares ou industriais, desembocam muitas vezes nos rios e mares brasileiros *in natura*, através de tubulações ou a céu aberto. Esses efluentes, mesmo quando despejados nos rios, têm como destino os mares e as praias (CISNEROS; BRINATI, 2009). Os prejuízos causados aos banhistas incluem não só a poluição em si como também a possível presença de predadores como os tubarões. Estes entram em águas rasas em busca de presas (animais que se alimentam dos resíduos lançados ao mar), e acabam atacando os banhistas (SZPILMAN, 1998).

Muitos outros exemplos de efeitos da poluição nos organismos (efeitos carcinogênicos/mutagênicos, prejuízo na atividade reprodutiva dos organismos aquáticos, no crescimento e nas relações interespecíficas), bem como classes de poluentes (metais pesados, petróleo, parâmetros físico-químicos e microbiológicos em desacordo com as normas vigentes) ou até problemas de saúde pública poderiam ser abordados, e uma vasta literatura sobre estes assuntos encontra-se disponível. Porém, seria impossível esgotar o assunto em uma revisão geral que objetiva abordar de forma sucinta as principais fontes de impacto aos ecossistemas marinhos brasileiros.

Monitoramento da poluição no ambiente marinho

O monitoramento das ações antrópicas nos mares é fundamental para compreender a extensão dos impactos sobre a biodiversidade e sobre o ambiente físico. Para analisar qualquer prejuízo decorrente dessas ações, também se faz necessário o conhecimento sobre as espécies endêmicas, avaliando assim as alterações que podem ocorrer não só nos organismos, mas também nas comunidades aquáticas (OLIVEIRA *et al.* 2002).

As análises nas zonas entre marés são as mais comuns, justamente pela facilidade de acesso quando comparadas às regiões oceânicas. Mesmo nessas regiões de análises mais recorrentes, em um país de dimensões como o Brasil, ainda há muito o que se explorar. As análises costeiras são feitas principalmente a partir da avaliação periódica das comunidades planctônicas dessas regiões, dentre outras metodologias. Devido ao seu posicionamento geográfico, as análises na região sudeste são muito realizadas nesse tipo de monitoramento, dado que a região participa de uma área de transição entre regiões de clima tropical e clima temperado. Mesmo assim, avaliações do litoral nacional em toda a sua extensão são fundamentais para se obter representatividade amostral a fim de viabilizar a real compreensão do panorama atual de conservação (GROHMANN, 2006).

O monitoramento de comunidades de macroalgas marinhas como as pertencentes ao gênero *Rhodophyta* também é de grande relevância, dado que este táxon comporta espécies muito sensíveis às alterações ambientais, sobretudo à eutrofização (TAOUIL;

YONESHIGUE-VALENTIN, 2002). Outro aspecto relevante em relação à análise de espécies de algas marinhas é o impacto que elas têm na vida de todos os seres, tendo participado das alterações biogeográficas que permitiram o desenvolvimento de diversas espécies, como a manutenção dos níveis de oxigênio que propiciou o surgimento da camada de ozônio, além de serem as fornecedoras primárias de energia para as demais espécies (OLIVEIRA *et al.* 2002).

Estudos realizados em Niterói (RJ) avaliaram o impacto da emissão de poluentes na região da praia de Boa Viagem e identificaram o desaparecimento de espécies de algas pardas devido à eutrofização e à consequente proliferação de outros organismos, como por exemplo, outras espécies de algas. Este fenômeno também foi atribuído aos efeitos tóxicos dos poluentes presentes a essas espécies que desapareceram (TAOUIL; YONESHIGUE-VALENTIN, 2002). As algas pardas podem ser consideradas bioindicadores de inexistência de fatores poluentes, ou de impacto mínimo (BRITO *et al.* 2002), enquanto algas pertencentes aos gêneros *Giffordia* e *Gilidium*, encontradas na localidade do estudo, são biomarcadores de poluição, uma vez que, embora sensíveis às alterações no ambiente marinho, não desaparecem do ambiente em decorrência de impacto moderado acarretado pela poluição (TAOUIL; YONESHIGUE-VALENTIN, 2002).

Já a análise da contaminação por compostos organoestânicos é custosa, uma vez que tradicionalmente se faz uso da técnica de cromatografia gasosa; entretanto, o uso de moluscos como bioindicadores tem mostrado resultados confiáveis. Foi a partir da observação de moluscos marinhos filtradores e bioacumuladores que a suspeita de nocividade desse composto foi observada na década de 70 na França (CASTRO *et al.* 2007). Os bivalves, em particular, apresentam grande potencial de bioacumulação de compostos organoestânicos; dessa forma estes organismos são utilizados para avaliar e quantificar a presença destes compostos no ambiente. Muitas espécies de gastrópodes sofrem disrupção endócrina associada a este poluente, evidenciando uma condição chamada impossex (ou seja, masculinização das fêmeas) (CAMILLO *et al.* 2004).

Bioindicadores também podem ser utilizados para avaliar a atividade genotóxica e mutagênica de poluentes inespecíficos. O ensaio de micronúcleos trata-se da quantificação de células que expelem material genético do núcleo (micronúcleos) devido à mutações causadas por substâncias genotóxicas. Esta metodologia pode se utilizar de bioindicadores vegetais (e.g. *Tradescantia pallida*) ou animais (e.g. mexilhões, peixes e anfíbios), e se aplica tanto às águas doces quanto marinhas (e.g. SCARPATO *et al.* 1990; ÇAVAŞ; ERGENE-GÖZÜKARA, 2005; GONÇALVES *et al.* 2019; OLIVEIRA *et al.* 2019).

Outra possibilidade viável de monitoramento ambiental em ecossistemas marinhos refere-se à utilização de kits de análises de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, já que os resultados de tais análises podem evidenciar, por exemplo, a contaminação por efluentes domésticos (SABINO *et al.* 2019). Esta metodologia, assim como o ensaio de micronúcleos, também pode ser utilizada para a avaliação de águas doces (COYADO *et al.* 2019).

Conclusão

Os poluentes introduzidos em oceanos e mares destroem a biota e geram diversos prejuízos para os ecossistemas marinhos, acarretando desequilíbrio ecológico. Os efeitos da poluição de oceanos e mares acarretam danos à biosfera e evidenciam a necessidade da criação de dispositivos legais, normas e regulamentos preventivos da poluição do ambiente marinho, bem como de ações de monitoramento constantes.

Para que a poluição dos mares não chegue a um ponto irreversível, são necessárias medidas mais severas de fiscalização de indústrias poluentes e o tratamento de esgotos

domésticos antes da disposição final. Em relação à população, medidas de conscientização sobre a preservação dos mares se fazem necessárias para incentivar a adoção de hábitos sustentáveis e o uso de materiais biodegradáveis, bem como a diminuição do uso de plásticos, entre outras medidas.

Ainda que as diferentes fontes poluidoras e as substâncias nocivas sejam bastante conhecidas (o que não dispensa aquisição de novos conhecimentos científicos nessa área), as medidas adotadas para enfrentar esse problema ainda não são suficientes, uma vez que a poluição ainda implica em prejuízo a esses ambientes, através da extinção de espécies e do desequilíbrio ecológico. Ainda são escassas as medidas legais de proteção aos ambientes aquáticos, principalmente no que se refere às águas internacionais.

Referências

Bravo M, Gallardo MLA, Luna-Jorquera G, Núñez P, Vásquez N, Thiel M (2009). Anthropogenic debris on beaches in the SE Pacific (Chile): Results from a national survey supported by volunteers. **Marine Pollution Bulletin** 58(11): 1718-1726.

Brasil (2005). Conselho Nacional do Meio Ambiente, Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Brasília: **Diário Oficial [da] União** (53), 17 mar 2005.

Brito LVD, Széchy MD, Cassano V (2002). Levantamento taxonômico das macroalgas da zona das marés de costões rochosos adjacentes ao Terminal Marítimo Almirante Maximiano Fonseca, Baía da Ilha Grande, RJ. **Atlântica** 24(1): 17-26.

Browne MA (2015). Sources and pathways of microplastics to habitats. In: Bergmann M, Gutow L, Klages M (Eds). **Marine anthropogenic litter**. Springer, Cham, pp 229-244.

Browne MA, Crump P, Niven SJ, Teuten E, Tonkin A, Galloway T, Thompson R (2011). Accumulation of microplastic on shorelines woldwide: sources and sinks. **Environmental science & technology** 45(21): 9175-9179.

Browne MA, Underwood AJ, Chapman MG, Williams R, Thompson RC, van Franeker JA (2015). Linking effects of anthropogenic debris to ecological impacts. **Proceedings of the Royal Society B** 282(1807): 20142929.

Camillo E, Quadros J, Castro IBD, Fernandez M (2004). Imposex in Thais rustica (Mollusca: Neogastropoda)(Lamark, 1822) as an indicator of organotin compounds pollution at Maceio Coast (northeastern Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography** 52(2): 101-105.

Castro IBD, Rodrigues-Queiroz L, Rocha-Barreira CDA (2007). Compostos orgânicos de estanho: efeitos sobre a fauna marinha - uma revisão. **Arquivos de Ciências do Mar** 40(1): 96-112.

Cisneros JCM, Brinati H (2009). Redução dos impactos ambientais causados pelo transporte marítimo. In: **XXI Congresso Interamericano de Engenharia Naval (COPINAVAL)**, Montevidéu, Uruguay, pp 103.

Coyado GAL, Gonçalves GH, Moura C, Balthazar-Silva D, Rocha-Lima ABC (2019). Análises físico-químicas e microbiológicas de águas de pré e pós-tratamento na cidade de Jundiaí-SP. **Principia** 45(1): 200-207.

Çavaş T, Ergene-Gözükara S (2005). Micronucleus test in fish cells: a bioassay for in situ monitoring of genotoxic pollution in the marine environment. **Environmental and molecular mutagenesis** 46(1): 64-70.

Grohmann PA (2006). Importância dos acompanhamentos de longa duração no estudo da biodiversidade: exemplo da fauna de hidróides (Cnidaria) da Baía do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente** 13: 97-112.

Gonçalves GH, Bizeto L, Moura C, Rocha-Lima ABC (2019). Bioensaio com águas dos Rios Jundiaí e Tietê no município de Salto-SP através do método Trad-MCN. **Unisanta BioScience** 8(1): 71-85.

Jambeck JR, Geyer R, Wilcox C, Siegler TR, Perryman M, Andrady A, Narayan R, Law KL (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science** 347(6223): 768-771.

Jeftic L, Sheavly S, Adler E (2009). Meith N (Ed). **Marine Litter: A Global Challenge**. UNEP, Nairobi, Kenya.

Karapanagioti HK, Endo S, Ogata Y, Takada H (2011). Diffuse pollution by persistent organic pollutants as measured in plastic pellets sampled from various beaches in Greece. **Marine pollution bulletin** 62(2): 312-317.

Llorca M, Farré M, Karapanagioti HK, Barceló D (2014). Levels and fate of perfluoroalkyl substances in beached plastic pellets and sediments collected from Greece. **Marine pollution bulletin** 87(1-2): 286-291.

Moreira FT, Balthazar-Silva D, Barbosa L, Turra A (2016). Revealing accumulation zones of plastic pellets in sandy beaches. **Environmental Pollution** 218: 313-321.

Neves D, Sobral P, Ferreira JL, Pereira T (2015). Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast. **Marine pollution bulletin** 101(1): 119-126.

Oliveira CR, Garcia TD, Franco-Belussi L, Salla RF, Souza BFS, de Melo NFS, Irazusta SP, Jones-Costa M, Silva-Zacarin ECM, Fraceto LF (2019). Pyrethrum extract encapsulated in nanoparticles: Toxicity studies based on genotoxic and hematological effects in bullfrog tadpoles. **Environmental Pollution** 253: 1009-1020.

Oliveira EC, Horta PA, Amancio CE, Sant'anna CL (2002). Algas e angiospermas marinhas bênticas do litoral brasileiro: diversidade, explotação e conservação. In: **Workshop sobre Avaliação e ações prioritárias para a conservação da Biodiversidade das zonas costeira e marinha**, Brasília, Ministério do Meio Ambiente (1): 411-416.

Rochman CM, Browne MA, Halpern BS, Hentschel BT, Hoh E, Karapanagioti HK, Rios-Mendoza LM, Takada H, Teh S, Thompson RC (2013). Policy: Classify plastic waste as hazardous. **Nature** 494(7436): 169-171.

Sabino AL, Maciel DP, Moura C, Balthazar-Neto D, Rocha-Lima ABC (2019). Physico-chemical and microbiological assay of the Lázaro beach in Ubatuba-sp. **Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP** (27): 1-1.

Santos AN, Nascimento L, Bittencourt ACSP, Dominguez JML (2005). Poluição das Praias do Litoral Sul do Estado da Bahia por Lixo e Resíduos de Petróleo. In: **X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário - ABEQUA**, Guarapari, Espírito Santo, Brasil.

Santos IR (2006). Plásticos na dieta da vida marinha. **Ciência Hoje** 39: 50-51.

Scarpato R, Migliore L, Alfinito-Cognetti G, Barale R (1990). Induction of micronuclei in gill tissue of Mytilus galloprovincialis exposed to polluted marine waters. **Marine pollution bulletin** 21(2): 74-80.

Sobral P, Frias J, Martins J (2011). Microplásticos nos oceanos - um problema sem fim à vista. **Ecologi@** 3: 12-21.

Szpilman M (1998). **Seres marinhos perigosos**: Guia prático de identificação, prevenção e tratamento. Rio de Janeiro: Instituto Ecológico Aqualung, 168p.

Taouil A, Yoneshigue-Valentin Y (2002). Alterações na composição florística das algas da Praia de Boa Viagem (Niterói, RJ). **Revista Brasileira de Botânica** 25 (4): 405-412.

Tommasi LR (1989). Tendências da poluição dos oceanos. **Boletim IG-USP: Publicação Especial** (6): 94-99.

UNEP (2014). UNEP Year Book. **Emerging Issues Update: "Air Pollution: World's Worst Environmental Health Risk"**. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

Zanella TV (2010). **Água de lastro: um problema ambiental global**. Curitiba: Juruá, 154p.