

OCEANOGRAFIA Resíduos gerados pelo homem degradam a paisagem costeira e ameaçam a vida no mar

Lixo no ambiente marinho

Os problemas causados pelo acúmulo no ambiente marinho de resíduos sólidos, em especial plásticos e outros derivados do petróleo, preocupam cientistas e grupos ambientalistas de todo o mundo. Esse tipo de poluição afeta a estética das praias e ameaça a saúde de seus freqüentadores. A presença desses materiais na costa e no mar traz prejuízos econômicos (gastos com limpeza e redução do turismo), riscos para a fauna marinha (mortes por aprisionamento, asfixia ou infecções), além de danos à pesca e à navegação. Por

Maria Christina B. de Araújo (mcbaraujo@yahoo.com.br) e **Mônica Ferreira da Costa** (mfc@npd.ufpe.br), do

Departamento de Oceanografia (Centro de Tecnologia e Geociências) da Universidade Federal de Pernambuco.

Fonte de riquezas supostamente inesgotáveis, os oceanos cobrem dois terços da superfície terrestre e há muito tempo servem de depósito para todo tipo de resíduos produzidos pelo homem, desde efluentes líquidos sanitários ou industriais até as mais diversas classes de lixo, como plásticos, vidros e materiais radioativos ou tóxicos. Muitas pessoas, infelizmente, mantêm a falsa idéia de que os oceanos têm ilimitada capacidade de assimilar sem riscos o imenso e contínuo aporte de poluentes e lixo.

O atual estilo de vida das populações humanas é o principal responsável pela crescente degradação dos oceanos. Enquanto a natureza é eficiente na reciclagem de seus resíduos, o homem continua acumulando o lixo. No Brasil, nos últimos anos, a pro-

dução média diária de lixo aumentou de 0,5 para 1,2 kg por pessoa nas capitais, e o consumo de embalagens de alimentos cresceu mais de 100%. Quanto mais desenvolvido um país, maior a geração de resíduos sólidos, em especial de derivados de petróleo como plásticos, nylon e isopor, de difícil degradação natural (figura 1).

O rápido aumento, nos últimos 50 anos, da produção de materiais sintéticos persistentes mudou significativamente o tipo e a quantidade de lixo gerados. O culto ao 'descartável', pilar da praticidade nas sociedades modernas, tem cobrado um custo ambiental alto. Retirar o lixo dos ambientes onde ele se acumula exige tempo, energia e espaço – logo, muito dinheiro. Esse custo tem levado a reflexões: nunca se falou tanto em lixo, coleta seletiva, reciclagem, lixões e aterros como nos últimos anos.

Como a área afetada é extensa, é cada vez mais difícil evitar, ou minimizar, os efeitos desse tipo de poluição nos ecossistemas marinhos. O lixo marinho resulta de lançamento proposital, manipulação ou eliminação descuidada, e muitas vezes tem origem em locais distantes da costa. Entre os fatores que influenciam sua produção estão o número de habitantes no território, seu nível educacional e poder aquisitivo e a área de produção, além da freqüência e eficiência do sistema de coleta.

Figura 1. No lixo de apenas um dia, recolhido na baía de Tamandaré (PE), em uma área de cerca de 2 mil m², havia dezenas de tampas plásticas de variados recipientes



Mais população, mais lixo

A maior parte da população mundial vive em zonas costeiras, a até 100 km da costa, e a tendência é o aumento dessa concentração demográfica. Com isso, cresce nessas áreas o volume de lixo e, em consequência, aumenta o descarte inadequado de materiais como embalagens plásticas, devido à ineficiência dos sistemas de coleta municipais e à baixa taxa de reaproveitamento e reciclagem. Os resíduos chegam facilmente à rede hidrográfica (levados por ventos e enxurradas ou lançados diretamente nela) e em seguida ao ambiente costeiro.

Estima-se que, em escala global, até 80% do lixo encontrado em praias chega à costa através dos rios próximos, dependendo dos padrões de circulação das águas costeiras. Os frequentadores das praias também contribuem, às vezes de forma alarmante, ao deixar os próprios resíduos na areia. A dinâmica costeira (ventos, ondas e marés) transfere o lixo para a água, tornando sua coleta muito mais difícil (figura 2).

A pesca, a navegação e outras atividades marítimas, embora em menor escala, também têm sua parcela de culpa na poluição. Grande quantidade de linhas, redes e outros artefatos de pesca é perdida no mar a cada dia, não só contaminando o ambiente, mas trazendo sérios riscos para peixes, aves, golfinhos e baleias. A eliminação irregular no mar do lixo produzido em navios agrava esse quadro. O lixo espalha-se rapidamente no mar, dependendo das condições oceanográficas, atingindo locais aparentemente improváveis, como praias desertas, ilhas oceânicas ou recifes costeiros.

A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, de 1982, determina que os países evitem e



Figura 2. Transportados pelas ondas, os resíduos são depositados ao longo da praia, formando uma linha sinuosa que corresponde ao limite máximo alcançado pela maré

controlem a poluição marinha e os responsabiliza por danos decorrentes da violação dessas obrigações. No entanto, a questão do gerenciamento dos resíduos sólidos, em terra ou no mar, ainda é um desafio mundial. O problema tem despertado o interesse de pesquisadores de vários países, gerando inúmeros estudos nessa área, em especial na última década.

A situação no Brasil

O Brasil tem 7.408 km de extensão de linha de costa e cerca de 442 mil km² de zonas costeiras. Cinco das nove maiores regiões metropolitanas brasileiras situam-se à beira-mar. Na verdade, metade da população brasileira reside a não menos que 200 km do mar. O fato de a maior parte da população não dispor de redes de esgotos, nem de sistema de coleta de lixo, agrava os efeitos ambientais dessa concentração.

Além disso, grande número de pessoas não exerce os princípios básicos de cidadania e trata o espaço público como um bem que não lhe pertence, ignorando sua responsabilidade de mantê-lo limpo. Os 70 milhões de habitantes das áreas costeiras geram 56 mil toneladas diárias de lixo, das quais 42 mil são coletadas. A maior parte do que é coletado vai para lixões a céu aberto ou outros tipos de aterros sanitários, muitos situados perto de rios, do mar ou de áreas de preservação ambiental.

O caso da praia de Tamandaré

As praias (figura 3) do município de Tamandaré, em Pernambuco, a 110 km ao sul de Recife, têm grande importância turística (no verão, a população local passa de 17 mil para mais de 60 mil pessoas). Além disso, essas praias fazem parte das áreas de proteção ambiental (APAs) de Guadalupe ▶



Figura 3. Vista da baía de Tamandaré, em Pernambuco, onde foram realizadas as coletas e os estudos relatados

Figura 4. A triagem do lixo recolhido em dois dias na praia de Tamandaré (PE) revelou que os plásticos representam a grande maioria dos itens

RESULTADOS DA COLETA E TRIAGEM DO LIXO COLETADO EM 1,9 MIL M ²				
	1ª coleta (dezembro)		2ª coleta (janeiro)	
Pessoas na praia	270		80	
Peso total do lixo (kg)	8,3		3,2	
Nº total de itens	462		196	
Frações do lixo	Itens (percentual)		Itens (percentual)	
Plástico	399	(86,4%)	174	(88,8%)
Vidro	10	(2,1%)	03	(3,6%)
Metal	14	(3,0%)	07	(3,6%)
Papel	17	(3,7%)	06	(3,0%)
Outros	22	(4,8%)	06	(3,0%)

e de Marinha Costa dos Corais, criadas para preservar os ambientes costeiros da região.

Em dezembro de 1999 e janeiro de 2000, uma equipe do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco realizou, em dois domingos, um levantamento qualitativo e quantitativo do lixo deixado na praia de Tamandaré por diaristas (pessoas que freqüentam a praia por um dia). Coletado no final do dia, em uma área de cerca de 1.960 m², o lixo foi pesado, separado e classificado (figura 4). O trabalho constatou grande proporção (mais de 85%) de itens classificados no grupo dos plásticos, principalmente embalagens de refrigerantes PET e de salgadinhos. Na segunda amostragem, o volume total foi menor, mas a proporção acima manteve-se.

Observou-se também que, embora visualmente o consumo de cerveja em lata seja elevado, no final do domingo não foi coletada uma quantidade equivalente dessas embalagens. A explicação é a eficiência do recolhimento das latas por catadores, em função da existência de um bom mercado de reciclagem de alumínio.

Os estudos continuam, envolvendo apenas plásticos (que predominam no lixo) e em área maior. O objetivo agora é associar o lixo à sua fonte, obtendo informações que permitam propor medidas de controle do problema em Tamandaré. O predomínio dos plásticos na composição do lixo é relatado por inúmeros pesquisadores, em trabalhos semelhantes realizados em diversos países. É, portanto, um padrão mundial. Devido a algumas características (produção crescente, ampla disseminação,

difícil degradação e dispersão fácil), os plásticos já se tornaram candidatos a ser alvo de monitoramento permanente a nível mundial (figura 5).

Efeitos no ambiente marinho

No passado, o lixo acumulado em praias ou rios era considerado desagradável aos olhos, mas pouco associado a questões ambientais ou de saúde. Hoje, já se sabe que, além das perdas estéticas, o lixo pode trazer sérios prejuízos, tanto econômicos quanto biológicos, ao ambiente marinho. Lim-

par continuamente praias cheias de lixo significa um gasto que poderia ser evitado ou reduzido. Praias sujas, é evidente, não favorecem o turismo ou a pesca artesanal, provocando danos irreparáveis à economia da região, que muitas vezes depende quase inteiramente dessas receitas.

Acúmulos de lixo favorecem o desenvolvimento de microrganismos como fungos, vírus e bactérias, que causam doenças humanas como micoses, hepatite e tétano; ou abrigam vetores de doenças, como moscas, baratas e ratos. A poluição no ambiente marinho também afeta diretamente comunidades tradicionais, como os pescadores artesanais. Suas reclamações mais comuns são a presença de plásticos e outros materiais nas redes e linhas de pesca, além de lesões individuais e perda de equipamentos.

Do ponto de vista oceanográfico, os problemas são ainda maiores. No caso da fauna marinha, o lixo causa diversos transtornos: garrafas e outros reci-

Figura 5. Um ramo de guajiru, planta típica da restinga, cresceu atravessando uma garrafa de refrigerante aberta que se encontrava no local



pientes podem aprisionar pequenos animais e plástico e isopor são confundidos com alimento e ingeridos inadvertidamente por peixes, aves, répteis e mamíferos, que quase sempre morrem, em geral por obstrução do aparelho digestivo. Vários estudos científicos constataram a mortalidade de peixes, aves, tartarugas marinhas, golfinhos e baleias por ingestão de lixo marinho.

Metais e vidros também são uma ameaça aos animais marinhos, que podem se cortar e sofrer infecções, às vezes fatais. Redes e linhas de pesca abandonadas ou perdidas no oceano tornam-se armadilhas fatais: muitos animais marinhos morrem por estrangulamento ou porque ficam presos e não podem se locomover, o que impede sua alimentação, a fuga de predadores ou, no caso dos répteis e mamíferos, a subida à superfície para respirar. Nos recifes, o lixo pode impedir ou dificultar a penetração de luz e as trocas gasosas, afetando principalmente organismos fixos.

Um problema ainda mais preocupante é a presença, no ambiente marinho, de lixo hospitalar. As instituições de saúde (hospitais, clínicas e laboratórios) produzem grande quantidade de resíduos classificados como perigosos: materiais perfurantes e cortantes (seringas e bisturis), frascos de remédios e outros produtos e restos cirúrgicos (como curativos, tecidos e sangue). Embora a Resolução nº 5 (de agosto de 1993), do Conselho Nacional do Meio Ambiente, determine a incineração do lixo perigoso em local apropriado, isso muitas vezes não é feito. Descartado de forma incorreta, esse tipo de lixo pode se espalhar por diversos locais. Seringas e frascos de remédios, além de outros resíduos hospitalares, são encontrados com frequência nas praias, com consequências óbvias para seus frequentadores (figura 6).

Campanhas de limpeza das praias

A preocupação de entidades e grupos ambientalistas com a crescente poluição dos mares levou à criação das campanhas mundiais de limpeza das praias – mutirões de coleta de lixo, realizados por voluntários, em mais de 75 países. Tais campanhas visam reduzir o impacto no ambiente marinho do enorme volume de resíduos deixados nas áreas costeiras e conscientizar a sociedade em relação ao problema.

O Dia Mundial de Limpeza das Praias, promovido pelo Programa das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, surgiu a partir do Clean Up the World, movimento contra a poluição idealizado pelo aus-



traliano Ian Kiernan. O primeiro evento chamado de 'mundial' foi realizado em 1986, na costa do Texas, nos Estados Unidos, pelo Centro para a Conservação da Vida Marinha. Em 1989, a campanha (sempre no terceiro final de semana de setembro) já abrangia muitos países. Em 1993, quando o Brasil iniciou sua participação, o Dia Mundial envolveu 80 países.

No Brasil, Ceará, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul participaram da campanha em setembro de 2001 (e a Paraíba também, em 2002). Em Pernambuco, o Dia Mundial de Limpeza das Praias de 2001 envolveu quatro municípios (Recife, Tamandaré, Sirinhaém e Barreiros) e 315 voluntários, que recolheram 1.283 kg de lixo em suas praias.

Embora sejam importantes, essas campanhas são ações esporádicas, portanto paliativas e insuficientes na ausência de políticas permanentes. A poluição dos ambientes costeiros por resíduos sólidos, principalmente plásticos, é um problema desafiador, que precisa ser combatido com um esforço coletivo da sociedade e dos órgãos governamentais. O Brasil, devido à grande extensão costeira, à alta densidade demográfica na costa e à ainda insuficiente taxa de reaproveitamento de resíduos, tornou-se um poluidor em potencial de suas próprias praias e do mar adjacente.

Os prejuízos ambientais e estéticos do acúmulo de resíduos sólidos na costa e no mar, somados às perdas econômicas que isso provoca (queda no turismo e gastos com a limpeza das praias), serão os fatores determinantes na adoção de uma nova abordagem nessa questão: a busca de medidas de prevenção. ■

Figura 6. Tanto o frasco de soro quanto a seringa, exemplos de lixo hospitalar, flutuam facilmente e são depositados com outros resíduos na praia, representando um perigo óbvio para seus frequentadores

ECOLOGIA Ovos de resistência do zooplâncton ajudam na recuperação das águas da Pampulha

Cápsulas de biodiversidade

A produção de ovos de resistência é uma das mais engenhosas estratégias dos organismos do zooplâncton para garantir a manutenção e perpetuação de suas populações diante de condições adversas do meio.

Tais ovos têm impressionante viabilidade e podem permanecer anos adormecidos, até que a melhora das condições ambientais propicie sua eclosão. No reservatório da Pampulha, em Belo Horizonte (MG), ovos de resistência vêm sendo usados como indicadores de alterações na composição de espécies da comunidade zooplancônica, fortemente afetada pela poluição local. Essas ‘cápsulas de biodiversidade’ representam um estoque genético que pode ser usado em ações de manejo e recuperação de ecossistemas aquáticos. Por **Eneida Maria Eskinazi-Sant’Anna** (eskinazi@mono.icb.ufmg.br), **Paulina Maria Maia-Barbosa**, **Carla de Fátima Valadares** e **Grasielle Caldas D’Ávila Pessoa**, do *Laboratório de Ecologia do Zooplâncton da Universidade Federal de Minas Gerais*.

A comunidade zooplancônica é constituída por animais muito pequenos (em geral microscópicos) que habitam a coluna d’água. Em ambientes de água doce, tais animais são protozoários, rotíferos e microcrustáceos (cladóceros e copépodos), além de algumas larvas de insetos. O zooplâncton é um importante elo entre os produtores primários (o fitoplâncton, ou plâncton vegetal) e os demais níveis da cadeia trófica dos ambientes aquáticos, já que o fitoplâncton serve como alimento para os organismos zooplancônicos e estes, por sua vez, alimentam muitos outros animais, incluindo larvas de peixes.

Ao longo de sua evolução, os organismos do zooplâncton desenvolveram estratégias comportamentais extremamente elaboradas, se considerarmos que grande parte das espécies não ultrapassa poucos mi-

límetros. Esses organismos são capazes, por exemplo, de realizar movimentos migratórios de grande amplitude, de usar quimiorreceptores para detectar partículas alimentares e, até mesmo, de produzir feromônios especializados para a localização de parceiros para reprodução.

É na biologia reprodutiva, no entanto, que encontramos os aspectos mais intrigantes dessa comunidade. Enquanto para alguns grupos a reprodução sexuada é obrigatória, para outros a alternância entre processos diferentes (reprodução partenogenética e sexuada) é comum. Uns são ovíparos (produzem ovos com desenvolvimento externo) e outros vivíparos (seus descendentes desenvolvem-se no interior da mãe), mas os rotíferos, cladóceros e copépodos são capazes de produzir um tipo de ovo es-



Figura 1.
Ovos de resistência de rotíferos encontrados no reservatório da Pampulha, em Belo Horizonte (MG)

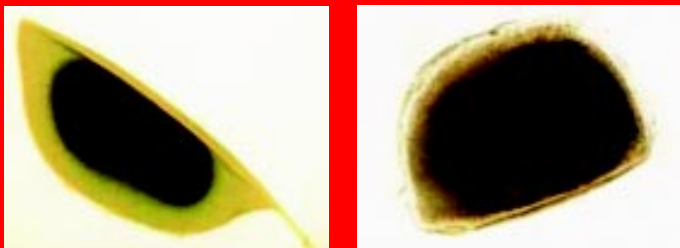


Figura 2.
No reservatório da Pampulha também foram identificados ovos de resistência de cladóceros (microcrustáceos)

pecial: os ovos de resistência, que representam uma estratégia extremamente eficaz na perpetuação das espécies, quando as condições ambientais tornam-se limitantes (ver 'Ovos de resistência: reservas de vida na baía de Guanabara', em *CH* nº 181).

Os ovos de resistência são sem dúvida uma evidência paleontológica de como esses organismos sobreviveram a condições adversas do meio ambiente ao longo do tempo, e de como podem garantir, até nos dias atuais, sua sobrevivência e manutenção em ambientes aquáticos degradados por fenômenos como a poluição.

Esses ovos são diplóides, ou seja, produzidos através da fecundação de machos e fêmeas (o que garante a variabilidade genética) e diferem bastante, tanto em sua morfologia quanto em sua viabilidade e exigências ambientais, dos ovos produzidos normalmente pelas fêmeas através da partenogênese. Os ovos de resistência são escuros e apresentam, em geral, uma parede rígida, algumas vezes com espinhos e saliências, característicos para cada espécie. Após sua liberação, podem permanecer em estado de latência ('adormecidos') por longos períodos, depositados no sedimento ou fixos à vegetação.

A impressionante capacidade de resistência dessas 'cápsulas de biodiversidade' foi confirmada pela constatação de que alguns ovos mantêm-se viáveis quando submetidos a temperaturas muito elevadas (acima de 90°C) ou inferiores a zero. Existem registros de ovos de resistência que eclodiram após 400 anos enterrados no sedimento!

A produção de ovos de resistência é acionada por alguns 'estímulos ambientais'. Entre eles destacam-se flutuações da temperatura da água, aumentos exagerados na densidade populacional, pressão de predação e escassez de alimento, além da deterioração na qualidade da água. A presença de ovos de resistência, além de importante para uma eventual recolonização de ambientes após períodos adversos, representa um testemunho das alterações na estrutura e dinâmica das comunidades zooplancônicas e na evolução das populações locais. Estudos têm demonstrado que, mais que uma estratégia ou adaptação, esse 'recurso' pode ajudar a manter a variabilidade genética das populações.

Uma pesquisa do Laboratório de Ecologia do Zooplâncton, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, no reservatório da Pampulha, em Belo Horizonte (MG), sobre a ocorrência e a viabilidade de ovos de resistência, está obtendo novas informações sobre a composição da comunidade zooplancônica local. O reservatório foi construído em 1938, pelo então prefeito Juscelino Kubitschek, para fornecer água para a cidade. Entretanto, a crescente urbanização de sua bacia de drenagem, o transporte para seu interior de grande volume de efluentes e sedimentos e a degradação acentuada da qualidade de suas águas impediram que essa utilização continuasse.

Estudos ecológicos no reservatório da Pampulha têm mostrado que essas alterações interferiram na estrutura das comunidades zooplancônicas, com profundas modificações na composição de espécies (algumas foram praticamente extintas) e na dinâmica populacional. Em alguns períodos, as condições favorecem o desenvolvimento do zooplâncton (teores adequados de oxigênio dissolvido e oferta de alimento com a qualidade e a quantidade adequadas, por exemplo), mas em outras épocas elas são extremamente limitantes. Nesses momentos difíceis, a produção de ovos de resistência representa uma estratégia importante para a manutenção dos estoques e a recuperação das populações.

Até o momento, mais de nove diferentes tipos de ovos de resistência (figura 1) foram identificados no sedimento do reservatório da Pampulha, e alguns são de espécies não encontradas atualmente em suas águas, como o cladóceros (microcrustáceo) *Daphnia laevis* (figura 2). Os ovos de resistência representam uma prova da diversidade zooplancônica do reservatório e um estoque potencial para a recuperação das populações afetadas pela degradação de suas águas.

Essas verdadeiras 'cápsulas de biodiversidade' são indícios biológicos da sucessão ecológica em ambientes impactados. Podem ainda fornecer uma importante contribuição para as ações de manejo e recuperação desses ambientes, pois constituem um depósito genético em potencial adormecido no leito dos ecossistemas aquáticos. ■