A photograph of a beach with people in the background and plastic pellets on the sand in the foreground. The pellets are small, dark, and irregularly shaped, scattered across the wet sand. The people in the background are wearing swimwear and are walking along the water's edge. The sky is clear and blue.

Entre os vários poluentes que ameaçam o ambiente marinho estão os plásticos. Eles chegam hoje aos oceanos em diferentes formas, desde produtos finais, como fios, sacos e garrafas, até grânulos (chamados tecnicamente de pellets). Os grânulos plásticos, esferas de 1 a 5 mm de diâmetro, de cores variadas, são a forma básica de comercialização dessa matéria-prima. Eles são liberados na natureza quando ocorrem perdas nos processos de produção, transporte ou uso, e alcançam os oceanos, depositando-se em grande quantidade nas praias e causando impactos estéticos, econômicos e ambientais.

INVASÃO DE PL

Alexander Turra

Departamento de Oceanografia Biológica,
Instituto Oceanográfico,
Universidade de São Paulo
(turra@io.usp.sp)

Auro Maluf

Instituto Costa Brasilis

Aruanã Bittencourt Manzano

Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica,
Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo

ÁSTICOS

NOS OCEANOS

Durante muito tempo acreditou-se que a vastidão dos oceanos seria capaz de anular todas as agressões provocadas por ações humanas. Uma série de fenômenos recentes, porém, modificou esse modo de pensar, e hoje existe em todo o mundo uma extrema preocupação com o ambiente marinho, cuja importância tem sido amplamente difundida e discutida, já que ali está contida a quase totalidade (97%, contando os mares internos salgados) da água do planeta.

Entre as principais causas dos problemas ambientais observados nos oceanos estão os resíduos provenientes de atividades humanas. Esses resíduos causam impactos variados e têm origem tanto na terra quanto nos próprios mares. Um dos itens poluidores que trazem maior preocupação são os materiais plásticos. Já em 1975, a Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos estimou que apenas as fontes de poluição oceânicas (embarcações militares, comerciais, de pesca, de transporte de passageiros e de recreação) lançavam anualmente cerca de 7 milhões de toneladas de lixo no mar. Esse lixo inclui lixo orgânico e cargas sólidas (metais, vidro, ▶

Na linha d'água da praia, em Santos (SP), os grânulos plásticos dividem espaço com os banhistas

FOTO DE A. TURRA



Figura 1. Os grânulos plásticos produzidos na indústria petroquímica apresentam grande variedade de cores e formas e têm tamanho em geral entre 1 e 5 mm

borracha, papel e outros materiais). O mesmo estudo estimou que os plásticos compunham cerca de 8 mil toneladas desse lixo. Já o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) calcula que 46 mil partículas de lixo plástico flutuem em cada 2,5 km² dos oceanos. Cerca de 80% desse total chegam ao mar levados por ventos, pelo escoamento da água das chuvas e por esgotos e rios, e 20% são lançados diretamente por embarcações.

Os plásticos estão distribuídos virtualmente por toda a sociedade moderna e seu uso continua a se expandir para novas áreas e a se intensificar. Nas últimas décadas o plástico foi uma das matérias-primas que apresentaram maior aumento de produção, com destaque para os Estados Unidos, onde essa produção passou de 2,9 milhões de toneladas, em 1960, para 21,7 milhões em 1985. O material plástico é durável, leve, barato e pode ser transformado em produtos de várias formas, tamanhos e com diferentes propriedades funcionais. Nos Estados Unidos, no início da década de 1990, cada indivíduo utilizava em média 90 kg de plástico por ano, sob a forma de

garrafas, utensílios domésticos, tecidos, brinquedos e embalagens variadas (para o Brasil, estimava-se que, em 1998, esse uso atingiria 20 kg anuais, e a tendência era de aumento rápido). Só nos Estados Unidos eram produzidas, em 1992, cerca de 28 milhões de toneladas de material plástico, segundo estudos da Agência Ambiental daquele país (EPA).

A abundância de produtos plásticos tem criado sérios problemas ambientais. A lenta degradação natural da maioria dos plásticos e a toxicidade dos gases produzidos durante sua incineração são algumas das dificuldades encontradas para a solução desse impasse. Os plásticos não degradam rapidamente no ambiente porque são resistentes ao calor, ao ar e à água. Segundo especialistas, alguns plásticos podem durar centenas de anos. Além disso, a degradação provocada pela ação das radiações solares transforma os plásticos em partículas cada vez menores, mas todas mantêm as características originais – continuam sendo plásticos. Por essas razões, a quantidade desse resíduo nos oceanos cresce continuamente.

FOTO DE A. TURBA

Impacto ambiental e econômico

A matéria-prima plástica deriva do petróleo, substância formada por uma mistura complexa de compostos químicos denominados hidrocarbonetos. A indústria básica de plásticos separa moléculas simples (monômeros) a partir dos hidrocarbonetos e então as une, gerando moléculas maiores e mais complexas, os polímeros (ou resinas). Estes são produzidos em forma de grânulos e flocos ou em pó, para facilitar o transporte e a utilização posterior, e levados em grandes quantidades para indústrias de produtos finais, onde são transformados em bens de consumo.

Os grânulos plásticos também são conhecidos como lágrimas de sereias. Podem ter forma esférica, ovóide ou cilíndrica, ter 1 a 5 mm de diâmetro e ser esbranquiçados, transparentes ou coloridos, o que depende de sua composição química e de seu propósito final (figura 1). Os grânulos mais comuns são os de materiais derivados do propileno e do etileno (hidrocarbonetos mais simples), como polipropileno, polietileno, poliuretano e poliéster (usados em frascos, garrafas, sacos e bolsas, embalagens, eletroeletrônicos, brinquedos, calçados, utensílios domésticos, fios, tecidos, telas, canos, peças mecânicas e muitas outras aplicações).

Estima-se que um quadrilhão de grânulos plásticos foram produzidos a cada ano, só nos Estados Unidos, no início da década de 1990. Além da quantidade produzida, foram adicionados aos grânulos (misturados ou ligados quimicamente) compostos que alteram suas propriedades estéticas (cor e forma) e físicas (resistência térmica e dureza), ou características relacionadas com o processamento posterior (porosidade, por exemplo). Os aditivos apenas misturados com o polímero são em geral removidos (ou lixiviados) com maior facilidade, enquanto os incorporados quimicamente só são liberados se o plástico for degradado por processos químicos.

Dependendo de sua densidade, os grânulos flutuam na superfície do mar, ficam suspensos na coluna d'água ou afundam e permanecem no assoalho oceânico. Essa densidade, por sua vez, depende dos tipos de polímero que compõem os plásticos, dos aditivos usados para alterar suas características e da densidade da água na área em que são lançados. Muitos dos aditivos são tóxicos, em diferentes níveis, e seus efeitos podem ser graves, já que podem ser assimilados por variados organismos aquáticos que ingerem acidentalmente os grânulos.

A ingestão de grânulos plásticos por animais costeiros e marinhos, seja por acidente ou quando

são confundidos com algas, ovos e larvas, ou mesmo com organismos de pequeno porte, implica sérios riscos. Eles podem causar bloqueio intestinal, reduzir a absorção de nutrientes ou ainda criar falsa sensação de saciedade em animais, como peixes e aves, reduzindo a busca por alimento e levando-os à morte por inanição.

Estudos no Havaí (Estados Unidos) indicaram que 16 das 18 espécies de aves marinhas locais ingerem plástico e que 70% dessa ingestão é composta por grânulos flutuantes. Além disso, os polímeros plásticos funcionam como veículos para alguns compostos tóxicos que não se dissolvem na água do mar, como o dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), bifenil-policlorado (PCB) e monofenóis. Essas substâncias aderem aos grânulos (levando a uma acumulação que pode alcançar um milhão de vezes o nível que normalmente apresentam quando dispersas na água), de forma que sua ingestão pode acarretar problemas hormonais nos organismos marinhos que os consomem e, indiretamente, em humanos (já que muitos desses organismos, em especial os peixes, são comuns na dieta humana). Os grânulos também têm impactos econômicos, pois podem entupir sistemas de resfriamento de motores de embarcações – no Japão, estima-se que esse problema cause prejuízos anuais da ordem de US\$ 50 milhões.

Um problema de âmbito global

Os grãos plásticos são um importante componente da poluição marinha por resíduos sólidos. Embora não sejam esteticamente desagradáveis como muitos outros resíduos (às vezes sequer são percebidos), adquirem relevância por sua quantidade e persistência no ambiente. Eles estão presentes em todos os oceanos e praias do mundo e têm sido relatados desde a década de 1970 nos sedimentos e na superfície das águas de áreas costeiras e oceânicas, inclusive em áreas remotas do planeta, como praias do oceano Pacífico no hemisfério Sul e no Havaí. Os primeiros estudos sobre grânulos plásticos em praias foram conduzidos na Nova Inglaterra (estado na costa leste dos Estados Unidos) e no mar de Sargãos (área com algas flutuantes no Atlântico Norte). Tais resíduos também foram relatados na costa do mar Mediterrâneo e em várias partes dos Estados Unidos, do Reino Unido e do mar do Caribe.

Mais recentemente, de 1988 a 1991, estudos da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) sobre entulhos aquáticos revelaram ampla distribuição de grânulos plásticos nos portos oceâ-

nicos daquele país, tanto nas costas do Pacífico quanto nas do Atlântico (inclusive no golfo do México). Registrados em 13 dos 14 portos analisados, foram um dos itens mais comuns. Também foi encontrada grande quantidade desse tipo de resíduo no canal de navegação de Houston, no estado do Texas: cerca de 250 mil unidades foram coletadas em apenas uma amostra. A cidade de Houston tem uma das maiores concentrações de instalações de indústrias de plásticos dos Estados Unidos. A quantidade de grânulos presente em praias também pode ser muito alta, atingindo valores da ordem de 100 mil grânulos por quilômetro em uma praia na Nova Zelândia. Os resíduos plásticos chegaram a compor 99% do lixo recolhido em uma limpeza de praia em Orange County, na Califórnia (Estados Unidos), e o item mais abundante foram os grânulos.

Segundo a EPA, uma estratégia adequada para lidar com esse problema é a identificação das fontes dos grânulos para o ambiente marinho. Entre as várias fontes de emissão conhecidas, as empresas relacionadas à cadeia produtiva dos plásticos são as principais responsáveis. Esses grânulos podem ser levados para o ambiente durante os processos de produção, transporte e utilização, por meio das tubulações de efluentes urbanos e industriais (produtores e processadores de grânulos); de vazamentos

em caminhões, vagões de trem e barcos (transportadores); como rejeitos de atividades realizadas em mar aberto (operação de plataformas petrolíferas, lavagem de porões de navios e despejos de resíduos de barcas); além de eventuais acidentes com navios cargueiros (por exemplo, durante as operações de manuseio de carga nos portos ou durante o transporte de carga pelo mar) (figura 2).

Grânulos nas praias brasileiras

Embora o conhecimento no mundo seja razoavelmente amplo, não há dados sobre a distribuição e a composição desses grânulos no Brasil. Há apenas registros informais para algumas áreas costeiras de São Paulo, como Santos, Ubatuba e Guarujá, inclusive em praias localizadas em unidades de conservação (como a praia da Fazenda, em Ubatuba), e nos litorais do Paraná e do Rio Grande do Sul. Em Santos, particularmente, os grânulos são muito abundantes e facilmente encontrados e coletados (figura 3).

A intensa atividade industrial na região, principalmente em Cubatão, juntamente com a presença do maior porto da América Latina, geram uma alta concentração de resíduos sólidos. Essa situação, somada ao aumento da ocupação urbana na região e à falta de um tratamento adequado, potencializa a poluição ambiental que, de um modo ou de outro, acaba chegando ao oceano. Além disso, a presença na região de grande número de refinarias e indústrias petroquímicas amplia a possibilidade de emissão de grânulos plásticos para o ambiente estuarino e marinho, e a abundante rede de drenagem local potencializa o problema.

Diante dessas constatações, o Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo vem desenvolvendo, em parceria com o Instituto Costa Brasilis, uma organização da sociedade civil de interesse público

Figura 2. As perdas de grânulos plásticos para o ambiente ocorrem nas indústrias (produtora e transformadora), no transporte ou durante seu uso em processos de limpeza e outros em navios ou plataformas de petróleo

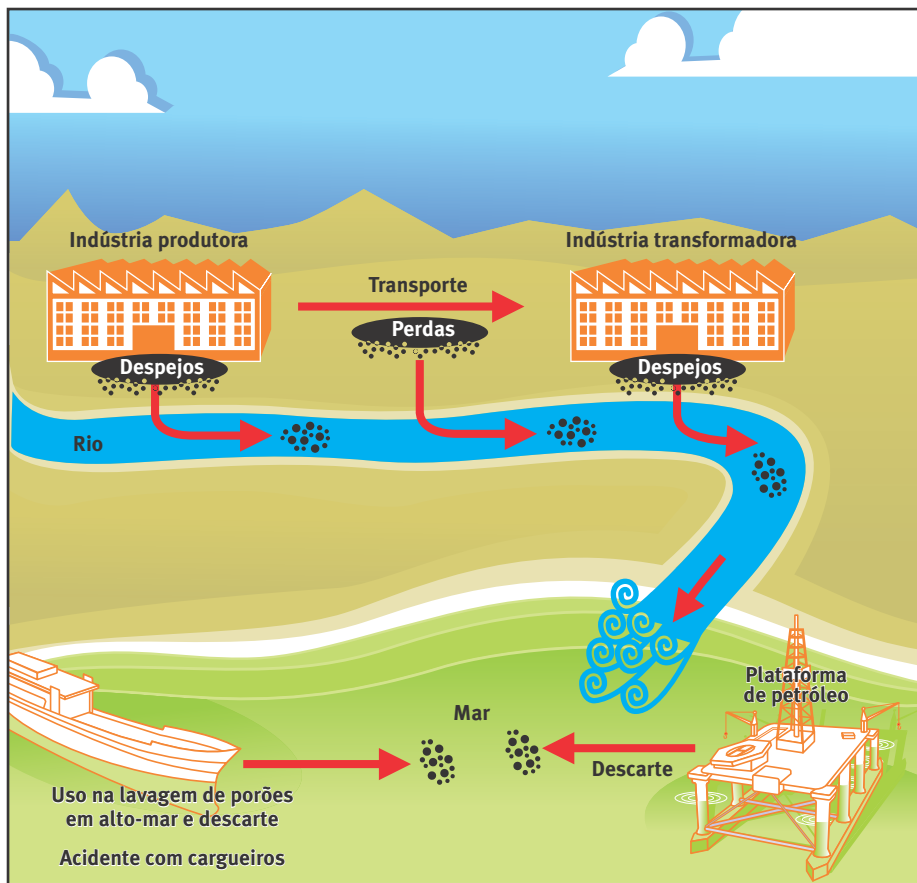




Figura 3. Nas praias de Santos (SP), são facilmente coletados grânulos plásticos, um dos tipos de resíduos sólidos mais comuns em ambientes marinhos em várias partes do mundo

(OSCIP), um projeto para reunir informações sobre a distribuição, composição e possíveis fontes de emissão dos grânulos, através de coletas e análises em pontos estratégicos das praias da enseada de Santos. Um levantamento das empresas que produzem, transportam e usam os grânulos também está previsto. O projeto já tem financiamento aprovado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp).

Dados preliminares revelam que eles se acumulam na porção mais alta da praia, onde normalmente a areia é seca e a água chega raramente, atingindo densidades de dezenas ou centenas de unidades por metro quadrado. Como os grânulos alcançam a praia flutuando na água do mar, trazidos pelas correntes e ondas, é também comum encontrá-los na linha d'água, dividindo espaço com os frequentadores da praia. A abundância dos grânulos varia ao longo das praias da enseada de Santos, o que pode ser explicado pelo padrão local de circulação de correntes. Segundo informações obtidas na região do porto de Santos, os grânulos plásticos são com frequência usados para auxiliar na limpeza de porões e tanques de navios e depois descartados diretamente no mar. Outra possível fonte seria a perda acidental, pelas indústrias do setor de plástico da região, desse material para o estuário, por onde chegaria ao

mar. Quanto à composição química, sabe-se que esses grânulos têm baixa densidade e são derivados de poliestireno e polietileno.

Os resultados finais desse estudo permitirão futuras investigações sobre a distribuição dos grânulos nas praias de São Paulo e do Brasil. Os grânulos são muito pequenos para serem retirados das praias pelos mecanismos de limpeza tradicionais (rastelo e trator), mas dados mais completos sobre sua concentração e distribuição, ao serem cruzados com informações sobre balneabilidade e urbanização, poderão ser úteis como um indicador alternativo do grau de alteração de determinada praia ou ambiente costeiro. Mesmo praias com boa balneabilidade e pouco urbanizadas podem apresentar grandes concentrações desses materiais.

Esse estudo auxiliará os governos (municipais e estaduais, onde houver áreas costeiras), os órgãos responsáveis pela proteção ambiental e o setor privado envolvido (as indústrias de plásticos, por exemplo) na avaliação dos métodos de produção, processamento e transporte dos grânulos e na determinação de medidas consistentes para controlar e prevenir sua liberação para o ambiente. A participação de todas essas instâncias é desejável e necessária para evitar que o problema atinja, no Brasil, os níveis já observados em outras áreas do mundo. ■

SUGESTÕES PARA LEITURA

- CARPENTER, E. J.; ANDERSON, S. J.; HARVEY, G. R.; MIKLAS, H. P.; PECK, B. B. 'Polystyrene spherules in coastal waters', in *Science*, v. 178, p. 749, 1972.
- EPA. *Plastics pellets in the aquatic environment (Final Report)* – EPA/842-B-92-010. Washington, Environmental Protection Agency, 1992.
- MOORE, C. *Plastic is drastic: world's largest 'landfill' is in the middle of the ocean*. Alguita Marine Research Foundation, 2002 (disponível em www.mindfully.org/Plastic/Ocean/Ocean-Plastic-Landfill-Algalitainovoz2.htm).
- PEREIRA, R. C. & SOARES-GOMES, A. *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro, Interciência, 2002.
- WATSON, P. *Against the current – The plastic sea, 2001* (disponível em http://www.seashepherd.org/ocean_realm/ocean_realm_auto1.html).