

Recursos vivos do mar e poluição*

Luis Felipe Hax Niencheski

RESUMO

A água é susceptível de alteração de suas propriedades e constituição por agentes naturais e antrópicos (sociais e tecnológicos). Essas alterações, quando intensas, podem provocar poluição. Em todo ambiente hídrico, as plantas microscópicas (fitoplâncton) presentes nas camadas superficiais absorvem luz, nutrientes, dióxido de carbono, água e contaminantes. O fitoplâncton é a principal alimentação de outros animais microscópicos (zooplâncton). O que não é aproveitado pelo plâncton ou transportado pelas correntes marinhas acaba por depositar-se no sedimento marinho, onde se torna alimento para os organismos bentônicos. Os peixes que se alimentam de organismos planctônicos e/ou bentônicos absorvem a contaminação contida nesses organismos e podem ir bioacumulando essa contaminação ao longo do tempo, magnificando-a em seus tecidos. Assim, os dejetos tóxicos podem retornar aos seres humanos via cadeia trófica dos rios, lagos, estuários e mares.

PALAVRAS-CHAVE

Meio ambiente; poluição do mar.

ABSTRACT

Water is susceptible to changes in its properties and constitution by natural and anthropic agents (social and technological). These changes, when intense, can cause pollution. In all water environments, microscopic plants (phytoplankton) present in the surface layers absorb light, nutrients, carbon dioxide, water and contaminants. Phytoplankton is the main food for other microscopic animals (zooplankton). What is not used by the plankton or transported by marine currents is deposited in the marine sediment where it becomes food for benthic organisms. Fish that feed on planktonic and/or benthic organisms absorb the contaminants present in these organisms and can bio-accumulate these contaminants over a long period of time which expand in their tissues. Thus, toxic waste can return to human beings through the trophic chain of rivers, lakes, estuaries and seas.

KEYWORDS – Environment; marine pollution.

Luis Felipe Hax Niencheski é Professor Titular do Departamento de Química e do Laboratório Hidroquímico da Fundação Universidade do Rio Grande-RS.

* Texto produzido pelo autor, baseado em conferência proferida no Painel III – Águas Marinhas – do Seminário Internacional “Água, bem mais precioso do milênio”, promovido pelo Centro de Estudos Judiciários do Conselho da Justiça Federal, de 17 a 19 de maio de 2000, em Brasília-DF, no auditório do Superior Tribunal de Justiça.

A “água”, considerada muito oportunamente neste Seminário Internacional como o bem mais precioso do milênio, infelizmente sofre agressões e está submetida a riscos. Estes últimos podem ser classificados como naturais (terremotos, maremotos, vulcões), sociais (epidemias) e tecnológicos, que podem vir a contaminar o solo, o ar, além da própria água.

Como contaminantes, destacam-se: lixo; esgoto; metais pesados; petróleo; produtos orgânicos sintéticos (onde se enquadram todos os pesticidas, inclusive os inseticidas de uso doméstico); nutrientes (nutrir algo a princípio seria bom, mas, em quantidades acima do limite, torna-se prejudicial); elementos radioativos artificiais; e a remobilização artificial de sedimentos (operações de dragagem), que é sobretudo uma contaminação física e não química.

Os contaminantes encontram-se espalhados em sistemas. O sistema continental, que recebe a maior quantidade de contaminantes, passa-os ao sistema estuarino (ambiente de transição ao sistema costeiro marinho), para atingir o sistema oceânico ou de mar aberto. Em função do desenvolvimento urbano, os sistemas estuarino e costeiro são submetidos a fortes agressões antrópicas. Estudos do *Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution* (GESAMP) (1990), da Comissão Oceanográfica Intergovernamental – Unesco, mostram a contribuição relativa dos contaminantes na porção próxima à costa e em mar aberto. Por exemplo, atividades de prospecção *off shore*, logicamente, serão efetuadas em mar aberto, e a contaminação acontecerá nesse local. Entretanto, quase que a totalidade do material carregado pelos rios, *dumping*, transporte, lançamentos, escoamentos superficiais, água da chuva que escorre sobre a superfície, deposições atmosféricas, afetam as áreas próximas à costa. Todas as atividades realizadas no continente, nas cidades, produzem resíduos. Estes, lançados no meio ambiente, não vão embora e podem muitas vezes ficar bem próximos a nós, retornando por meio do transporte atmosférico.

Os contaminantes não se encontram unicamente na água. Quando se aborda o problema da contaminação hídrica, precisa-se ater a todos os compartimentos ambientais, ou seja, à água e ao seu material em suspensão, ao sedimento, à água intersticial aos

sedimentos e à biota, esta última ligada intimamente ao homem pelos processos extrativos pesqueiros.

Todos esses compartimentos possuem uma ligação muito estreita e interação constantemente ao longo do tempo. Os componentes desses sistemas não são estáveis. Eles estão, de uma forma constante, transferindo-se de um compartimento a outro. Achava-se que o grande culpado do lançamento de contaminantes fossem os complexos industriais. Entretanto, informações obtidas junto ao Comitê de Bacias da França mostram que os lançamentos de dejetos de aglomerações urbanas representam uma quantia de 45% do total, ao passo que as indústrias, 55%. Isso, em um país industrializado como a França. No nosso, o valor correspondente aos centros urbanos deve ser bem mais elevado.

As principais fontes externas de entrada de contaminantes nos ecossistemas dão-se por emissões aéreas, rios e lançamentos diretos de efluentes. No momento em que o contaminante atinge o meio ambiente, os processos de transferência entre o ar, a água, o sedimento, o material em suspensão e os organismos, constituem-se nas fontes internas. Quando o contaminante altera o ecossistema, coloca em prejuízo a vida e torna-se um poluente.

As fontes de poluição podem ser divididas em constante e flutuante. Fonte constante é aquela que chega dia a dia, mais ou menos com uma carga conhecida, enquanto que fonte flutuante é a determinada por efeitos acidentais ou meteorológicos (tempestades, vendavais, inundações), o que torna muito difícil o seu controle permanente e/ou monitoramento. Primeiro, porque são poucos os locais conhecidos em termos de fonte de transferência de abastecimento; segundo, o monitoramento, para ser conduzido em tempo contínuo, torna-se caro e difícil de ser implementado. Por isso, o conhecimento sobre as fontes ainda apresenta uma lacuna muito grande, deixando muito a ser investigado.

Os poluentes, ainda, são dispersos por processos de transportes advectivos, seja por correntes aéreas ou por correntes marinhas. Associam-se a esses processos os difusivos, que acontecem também tanto na parte aérea como na hídrica. Muitas vezes, torna-se muito difícil estudar esses processos, porque ocorrem em grande escala, abrangendo grandes áreas, o que

torna um desafio para um navio oceanográfico, localizado em algum ponto do oceano, analisar toda a complexidade desses fenômenos, que interagem constantemente.

Para onde vão todos os poluentes que produzimos no ambiente terrestre? Inicialmente, eles vão se depositar no ambiente marinho em zonas rasas, as quais podemos chamar de locais de deposição temporária. Nesses locais, o sedimento atua de uma forma dupla. Primeiro, como um depositário e, segundo, como fonte, pois nos locais rasos, a circulação oceânica pode fazer com que os poluentes que já haviam sido depositados no fundo sejam ressuspensos, voltando à coluna d'água e ficando novamente disponíveis aos organismos, ou seja, prontos para serem assimilados novamente. O “depósito final” só acontece quando são atingidas grandes profundidades. Mesmo assim, nessas profundidades existem processos de circulação oceânica, que podem ser intensos e atingir grandes áreas oceânicas. Não existe certeza absoluta de que o lugar que se considera protegido esteja realmente protegido e que o poluente ali depositado não será remobilizado e que não voltará à cadeia trófica.

As necessidades e as atividades humanas são, na maioria das vezes, os responsáveis pelo lançamento de contaminantes. Isso também resulta na ausência de relações diretas entre eles. Por exemplo, Windom¹ apresenta, para um período compreendido entre 1970 e 1990, que o consumo de fertilizantes para a agricultura praticamente dobrou, ao passo que a venda de pesticidas, também para a agricultura, aumentou em torno de vinte vezes. Isso mostra que está faltando um gerenciamento, levando ao uso indiscriminado. O que deve ser feito, no caso dos pesticidas, é a aplicação da quantidade eficaz, para evitar o dano causado pelas pragas à lavoura, mas sem desperdício e, ainda, incentivar o desenvolvimento de tecnologia visando o uso de pesticidas naturais.

Em relação aos organismos marinhos, não se consideram apenas os moluscos, peixes e crustáceos, aqueles que possuem valor comercial, mas sim toda a cadeia trófica, composta na sua base pelo fitoplâncton, que são organismos unicelulares microscópicos que usam a luz solar, os nutrientes e o dióxido de carbono (CO₂) dissolvido como elementos necessários e indispensáveis ao seu desenvolvimento.

Esses organismos são assimilados pelo zooplâncton. O fito e zooplâncton, na maioria das vezes, como não são visíveis a olho nu, passam despercebidos por nós. Entretanto, são indispensáveis e fundamentais para a manutenção da vida nos ambientes hídricos e possuem um papel importantíssimo na circulação de contaminantes. O homem participa desse ciclo consumindo o peixe, o molusco (ostras, mexilhões), o crustáceo (camarão). A concentração dos contaminantes tende a aumentar em cada etapa da cadeia alimentar. Assim, liberações de substâncias na água, em quantidades consideradas "inócuas", podem tornar-se altamente tóxicas para os componentes sucessivos da cadeia alimentar. Quando consumimos esses organismos contaminados, podemos ter de volta, e a nós incorporados, elementos tóxicos que havíamos lançado ao meio ambiente através dos esgotos não tratados.

Os produtos de excreção dos organismos aquáticos, ou seus corpos após a morte, depositam-se em direção ao sedimento de fundo, constituindo em parte a alimentação dos organismos bentônicos (aqueles que vivem em contato direto com o fundo), enquanto que outra parte será mineralizada (decomposta). Nesse processo, o oxigênio dissolvido do meio será utilizado por bactérias, que transformam matéria orgânica em nutrientes dissolvidos, disponibilizando-os novamente para o meio ambiente, para o consumo vegetal, constituindo assim um ciclo natural, que se repete desde a criação. Os ciclos marinhos são semelhantes aos terrestres. No ambiente marinho, ocorrem épocas de maior e de menor produção. Da mesma forma que na terra as folhas caem durante o outono, no mar, o outono e inverno são também períodos de baixa produção biológica.

O ambiente marinho é o grande depositário de CO₂ do planeta. Todos sabemos que a queima de combustíveis fósseis aumenta a quantidade de CO₂ no ar e provoca o efeito estufa. Pela grande área superficial ocupada e pela capacidade absorptiva do fitoplâncton, os oceanos acabam por absorver grande parte do excesso que é produzido em terra. Entretanto, essa absorção possui limites, os quais, quando ultrapassados, ocasionam problemas.

Os nutrientes ou sais minerais resultantes da decomposição da matéria orgânica ou provenientes dos esgotos, como apresentado antes, cau-

sam a fertilização das águas ou eutrofização (quebra da homeostasia), que constitui-se em uma poluição, e é grave. São vários os casos conhecidos em todo o mundo. Lagos naturais ou artificiais, até mesmo aqueles à beira de estradas ou em locais públicos, como parques, muitas vezes apresentam-se com um "tapete ou nata verde" na sua superfície. Isto é um caso de proliferação excessiva de microalgas. Vários desses fenômenos têm sido registrados na Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul) nos últimos anos², causado por superpopulações da cianobactéria *Microcystis*. Esses estudos foram desenvolvidos na Fundação Universidade do Rio Grande (Furg), uma universidade voltada para o mar. Nesta, dentre várias linhas de pesquisa, desenvolvem-se estudos sobre qualidade do meio ambiente e conseqüências do efeito dos poluentes no ecossistema, seja em nível do fitoplâncton, zooplâncton, crustáceos, moluscos ou peixes.

Sempre que existe uma proliferação excessiva de uma espécie, as outras desaparecem, resultando em um desequilíbrio do ambiente, pois a espécie que ficou é sempre muito resistente e, geralmente, quando morre, lança toxinas prejudiciais aos outros organismos. Mas como surgem essas florações ou "bloom" algais? São o resultado de uma grande liberação de nutrientes dissolvidos (principalmente o nitrogênio e fósforo). De onde provêm esses nutrientes? Principalmente dos nossos esgotos domésticos. Quanto mais esgoto produzimos, mais disponibilidade de elementos químicos vamos ter no meio ambiente. Devemos ter em mente que um elemento não se desfaz, não desaparece, apenas se transforma nas várias espécies e tipos característicos a cada um. Algumas dessas espécies são assimiladas preferencialmente por organismos, como é o caso do nitrogênio e fósforo pelo fitoplâncton.

Na Lagoa dos Patos já foram registrados casos de mortalidade maciça de peixes. Em agosto de 1996 aconteceu em uma área bem distante de qualquer fonte direta de contaminação. Assim, ninguém pode ser responsabilizado diretamente. Acredita-se que o acontecido não tenha sido resultado de nenhuma ação premeditada, mas sim de fatores físicos (baixíssimo índice pluviométrico) juntamente com ações variadas e conjugadas a alguns quilômetros distantes do local onde os peixes foram encontrados

(...) liberações de substâncias na água, em quantidades consideradas "inócuas", podem tornar-se altamente tóxicas para os componentes sucessivos da cadeia alimentar. Quando consumimos esses organismos contaminados, podemos ter de volta, e a nós incorporados, elementos tóxicos que havíamos lançado ao meio ambiente através dos esgotos não tratados.

(onde altos níveis de nutrientes são lançados), em algum espaço de tempo precedente. Muitas vezes, a repercussão dessas ações acontece dias, semanas depois, tornando-se difícil estabelecer uma correlação direta com a conseqüência real. Na maioria dos casos, os peixes apresentaram hemorragia (linhas avermelhadas embaixo das escamas) e brânquias arroxeadas, em vez de cor vermelho-sangue, indicando falta de oxigênio, porque este foi todo consumido na tentativa de oxidar a matéria orgânica abundante no meio, enquanto que a hemorragia foi causada por uma hepatoxina liberada pela floração de cianobactérias³.

Montu e Gloeden⁴, analisando o zooplâncton coletado no estuário da Lagoa dos Patos, observaram vários exemplares de *Acartia tonsa* cobertos de fungos, provavelmente decorrência do excesso de matéria orgânica. Também observaram organismos com anomalias morfológicas, inclusive com prolapsos intestinais. A manifestação desses prolapsos é conseqüência de

irritação do tecido digestivo causada por elementos/compostos tóxicos presentes no meio hídrico e absorvido por indivíduos antes saudáveis. Esses compostos provocam muitas manifestações patológicas, chegando a levar à morte. É uma reação desses indivíduos à poluição e constitui-se em exemplo da resposta da natureza às agressões antrópicas.

Minillo⁵, em estudos de cultivo de peixes, por meio de cortes histológicos das brânquias de tainha (*Mugil platanus*), encontrou indivíduos apresentando hiperplasia. Aponta como causa a exposição desses organismos a contaminantes, principalmente metais pesados.

No estuário da Lagoa dos Patos, localiza-se o Porto da cidade do Rio Grande, um dos mais importantes do Brasil. Atividades portuárias são poluidoras por natureza e os ambientes hídricos circunvizinhos a essas atividades devem ser monitorados permanentemente, pois acidentes acontecem e devemos estar preparados para apresentar soluções em curtos espaços de tempo.

Em agosto de 1998, ocorreu no Porto de Rio Grande o incidente com o Navio Tanque Bahamas, onde foram liberadas para o meio ambiente mais de 9.000 toneladas de ácido sulfúrico⁶. A gravidade da situação fez com que houvesse a sistematização de uma ação conjunta envolvendo técnicos, cientistas, autoridades locais, estaduais e federais, Poder Público e Judiciário. Essas ações evitaram que o grave problema se transformasse em um desastre ecológico. Prova concreta é que a safra de camarão do verão 1999/2000 foi uma das maiores dos últimos anos.

Os problemas decorrentes desse incidente foram também amenizados, porque o meio ambiente tem um grande poder de autodepuração. Desde o momento do lançamento de elementos antrópicos, começam a agir sobre eles processos de dissolução, dispersão, foto oxidação, emulsificação e vários outros, que minimizam a ação do agente estranho ao meio ambiente.

A alteração da qualidade do meio não só ocorre quando há intrusão de elementos/substâncias estranhas a ele. Por exemplo, a remobilização de sedimentos depositados, por ações naturais ou de dragagem, pode elevar demasiadamente a concentração de material em suspensão na água e isso ocasionar problema de penetração da luz solar e alimentação para

alguns organismos. Uma pergunta: como surgem as elevadas cargas de material em suspensão? Devido às ações de dragagem e sobretudo ao desmatamento. A mata ciliar, que protege os rios da erosão, paulatinamente está desaparecendo.

A ciência hoje, lançando mão do uso de métodos laboratoriais, analíticos, fotografias aéreas e de satélite, detecta todo e qualquer tipo de agressão ao meio hídrico. Cabe aos técnico-cientistas empregar a técnica correta na hora certa e, para que isso aconteça, dispor de recursos humanos e materiais condizentes. Felizmente, o nosso País já tem alguma tradição e as instituições de formação de recursos humanos estão cientes do quanto ainda temos de progredir.

Qualquer ação, mesmo a de simples avaliação da qualidade de um meio hídrico, repousa sobre os dados e informações científicas que estão disponibilizados. Para tal, é necessário produzir dados reais, exatos e precisos, que reflitam exatamente a situação em que o meio ambiente se encontra. O meio ambiente não grita, não se manifesta imediatamente após sofrer uma agressão. As conseqüências nefastas são sentidas algum tempo depois. Assim, os dados produzidos ao longo do tempo constituem-se em algo de base, onde sobre eles serão calculados os balanços de massa, que servirão para a avaliação da contaminação e da poluição. Essas informações e avaliações são imprescindíveis para a elaboração das medidas normativas e legislação ambiental. Por exemplo, só foi possível o enquadramento dos recursos hídricos da região sul do estuário da Lagoa dos Patos pela Fundação Estadual de Proteção ao Meio Ambiente (Fepam), com base na Resolução n. 20 do Conama (1986), em função dos dados produzidos e disponibilizados pela Furg sobre esse ambiente. O trabalho cooperativo entre pesquisadores e os técnicos em meio ambiente foi o que resultou no enquadramento dessa região. A intenção é expandir atitudes oficiais como esta para outras regiões, desde que sobrepujado o grande problema ainda existente, que é a carência de dados para os locais onde o enquadramento necessário é pretendido.

Isso reforça, cada vez mais, a necessidade de as instituições envolvidas com o meio ambiente estarem em sintonia fina, sejam elas públicas ou privadas, regionais ou federais. As-

sim, os recursos vivos serão melhor preservados e desenvolverão melhor as funções que a natureza lhes atribuiu. Cabe a nós, técnico-cientistas, descobrirmos e conhecermos quais são os limites de autodepuração de contaminantes do meio hídrico e ficar atentos, para que possam ser adotadas medidas mitigadoras de possíveis desequilíbrios ambientais.

O desenvolvimento urbano e industrial não é incompatível com a qualidade ambiental: é uma questão de educação, consciência, bom senso, tecnologia e vontade política.

NOTAS

- 1 WINDOM, 1992.
- 2 YUNES *et alii.*, 1994 e 1996.
- 3 YUNES *in*: REGUERA, BLANCO, FERNANDES. e WYATT, 1998.
- 4 MONTU e GLOEDEN, 1982.
- 5 MINILLO, 1995.
- 6 NIENCHESKI *et alii.*, 1998.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GESAMP. State of the Marine Environment. *Report and Studies* n. 39, Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution. 111 p. Nairobi, United Nations Environment Programme. 1990.
- MINILLO, Alessandro. Efeitos de diferentes taxas de arraçamento em juvenis de tainha *Mugil platanus* (Pisces: Mugilidae), em água doce e salgada. Trabalho de graduação para obtenção do título de Oceanólogo. 45 p. 1995.
- MONTU, Mônica e GLOEDEN, Ivo. Morphological alterations in *Acartia tonsa* (Saco da Mangueira, Lagoa dos Patos, Brazil). *Arq. Biol. Technol.*, v. 25, n. 3/4, p. 361-369, 1982.
- NIENCHESKI, Luis Felipe; BARAJ, Besnik e BAUMGARTEN, Maria da Graça. Avaliação da Qualidade Hídrica. In: *Monitoramento emergencial dos efeitos diretos do derramamento de ácido do navio "Bahamas" no estuário da Lagoa dos Patos*. Contrato de prestação de serviços que celebraram a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler - FEPAM e a Fundação Universidade do Rio Grande - FURG. Coordenadores: Asmus, Milton e Tagliani, Paulo Roberto. Relatório Técnico, 1998. 117 p. p. 14-19 e p. 97-114.
- WINDOM, Herbert. Contamination of the Marine Environment from Land-based Sources. *Marine Pollution Bulletin*, v. 25, n. 1-4, p. 32-36, 1992.
- YUNES, João Sarkis; NIENCHESKI, Luis Felipe; SALOMON, Paulo; PARISI, Marcelo; BEATTIE, Kenny; RAGGETT, Samantha

- e CODD, Geoffrey. Development and toxicity of cyanobacteria in the Patos Lagoon Estuary, Southern Brazil. Proceeding of COI - Taller Regional de Planificación Científica sobre Floraciones Algales Nocivas. 15-17 de Junho de 1994. INAPE, Montevideo, Uruguai. Edição COI/UNESCO - Informes de reuniones de trabajo n. 101. p. 14-19. 1994
- YUNES, João Sarkis; SALOMON, Paulo; MATTHIESEN, Alexandre; BEATTIE, Kenny; RAGGETT, Samantha e CODD, Geoffrey. Toxic Blooms of Cyanobacteria in the Patos Lagoon Estuary. *Journal of Aquatic Ecosystem Health*. n. 5, p. 223-229. 1996.
- YUNES, João Sarkis; MATTHIESEN, Alexandre; PARISI, Marcelo; SALOMON, Paulo; BEATTIE, Kenny; RAGGETT, Samantha e CODD, Geoffrey. Microcystis aeruginosa and Microcystin-Containing Colonies in the Patos Lagoon Estuary. In: REGUERA, B., BLANCO, J., FERNANDES, M.L. e WYATT, T. (editores). *Harmful Algae*. Xunta de Galicia and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. p. 18-21. 1998.