

EFEITOS DA POLUIÇÃO SOBRE A EXPLORAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS VIVOS*

SAMUEL MURGEL BRANCO **

1. GENERALIDADES

Não constitui fácil tarefa a de especificar todos os processos pelos quais a poluição interfere na produção de peixes. O desenvolvimento das populações de peixes, camarões ou mariscos é resultado de um conjunto de propriedades e características do meio ambiente integrados a um sistema complexo. Variações pequenas e lentas de tais características são ocorrências normais e levam à evolução do sistema e a variações de seus produtos finais, devidas a fenômenos de adaptação e seleção, mas em geral não conduzem à completa destruição do "equilíbrio dinâmico" do ecossistema.

Num sentido ecológico amplo, considera-se poluição a todas as interferências que possam ocasionar modificações drásticas nas propriedades e características do ecossistema. Essas propriedades são resultantes de fatores físicos, químicos e biológicos. A dificuldade em interpretar ou avaliar corretamente as conseqüências numa perturbação ecológica pode ser exemplificada pelo seguinte fato: Hasler (1970), com o propósito de investigar a influência da dureza da água na produtividade, dividiu um pequeno lago circular em duas metades; em uma delas introduziu hidróxido de cálcio em quantidade suficiente para elevar o pH da água de 5,0 para 7,3. Essa "pequena" interferência produziu uma acentuada alteração no ecossistema. Hasler, analisando as causas que levaram a essa alteração, caracterizada principalmente por enorme aumento da produtividade primária, chegou à conclusão que se devia a:

- a) elevação do pH
- b) coagulação e precipitação dos colóides

da água, aumentando a penetração da luz

- c) aumento dos íons HCO_3
- d) precipitação de ferro
- e) aumento da disponibilidade do fósforo para as algas
- f) outras interações não avaliadas

As conclusões dessa experiência, Hasler acrescenta a sugestão de que se dê maior atenção às características das bacias de drenagem dos lagos, rios ou estuário, pois são essas características da bacia de drenagem que conferem à água sua individualidade química e determinam sua produtividade com relação a peixes.

O método mais direto e mais empregado na avaliação da potencialidade destrutiva de determinado despejo sobre os peixes de um rio, lago ou oceano é o ensaio biológico, introduzido principalmente por Hart, Doudoroff e Greenback (1945). O método consiste em submeter os peixes, em aquário, a diferentes concentrações do tóxico ou despejo, e determinar a concentração média letal, ou seja, a concentração que produz morte de 50% dos peixes, em determinado período de tempo.

Entretanto, embora sejam muito úteis os dados obtidos por essa técnica, eles apenas refletem a toxidez aguda letal e devem ser considerados com bastante reserva, principalmente porque não refletem a totalidade das relações ecológicas e interespecíficas que ocorrem no ecossistema. O peixe é o resultado de tais inter-relações e, com freqüência, determinada substância introduzida no sistema, embora não seja nociva diretamente a ele, pode determinar profundas alterações na cadeia que conduz à sua formação ou, ao contrário, uma substância que seja tóxica ao peixe pode sofrer modificações no ecossistema e vir a tornar-se inócua ou ter sua ação neutralizada.

* Palestra pronunciada em curso promovido pela FAO em Lima, Peru, em fevereiro de 1975.

** Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos da USP.

O Departamento do Meio Ambiente do Water Pollution Research Laboratory da Inglaterra concluiu (1973) que entre os inúmeros fatores que devam ser considerados na interpretação desses resultados estão os seguintes: variação da toxidez devida à qualidade da água (temperatura, conteúdo de oxigênio dissolvido, dureza, pH, alcalinidade, bicarbonatos, presença de outros tóxicos). Variação da toxidez, não somente para com a espécie mas também com o nível de desenvolvimento em seu ciclo natural da vida (ovo, larva etc.); erros experimentais, comparação entre esses resultados e os dados da taxa de mortalidade natural; comportamento do peixe em presença do tóxico etc.

Segundo Averett e Brocksen (1970) nosso interesse final deve ser o do conhecimento da produção dos peixes na natureza. Produção é um acontecimento complexo que envolve quantidade de alimento, reprodução e competição pelo alimento. Porém, sem desenvolvimento não existe produção e, por ser o desenvolvimento essencial ao bem-estar de um animal, ele constitui a melhor ou a única medida real de influência das alterações da qualidade da água.

2 — EFEITOS DA POLUIÇÃO SOBRE A NUTRIÇÃO

A poluição pode ser causa de dois efeitos antagônicos sobre a nutrição de peixes ou outros animais: aumentar a quantidade de alimentos disponível, seja diretamente em forma de despejos nutritivos orgânicos, seja indiretamente por meio de eutrofização das águas; ou, ao contrário, diminuir o alimento disponível, provocando diretamente a morte de organismos da cadeia alimentar ou inibindo a produtividade primária.

Os despejos brutos de origem doméstica são, em geral, ricos em substâncias nutritivas, seja em solução, seja em forma de partículas, e pobres em substâncias tóxicas. Assim, ocorre que num ponto onde um rio ou oceano recebe águas negras existe, quase sempre, uma população de peixes e outros seres aquáticos que se alimentam diretamente dessas partículas, antes que a proliferação bacteriana chegue a provocar sensível queda nas concentrações de oxigênio dissolvido.

Muitos despejos industriais orgânicos produzem efeito idêntico.

A eutrofização é o resultado da fertilização da água doce ou salgada por introdução de sais minerais, de elementos químicos que constituem fatores limitantes ao desenvolvimento do fitoplâncton. Em geral, os nitratos e fosfatos são drenados dos solos de cultura adubados ou são resultado do processo de decomposição de compostos orgânicos das águas de despejo.

Produzem-se modificações ecológicas nas águas que ficam mais ricas em fitoplâncton e, conseqüentemente, em animais integrantes das cadeias alimentares. Em alguns países, o costume de se lançar despejos domésticos às águas do lago onde se desenvolvem carpas leva efetivamente a um aumento na produção de peixes, seja por utilizarem diretamente esse alimento, seja através da eutrofização.

Entretanto, certos despejos — industriais ou domésticos — podem prejudicar a produção de alimentos. Muitos dos insetos, vermes, crustáceos e outros animais utilizados na alimentação de peixes não conseguem sobreviver em condições de forte poluição, seja devido à demanda de oxigênio, seja pela presença ou formação de substâncias tóxicas. A turbidez provocada pelos materiais sólidos e coloidais que permanecem em suspensão na água é responsável, freqüentemente, por uma diminuição da transparência e conseqüente redução da atividade fotossintética e produtividade primária.

O gás sulfídrico que pode se formar no lodo, em decorrência da anaerobiose é, também, um inibidor de fotossíntese.

3 — EFEITOS SOBRE A RESPIRAÇÃO

Além da perda de oxigênio dissolvido por excessiva atividade respiratória dos microorganismos (em conseqüência do desenvolvimento provocado pela introdução de compostos biodegradáveis) as concentrações normais de oxigênio podem sofrer outras influências da poluição. Uma das mais freqüentes e mais importantes nas zonas industriais é a perda provocada pela elevação da temperatura. Muitos tipos de indústrias que utilizam máquinas térmicas refrigeradas com água ou colunas barométricas, para evaporação a baixa pressão, produção de energia por turbinas a vapor etc. produzem efluentes de águas limpas, porém, com altas temperaturas. A concentração de oxigênio na água é inversamente proporcional à temperatura. Dessa maneira, a água que à temperatura de 20°C tem 9 mg/l de oxigênio dissolvido, passa a conter apenas 7,5 mg/l se a temperatura se eleva a 30°C. Por outro lado, não se deve esquecer o fato de que a atividade biológica e conseqüentemente a respiração dos peixes e organismos inferiores é mais elevada em temperaturas mais altas. Assim, quanto mais necessitam de oxigênio ele mais lhes falta, por efeito do aquecimento da água.

Perdas de oxigênio podem ser provocadas, também, por oxidação química de compostos minerais resultantes de atividade industrial. O ferro ferroso, por exemplo, presente em certos despejos, passa à forma férrica quando em presença de oxigênio dissolvido na água, provocando Demanda Química de Oxigênio.

Outros componentes dos despejos podem provocar alterações no equilíbrio de oxigênio. A presença de película de gordura, por exemplo, dificulta a troca de gases entre a água e a atmosfera e todos os processos já mencionados de inibição da atividade fotossintética se refletem, necessariamente, no oxigênio disponível para a respiração.

Partículas em suspensão e gorduras podem provocar o entupimento das brânquias e outros aparelhos respiratórios de peixes e invertebrados. Fibras de celulose, dos efluentes de fabricação de papel e outros produtos, também produzem, freqüentemente, esses efeitos. O óleo de despejos de navios petroleiros, misturado à areia, forma depósitos sedimentados no leito dos mares e sobre as rochas costeiras, produzindo asfixia de muitas espécies de animais marinhos.

4 — EFEITOS TÓXICOS

Segundo Alabaster e Cole (1972) os principais tóxicos presentes em água dos rios ingleses são: amônia, fenóis, ácido cianídrico, cobre, zinco, cádmio e níquel. O mais freqüente e persistente é o zinco (Solbé, 1973). No Brasil, são bastante freqüentes as destruições de grandes populações de peixes por efeito do sulfato de cobre empregado como fungicida em agricultura.

A poluição do oceano por metais que podem se concentrar nas cadeias alimentares dos peixes, como é o caso do metilmercúrio, leva a sensíveis prejuízos econômicos de peixes e moluscos.

O limite permissível de mercúrio é de 0,5 ppm mas muitos peixes predadores, como o atum e outros, contêm, com freqüência, valores bem mais elevados, o que prejudica a indústria pesqueira norte-americana (Jernelov, 1974).

Camarões e muitas espécies de caranguejos de valor comercial morrem por ação de DDT. Os peixes freqüentemente contêm o inseticida em seus tecidos gordurosos, às vezes em quantidades superiores às permissíveis e perdem por isso seu valor comercial. A concentração de DDT nos organismos chega a ser 10⁶ vezes a existente no meio ambiente. São citados inúmeros casos de morte de peixes de rios e águas marinhas costeiras dos Estados Unidos e Europa. As diferentes classes de organismos marinhos apresentam reações distintas à presença dos biocidas: os camarões de água salgada, que são os mais sensíveis, assim como os camarões de água doce, podem ser inativados em concentrações de poucas partes por bilhão de DDT; os moluscos, embora mais resistentes, sofrem da mesma maneira uma

inibição no desenvolvimento de suas conchas, às mesmas concentrações (Andrén, 1974).

5 — OUTROS EFEITOS DA POLUIÇÃO SOBRE OS ORGANISMOS AQUÁTICOS

Muitas causas físicas podem provocar grandes alterações nos ecossistemas e, conseqüentemente, na produção de peixes e mariscos. A presença de grande quantidade de partículas em suspensão ou decantadas pode, por exemplo, além de provocar a obstrução de sistemas respiratórios, causar a destruição dos ovos por efeitos de fricção. A sedimentação excessiva pode provocar o soterramento dos ovos, larvas de invertebrados ou a obstrução de ninhos de peixes, rãs e outros animais que fazem buracos no lodo para a deposição de seus ovos.

Deve merecer referência também a influência de óleos na superfície das águas. Estima-se em 2 milhões de toneladas a quantidade de óleos que chegam ao mar, por ano, a partir de descargas acidentais ou águas de lavagens dos tanques dos navios transportadores de óleo etc., e 90 milhões de toneladas que chegam ao mar pelo ar (Andrén, 1974). Os óleos minerais são tóxicos a quase todos os seres vivos, inclusive ao homem. Estima-se que por volta de 1968, aproximadamente, 2.000 a 5.000 focas tenham morrido devido ao óleo no Golfo de S. Lourenço, no Canadá, durante sua migração e que 50.000 a 250.000 aves marinhas morrem por ano. Tem-se observado, também, a morte de quase a totalidade das formas larvares de certas espécies de peixes por produtos de petróleo, em concentrações inferiores a 1 ppm. Formas adultas, nas vizinhanças das instalações fixas de petróleo, são afetadas em concentração de 5 a 100 ppm. Em muitos casos, ainda que o animal não chegue à morte, sua carne se torna inaproveitável, devido ao sabor. Isto ocorre, por exemplo, com lagostas. Também tem sido notado que a carne de peixes que vivem em lagos onde se praticam muitos esportes náuticos apresenta sabor indesejável, devido ao óleo dos motores de lanchas (English, Mc-Dermott e Henderson, 1963; Jackivicz Jr. e Kuzminski, 1973).

Segundo Cole (1972) existe atualmente uma preocupação com relação a hidrocarbonetos muito estáveis, derivados do petróleo, que podem acumular-se ao longo das cadeias alimentares chegando até os peixes ou moluscos. Alguns desses hidrocarbonetos, como por exemplo os benzo-pirenos, possuem propriedades carcinogênicas.

Freqüentemente, nos casos de acidentes que provocam descargas de óleo no oceano, são empregados, para sua eliminação, dispersantes químicos que em geral possuem efeitos mais

desastrosos à fauna aquática que o próprio óleo, prejudicando, especialmente, os ovos e larvas em suspensão na água.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALABASTER, J.S., et al. 1972. **An approach to the problem of pollution and fisheries.** Symposium of Zoological Society of London, n.º 29: 87-114.
- ANDRÉN, L. 1974. **Marine pollution and world fisheries.** Lectures Presented at the First FAO/SIDA Training Course on Marine Pollution in Relation to Protection of Living Resources. págs. 1-9, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- AVERETT, R.C., BROCKSEN, R.W., 1970. **Measuring the influence of Water quality changes on Fish.** Hydrobiology — Bioresources of Shallow Water Environments, págs. 212-222. The American Water Resources Associations.
- COLE, H.A., 1972. **Marine pollution and the living resources of the sea.** Population and Pollution. Proceedings of the Eighth Annual Symposium of the Eugenics Society — London.
- Department of the Environment, 1973. **Notes on Water Pollution**, n.º 62. Water Pollution Research Laboratory.
- ENGLISH, J.N. McDERMOTT G.N., HENDERSON, C., 1963. **Pollutional effects of out board motor exhaust.** Laboratory studies. Journal Water Pollution Control Federation, 35 (7): 923-931.
- HART, W.B., DOUDOROFF, P., GREENBACK, 1945. **The evolution of the Toxicity of industrial waste chemicals and other substances to fresh water fishes.** The Atlantic Refining Co., Philadelphia.
- HASLER, A.D., 1970. **Chemical ecology of fish.** Chemical Ecology cap. 9, págs. 219-234. Academic Press.
- JACKV CZ, Jr. KUZMINSKI, L.N., 1973. **A review of out board motor effects on the aquatic environment.** Journal Water Pollution Control Federation, 45 (8): 1759-1770.
- JERNELOV, A., 1974. **Persistent pesticides and heavy metals.** Lectures Presented at the First FAO/SIDA Training Course on Marine Pollution in Relation to Protection of Living Resources, págs. 59-76.
- SOLBÉ, J.F., 1973 — **The relation between water quality and the status of fish populations in Willow Brook.** Water Treatment and Examination, 22: 41-61.