

Testes de toxicidade de efluentes industriais¹

Elenita Gherardi Goldstein²

RESUMO A poluição das águas superficiais por uma grande diversidade de agentes químicos e a dificuldade em seu controle são discutidas neste trabalho. São apresentados os fundamentos de testes de toxicidade com organismos aquáticos e sua aplicação para complementar o controle de efluentes líquidos industriais de natureza química complexa, efetuado através dos padrões de emissão estabelecidos.

Palavras-chave: controle de efluentes industriais, testes de toxicidade, *Daphnia*, peixes, legislação.

ABSTRACT Water pollution due to a wide variety of chemical agents and the difficulties found for their control are presented in this article, which focuses also some of the aquatic toxicity test principles, proposed to be applied in the control of industrial effluents of a complex chemical nature as an important additional data to emission effluents standards.

Key words: industrial effluent control, toxicity test, *Daphnia*, fish, legislation.

INTRODUÇÃO

A contaminação ambiental por agentes químicos tem ocorrido de forma intencional ou acidental, principalmente a partir de fontes não naturais e em decorrência da atividade humana (Jensen, 1972; Johnels *et alii*, 1979; Nordberg, 1974; Guthrie & Perry, 1980).

O número de agentes químicos disponíveis e utilizados pelo homem está na ordem de centenas de milhares, grande parte deles possuindo potencial para penetrar no meio ambiente (Maki & Bishop, 1985).

A presença dessas substâncias nos vários ecossistemas representa sempre um risco aos seres vivos, não existindo, praticamente, aquilo que se poderia chamar de "risco zero" – ou seja, 100% de segurança – quando ocorre a exposição a estas substâncias (Cairns, 1980). E, entre os ecossistemas, os aquáticos acabam de uma forma ou de outra se constituindo em receptáculos temporários ou finais de uma grande variedade e quantidade de poluentes, sejam estes lançados ao ar, ao solo, seja diretamente nos corpos d'água (Lee, 1980; OECD, 1981; Dybern, 1975).

O risco que um agente químico impõe no ambiente aquático é avaliado através do julgamento científico da probabilidade dos danos que suas concentrações ambientais, conhecidas ou estimadas podem causar (Cairns *et alii*, 1978). Nessa perspectiva o conceito de segurança

¹ Trabalho elaborado com o apoio administrativo do PROCOP – Programa de Controle de Poluição.

² Bióloga da CETESB – Mestre pela Escola Paulista de Medicina.

passa a ser entendido como o julgamento ponderado da aceitabilidade de risco, ou seja, um agente químico será considerado seguro se seus riscos forem julgados como aceitáveis.

Para facilitar o entendimento, estabeleçamos um paralelo entre o agente químico e os medicamentos. Estes serão considerados seguros se sua administração efetuar-se em doses corretas e se seus efeitos colaterais indesejáveis, analisados em conjunto com os benéficos, forem julgados como aceitáveis. Igualmente, no processo de julgamento científico para avaliar o risco que uma substância impõe ao ambiente aquático são consideradas, entre outras, a toxicidade e as concentrações ambientais (Cairns *et alii*), levando-se em conta que:

- a toxicidade é uma propriedade inerente à substância ou ao agente químico que produz efeitos danosos em um organismo quando este se expõe, durante um certo tempo, a uma concentração específica;
- concentrações ambientais são aquelas resultantes das contribuições pontuais e não pontuais modificadas pelos processos físicos, químicos e biológicos.

Estes conceitos, relacionados às substâncias químicas, são válidos também para os efluentes industriais líquidos (Lowengart *et alii*, 1985) e são importantes na medida em que neles se baseia o estabelecimento dos critérios para reduzir a toxicidade dos efluentes líquidos industriais.

No presente trabalho, é apresentada uma abordagem de controle de lançamento de agentes químicos potencialmente perigosos, a qual se respalda na avaliação dos efeitos deletérios que o efluente, como um todo, causa à biota aquática. E esta abordagem complementa os procedimentos já adotados através de padrões de emissão, para controle de poluição das águas.

EFLUENTES INDUSTRIAIS

Sabe-se que uma das formas de entrada de agentes tóxicos para o ambiente aquático se dá através do lançamento direto de despejos líquidos industriais, o que determina a necessidade de controlar essas fontes poluidoras (Bergman *et alii*, 1986). E, apesar de não terem sido ainda totalmente controladas, alguns dos casos graves de poluição orgânica estão sendo enfrentados não apenas em São Paulo mas também em outras regiões do país. Entretanto, não se pode e nem se deve subestimar a necessidade de detectar, avaliar e controlar os poluentes tóxicos lançados no ambiente através de atividades industriais.

Assim como este assunto tem merecido a atenção de indústrias, de entidades de pesquisa e de controle ambiental de muitos países desenvolvidos e em desenvolvimento, também nestes últimos três ou quatro anos muitos aspectos metodológicos têm sido aperfeiçoados. De uma maneira geral, duas abordagens têm sido normalmente utilizadas para a avaliação e controle de agentes tóxicos presentes em efluentes industriais: controle através de substâncias específicas e dos efluentes como um todo.

Substâncias específicas

O controle de efluentes através de substâncias específicas está sendo realizado através das determinações estabelecidas pela legislação em vigor, tanto a nível es-

tadual (CETESB, 1982) quanto a nível federal (Brasil, 1986). Assim, no artigo 18 do Decreto 8468 de 8/9/1976 e no artigo 21 da resolução CONAMA nº 20 de 18/6/1986, estão especificadas as substâncias para as quais foram estabelecidos os padrões numéricos de emissão.

No entanto, ao se considerar a grande quantidade de substâncias passíveis de serem lançadas no ambiente aquático por atividades industriais, verifica-se que o número para as quais foram estabelecidos padrões através de legislação está muito aquém do que seria necessário para um controle efetivo. Para exemplificar esta observação, na Tabela 1 são apresentadas algumas substâncias identificadas em efluentes de indústrias de papel e celulose, processo Kraft, e sua toxicidade para peixes expressa em CL50-96h - concentração letal do agente tóxico a 50% dos organismos-teste, após 96 horas de exposição. Mas muitas dessas substâncias são oriundas do processo de obtenção da celulose a partir da madeira, para as quais não são fixados padrões de emissão e, embora apresentem elevada toxicidade a peixes, não são controladas (McKean, 1980). Ainda a título de ilustração, a Tabela 2 demonstra a composição química do efluente de uma indústria têxtil (Walsh *et alii*, 1980) que consiste de 6 substâncias orgânicas e 50 elementos inorgânicos, entre eles alguns poluentes prioritários (Chapman *et alii*, 1982).

Tabela 1 - Toxicidade de algumas substâncias identificadas em efluentes de indústrias de papel e celulose, processo Kraft (McKean, 1980).

Substâncias	CL50 - 96 h
Ácidos resínicos	
Abietico	0,7
Dehidroabietico	1,1
Isopimarico	0,4
Palústrico	0,5
Pimarico	0,8
Sandaracopimarico	-
Ácidos resínicos clorados	
Ácido monoclorodehidroabietico	0,6
Ácido diclorodehidroabietico	0,6
Ácidos graxos insaturados	
Oleico	< 9
Linoleico	< 9
Linolênico	< 9
Palmitoleico	< 9
Derivados de ácidos graxos insaturados	
Ácido epoxiesteárico	1,5
Ácido dicloroesteárico	1,5
Alcoois diterpenos	
Pimarol	0,3
Isopimarol	0,3
Abienol	1,8
Dehidroabietol	0,8
Fenóis clorados	
Tricloroguaiacol	0,72
Tetracloroguaiacol	0,32
Voláteis	
Ácido sulfídrico	0,3-0,7
Metil-mercaptana	0,5-0,9
Sulfeto de sódio	1,0-1,8
Hidróxido de sódio	10 - 27
Carbonato de sódio	33 - 58
Cateóis clorados	
Tetraclorocatecol	0,8
Diclorocatecol	2,9

Tabela 2 - Composição química do efluente de uma indústria têxtil (Walsh, et alii, 1980).

Substâncias orgânicas (μ g/l)		
Diethyl ftalato (3,2)	Tolueno (39,6)	
Bis (2 etilhexil) ftalato (2,3)	Triclorofluorometano (35,0)	
Hexaclorobenzeno (0,5)	1, 1, 2, 2 - tetracloroetileno (40,5)	
Substâncias inorgânicas, particulado (g/m^3)		
Bismuto (<0,03)	Ferro (1 300)	Rubídio (0,4)
Chumbo (5,0)	Manganês (2,5)	Bromo (17)
Tálio (<0,06)	Cromo (12)	Arsênico (<0,06)
Tungstênio (0,06)	Titânio (4,7)	Gálio (0,06)
Tântalo (0,08)	Escândio (0,06)	Zinco (410)
Háfnio (<0,1)	Cálcio (1 200)	Cobre (27)
Itérbio (<0,09)	Potássio (53)	Níquel (7)
Érbio (<0,06)	Cloro (17)	Cobalto (2,7)
Antimônio (2,4)	Gadolínio (<0,06)	Enxofre (110)
Estanho (0,44)	Samário (<0,06)	Fósforo (2 400)
Cádmio (0,06)	Neodímio (0,06)	Sílica (880)
Molibdênio (0,01)	Fraseodímio (0,06)	Alumínio (640)
Niôbio (0,06)	Cério (0,2)	Sódio (2 200)
Zircônio (0,4)	Lantânio (0,09)	Fluór (38)
Ítrio (0,08)	Bário (22)	Lítio (0,15)
Estrôncio (1,3)	Iodo (0,09)	Vanádio (0,4)
Substâncias inorgânicas, filtrado (g/m^3)		
Chumbo (0,03)	Vanádio (0,026)	Titânio (0,018)
Tungstênio (<0,002)	Antimônio (1,9)	Escândio (<0,002)
Háfnio (<0,002)	Estanho (0,004)	Cálcio (23)
Itérbio (<0,002)	Molibdênio (0,005)	Potássio (9)
Lantano (0,001)	Ítrio (0,007)	Cloro (130)
Bário (0,13)	Estrôncio (0,14)	Enxofre (29)
Iodo (0,04)	Rubídio (0,023)	Fósforo (29)
Cobre (0,87)	Bromo (2,5)	Sílica (1,8)
Níquel (0,006)	Arsênico (0,022)	Alumínio (8,2)
Cobalto (0,12)	Germânio (0,005)	Magnésio (4,6)
Ferro (2,5)	Gálio (0,001)	Fluór (11)
Manganês (0,028)	Zinco (0,14)	Lítio (0,052)
Cromo (0,027)	Sódio (33)	

Através de apenas esses dois exemplos, verifica-se que se torna analítica e economicamente inviável detectar e identificar todas as substâncias tóxicas presentes em efluentes de natureza química complexa e estabelecer padrões de emissão para cada uma delas. No entanto, ainda que esses padrões fossem estabelecidos, não seria possível, através desta abordagem, estimar os efeitos que essas substâncias apresentam sobre a biota aquática (Buikema *et alii*, 1976; Gherardi-Goldstein *et alii*, 1983; Birge *et alii*, 1985), uma vez que aparece com evidência que a atividade biológica destas substâncias relaciona-se com as interações entre os componentes da mistura, não se identificando uma única substância como responsável por um determinado efeito (Walsh *et alii*, 1980).

Controle como um todo

Realiza-se este controle através de testes de toxicidade nos quais os organismos aquáticos representativos das comunidades biológicas de corpos d'água receptores são expostos a várias concentrações do efluente. Verificam-se os efeitos que os efluentes causam aos organismos-teste e que já traduzem o resultado final das ações aditivas, antagônicas e sinérgicas das substâncias bio-disponíveis que os compõem sobre os organismos. Assim, a toxicidade, característica inerente a uma substância ou à mistura de substâncias químicas e que se evi-

dencia sobre organismos vivos, torna-se, nessa abordagem, a única variável a ser controlada (USEPA, 1985).

É possível, portanto, através do controle da toxicidade do efluente industrial, compatibilizar seu lançamento com as características desejáveis do corpo receptor, de tal forma que este não cause efeitos tóxicos de natureza aguda ou crônica à biota aquática, principalmente quando um dos principais usos do curso d'água em questão se refere à proteção da fauna e da flora. Nesse sentido, cabe ressaltar que os efluentes, além de atenderem aos padrões numéricos de emissão, não poderão conferir ao corpo receptor características que impeçam seu enquadramento na classificação das águas de acordo com o parágrafo 1º do inciso VIII do artigo 18 do Decreto 8468 e artigo 23 da Resolução CONAMA (CETESB, 1982; Brasil, 1986).

Assim, cada abordagem apresenta vantagens e limitações inerentes à metodologia empregada em cada uma: enquanto através da análise química se identificam e se quantificam as substâncias que compõem o efluente industrial, através de testes de toxicidade, por sua vez, avalia-se o efeito do efluente sobre sistemas biológicos – ou seja, como os organismos vivos reagem a uma situação global, isto é, ao efluente como um todo.

Essas vantagens e limitações são resumidas a seguir, conforme USEPA (1985), no controle do efluente através de substâncias específicas.

Vantagens

- São disponíveis os dados sobre as possibilidades do tratamento;
- os engenheiros estão familiarizados com os procedimentos;
- as bases científicas são inquestionavelmente aceitas;
- nos casos dos efluentes simples, as análises químicas são menos dispendiosas que os testes de toxicidade;
- as substâncias com características específicas (carcinogênicas, bioacumuláveis) podem ser controladas diretamente.

Limitações

- Os despejos de natureza química complexa não podem ter todas as suas substâncias tóxicas identificadas e assim torna-se impossível estabelecer padrão de emissão próprio para cada um dos despejos;
- é impossível se determinar a disponibilidade biológica dos agentes tóxicos;
- as interações entre os agentes tóxicos, de natureza aditiva, antagônica ou sinérgica, não são medidas nem consideradas.

No controle do efluente como um todo, através de toxicidade, são as seguintes as vantagens e limitações:

Vantagens

- A toxicidade conjunta de todos os constituintes de um efluente de natureza química pode ser medida;
- pode reduzir-se o efeito tóxico de um efluente ao se limitar a um único parâmetro a sua toxicidade;
- a disponibilidade biológica e as interações entre os constituintes são avaliadas.

Limitações

- Inexistem os dados acerca das possibilidades de tratamento para redução de toxicidade;
- os engenheiros desconhecem este procedimento;
- questionam-se seus fundamentos técnico-científicos*;
- não se encontra ainda em disponibilidade o método na forma final e aprovada *

A limitação que ainda permanece nessa última abordagem se refere a dados sobre as possibilidades de tratamento existentes para a redução da toxicidade. No entanto, estão sendo publicados vários trabalhos referentes a estudos de casos que demonstram os avanços obtidos na redução da toxicidade (USEPA, 1982; USEPA, 1984a, 1984b; USEPA, 1984 s/d; USEPA, 1985). Tem-se demonstrado que se pode obter essa redução mesmo sem o conhecimento exato de quais ou de quantas substâncias a estão gerando, analogamente à DBO, quando a redução é realizada apesar do não conhecimento exato das substâncias que a causam (Mount, 1984).

(*)O questionamento das bases técnico-científicas, bem como a não disponibilidade de métodos ainda são comumente citados como limitações. No entanto, a partir de 1985, com a publicação de uma série de oito trabalhos elaborados por pesquisadores liderados por Mount, da USEPA - United States Environmental Protection Agency, essas limitações não apenas deixaram de existir, como também validaram e reforçaram a eficiência dessa abordagem na melhoria da qualidade de ecossistemas aquáticos. Esses trabalhos foram realizados nos seguintes corpos d'água: Ottawa River, Scippo Creek, Five Mile Creek, Back River, Hangatuck River, Skeleton Creek, Ohio River e Kanawha River (USEPA, 1985).

Testes de toxicidade

Apresentadas as abordagens de controle de substâncias tóxicas em efluentes líquidos industriais, torna-se necessário esclarecer em que consistem os testes de toxicidade, como se realizam e o que se observa através deles.

Os testes de toxicidade com os organismos aquáticos consistem em se expor organismos representativos desse ambiente, durante um determinado período, a várias concentrações de uma ou mais substâncias ou a fatores ambientais durante um determinado período de tempo, para avaliar os efeitos causados à(s) espécie(s)-teste (Sprague, 1973; Rand, 1980). Testes de toxicidade - até bem pouco tempo denominados de bioensaios ou ensaios biológicos (Rand & Petrocelli, 1985) - quando orientados a um objetivo prático bem definido, como o de subsidiar o controle da poluição, utilizam apenas aquelas reações biológicas consideradas adequadas para estimar os efeitos potenciais de agentes tóxicos sobre uma determinada comunidade de seres vivos (Mehrlé & Mayer, 1980). Os estudos ecotoxicológicos fornecem os resultados que representam a base para o desenvolvimento de testes de toxicidade, levando-se em conta que nem todos os efeitos biológicos observados nos organismos vivos podem ser utilizados com um objetivo prático, pois, para que isso aconteça, torna-se necessário que os efeitos observados tenham significado ecológico bem definido (Ravera, 1984).

Nesse sentido, efeitos sobre os eventos biológicos fundamentais, como reprodução, crescimento e morte, afetam diretamente as características das diversas comunidades aquáticas em suas interações recíprocas entre elas e o ambiente abiótico, o que os tornam apropriados aos objetivos práticos citados (CETESB, 1986b).

A descrição dos efeitos deletérios de um agente tóxico utiliza-se dos termos "efeito agudo" e "efeito crônico".

Efeito Agudo

Quando se trata de uma resposta severa e rápida a um estímulo, a qual se manifesta nos organismos aquáticos em geral num intervalo de 0 a 96 horas (Rand & Petrocelli, 1985). Em geral, o efeito observado é a letalidade ou alguma outra manifestação do organismo que a antecede, como por exemplo o estado de imobilidade em alguns microcrustáceos (Cabridenc & Lundahl, 1974). Para avaliar os efeitos agudos em testes de toxicidade, usa-se em geral a concentração letal ou a concentração efetiva, a 50% dos organismos em teste (CL50 ou CE50). Ou seja, a concentração do agente tóxico, presente no ambiente aquático, que causa 50% de letalidade, ou outro efeito, à espécie-teste.

Efeitos agudos de agentes tóxicos em organismos aquáticos foram observados, em geral, como decorrência de aplicações inadequadas de praguicidas, acidentes ou situações anômalas em indústrias, quando efluentes não tratados são lançados e chegam, sem controle, ao corpo receptor (Stephan & Mount, 1973). Assim, a exposição a uma elevada concentração de agentes tóxicos, mesmo que por curto período de tempo, pode causar letalidade em organismos aquáticos pertencentes a diferentes níveis tróficos, embora, costumeiramente, estes episódios sejam relatados como "mortalidade de peixes".

Efeito Crônico

O efeito crônico se traduz pela resposta a um estímulo que continua por longo tempo, geralmente por períodos que vão de 1/10 do ciclo vital até a totalidade da vida do organismo (Sprague, 1973; Rand, 1980; Rand & Petrocelli, 1985). De modo geral, porém não exclusivo, esses efeitos são subletais e observados em situações em que as concentrações do agente tóxico, às quais ficam expostos os organismos, permitem sua sobrevivência, mas afetam uma ou várias de suas funções biológicas, interferindo, por exemplo, na reprodução, desenvolvimento de ovos, crescimento, maturação e/ou comportamento em geral. Por serem esses os efeitos detectados e mensurados em testes de toxicidade, são determinadas as concentrações máximas do agente tóxico que não causam o efeito observado no teste.

No ambiente aquático, observam-se os efeitos crônicos quando são lançados de forma contínua os efluentes industriais tratados, no corpo receptor, pois dessa forma os organismos se expõem a baixas concentrações de determinados poluentes durante longos períodos de tempo (Stephan & Mount, 1973). Se estes poluentes forem degradáveis, dada sua efêmera persistência no ambiente, ocorrerá equilíbrio a uma certa distância do ponto de lançamento, mas, no trecho ou área em que esse fenômeno de degradação se processa, os organismos pertencentes à biota aquática poderão enfrentar impedimentos ou dificuldades para se manterem no ambiente e se alterarão a estrutura e o funcionamento das comunidades aquáticas. Se, entre os poluentes lançados, existirem substâncias persistentes ou bioacumuláveis, então ocorrerão efeitos mais drásticos nas populações expostas.

Utilização dos testes de toxicidade

Para a detecção e controle de toxicidade de efluentes industriais, é imperativo que sejam utilizados testes de toxicidade bem estabelecidos e padronizados, para que se possa exercer o mesmo nível de controle em diferentes efluentes industriais e em diferentes corpos de água (Cabridenc, 1980). Via de regra, devem ser realizados testes com três tipos de organismos, pertencentes a diferentes níveis tróficos do ambiente aquático (Cabridenc, 1980; Cabridenc & Lundahl, 1974): produtores primários, representados por uma espécie de alga, *Chlorella vulgaris* ou *Scenedesmus subspicatus*, por exemplo; consumidores primários, como os microcrustáceos *Daphnia similis* ou *Ceriodaphnia sp.*, e consumidores secundários, representados por espécies de peixes como *Cheirodon notomelas* ou *Hemigrammus marginatus*. Alguns efluentes são tóxicos apenas a peixes, outros, somente a microcrustáceos e outros, a ambos os organismos (CETESB, 1986a, c). As algas poderão ser mais sensíveis ainda do que as outras espécies testadas (Walsh & Merrill, 1984). Assim, é recomendável, sempre que possível, avaliar o efeito de um determinado efluente a pelo menos três espécies representativas da biota aquática para que se possa, através do resultado obtido com o organismo mais sensível, estimar o impacto desse efluente num corpo receptor (Cabridenc, 1980; USEPA, 1986).

Alguns trabalhos com efluentes industriais foram desenvolvidos no Estado de São Paulo, aplicando-se testes de toxicidade, tendo sido enfocadas as três abordagens que se seguem:

Bacias hidrográficas

Foi avaliada a toxicidade de todos os efluentes líquidos industriais da bacia do rio Cubatão, tendo sido estimada a carga tóxica lançada em cada um dos seus afluentes e nele próprio, constituindo-se em subsídio concreto às ações de controle de poluição naquela região (CETESB, 1986a).

Estações de tratamento conjunto

Foi avaliada a toxicidade dos efluentes industriais da Grande São Paulo que serão eventualmente lançados em estações recuperadoras de qualidade da água, em conjunto com esgotos domésticos. Independentemente da solução a ser escolhida para o equacionamento do problema de esgotos da região da Grande São Paulo, o estudo trará subsídios para o gerenciamento da carga tóxica gerada nessa região (Gherardi-Goldstein *et alii*, 1983; CETESB, 1987).

Atividades industriais específicas

Avaliação da toxicidade de efluentes industriais de natureza química complexa pertencentes à mesma categoria industrial, como a de indústrias de papel e celulose (CETESB, 1986c).

CONCLUSÃO

As informações constantes no presente trabalho e os resultados obtidos nos exemplos citados fundamentam a importância e a necessidade de que o controle de efluentes líquidos industriais no Estado de São Paulo seja realizado através de condutas mais amplas e abrangentes, adotando-se métodos disponíveis e que se complementem e para os quais haja amparo legal.

AGRADECIMENTOS

Ao biólogo Eduardo Bertoletti, pelas valiosas sugestões, e à doutora Denise Navas Pereira pela revisão do texto final.

REFERÊNCIAS

- 1 - BERGMAN, H. L.; KIMERLE, R. A.; MAKI, A. W., ed. *Environmental hazard assessment of effluents*. Elmsford, Pergamon Press, 1986. 366 p.
- 2 - BIRGE, W. J.; BLACK, J. A.; RAMEY, B. A. Evaluation of effluent biomonitoring systems. In: BERGMAN, H. L.; KIMERLE, R. A.; MAKI, A. W., ed. *Environmental hazard assessment of effluents*. Elmsford, Pergamon Press, 1985. p. 66-80.
- 3 - BRASIL. Leis, decretos etc. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 20 de 18/6/1986. *Diário Oficial da União*, Brasília, 30 de julho de 1986. p. 11356.
- 4 - BUIKEMA JR., A. L.; LEE, D. R.; CAIRNS JR., J. A screening bioassay using *Daphnia pulex* for refinery wastes discharged into freshwater. *J. test. Eval.*, 4 (2): 119-25, 1976.
- 5 - CABRIDENC, R. Representativité et signification des espèces retenues au stade laboratoire pour évaluer les effets d'une substance chimique dans l'environnement aquatique. In: *Principes à appliquer pour l'interprétation des résultats d'essais en ecotoxicologie*. Sophia Antipolis, Valbonne, Octobre, 1980. n.p.
- 6 - ——— & LUNDAHL, P. Intérêt et limites d'un "test daphnie" pour l'étude des nuisances des polluants vis-à-vis des environnement. *T.S.M. L'eau*, 69 (6): 340-45, 1974.
- 7 - CAIRNS JR., J. Estimating hazard. *Bioscience*, 30 (2): 101-7, 1980.
- 8 - ——— & DICKSON, K. L.; MAKI, A. W., ed. *Estimating the hazard of chemical substances to aquatic life*. Philadelphia, American Society for Testing and Materials, 1978. 471 p. (ASTM - Special Technical Publication, 657).
- 9 - CETESB, São Paulo. *Legislação básica: poluição ambiental estadual e federal*. São Paulo, 1982, 75 p.
- 10 - ——— (a). *Avaliação da toxicidade das águas, sedimentos dos rios e efluentes industriais da região de Cubatão*. São Paulo, 1986, 226 p.
- 11 - ——— (b). *Desenvolvimento de métodos para o estabelecimento de critérios ecotoxicológicos: relatório final - 1983*. São Paulo, 1986. V. 1, 174 p.
- 12 - ——— (c). *Avaliação da toxicidade de efluentes de indústrias de papel e celulose*. São Paulo, 1986. 51 p.
- 13 - ———. *Avaliação da toxicidade de despejos industriais na região da Grande São Paulo*. São Paulo, 1987, 92 p. il.
- 14 - CHAPMAN, P. M.; ROMBERG, G. P.; VIGERS, G. A. Design of monitoring studies for priority pollutants. *Journal Water Pollution Control Federation*, 54 (3): 292-7, 1982.
- 15 - DYBERN, B. J. Water pollution - a problem with global dimensions. *Ambio* 3 (3-4): 139-45, 1975.
- 16 - GHERARDI-GOLSDTEIN, E.; ZAGATTO, P. A.; ARAÚJO, R. P. A.; BERTOLETTI, E. Avaliação da toxicidade dos principais despejos industriais da região da ERQ-Suzano, através de ensaios biológicos. *Revista DAE*, 43 (132): 42-8, 1983.
- 17 - GUTHRIE, F. E. & PERRY, J. J. *Introduction to environmental toxicology* North Holland, Elsevier, 1980. 484 p.
- 18 - JOHNELS, A.; TYLER, G.; WESTERMARK, T. A history of mercury levels in Swedish fauna. *Ambio*, 8 (4): 160-8, 1979.
- 19 - LOE WENGART, G. V.; BRUNGS, W. A.; CONWAY, R. A.; MEYER, J. S.; MOUNT, D. I.; WILLIS, D. H. Workshop Summary and Conclusions Hazard Assessment of Effluents. In: BERGMAN, H. L.; KIMERLE, R. A. & MAKI, A. W. ed. *Environmental hazard assessment of effluents*. Elmsford, Pergamon Press, 1985. p. 33-56.
- 20 - LEE, C. M. *Aquatic toxicity seminar: curso*. São Paulo. CETESB, 1980. p.i.
- 21 - MAKI, A. W. & BISHOP, W. E. Chemical safety evaluation. In: RAND, G. M. & PETROCELLI, S. R., ed. *Fundamentals of aquatic toxicology*. Washington, McGraw Hill, 1985. p. 619-35.
- 22 - McKEAN, W. Pulp and paper industry. In: GUTHRIE, F. E. & PERRY, J. J. *Introduction to environmental toxicology*. North Holland, Elsevier, 1980. cap. 16, p. 210-24.
- 23 - MEHRLE, P. M. & MAYER, F. L. Clinical tests in aquatic toxicology: state of the art. *Environ. Health Perspect.*, 34: 139-43, 1980.
- 24 - MOUNT, D. I. The role of biological assessment in effluent control. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON BIOLOGICAL TESTING OF EFFLUENTS AND RELATED RECEIVING WATERS. Minnesota, 1984. *Proceedings.....* Minnesota, OECD, 1984. p. 15-30.
- 25 - NORDBERG, G. F. Health hazards of environmental cadmium pollution. *Ambio*, 3 (2): 55-66, 1974.
- 26 - OECD. Effects on Biotic Systems. In: OECD. *Guidelines for testing of chemicals*. Paris, Organization for Economic Cooperation and Development, 1981. Sec. 2, p.i.
- 27 - RAND, G. M. Detection. Bioassay. In: GUTHRIE, F. E. & PERRY, J. J. *Introduction to environmental toxicology*. North Holland, Elsevier, 1980. cap. 30, p. 390-401.
- 28 - ——— & PETROCELLI, S. R., ed. *Fundamentals of aquatic toxicology*. Washington, McGraw Hill, 1985. 666 p.
- 29 - RAVERA, O. A comparative study to identify the most convenient biotest for a given situation and decision. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON BIOLOGICAL TESTING OF EFFLUENT AND RELATED RECEIVING WATERS. *Proceedings*. Minnesota, OECD, 1984. p. 41-60.
- 30 - SPRAGUE, J. B. The ABC's of pollutant bioassay using fish. In: *Biological methods for the assessment of water quality*. Philadelphia. American Society for Testing and Materials, 1973. p. 6-30 (ASTM STP 528).
- 31 - STEPHAN, C. E. & MOUNT, D. I. Use of toxicity tests with fish in water pollution control. In: *Biological methods for the assessment of water quality*. Philadelphia. American Society for Testing and Materials, 1973. p. 164-77 (ASTM STP 528).
- 32 - USEPA. *Toxicity reduction manual for the textile manufacturing industry*. MRC-DA-1094. Triangle Park. Industrial Environmental Research Laboratory, 1982. 45 p.
- 33 - USEPA. (a) *Toxicity reduction manual for the organic chemical industry*, Cincinnati, Industrial Environmental Research Laboratory. Feb. 1984a. p. i.
- 34 - ——— (b) *Toxicity treatability of iron and steel plant wastewaters: a resource document*. Triangle Park, Industrial Environmental Research Laboratory. Jun. 1984. 102 p.
- 35 - ———. *Technical Support Document for Water Quality-Based Toxics Control*. Washington D. C., EPA, 1985. 74 p.
- 36 - ———. *Permit writer's guide to water quality based permitting for toxic pollutants*. Washington D. C., EPA, 1986. 53 p.
- 37 - ———. *Toxicity of Petroleum Refinery wastewaters relative to types of treatment systems*. Cincinnati. Industrial Environmental Research Laboratory, s. d. 190 p.
- 38 - WALSH, F. E.; BAHNER, L. H.; HORNING, W. B. Toxicity of textile mill effluents to freshwater and estuarine algae, crustaceans and fishes. *Environmental Pollution Série A*, 21: 169-79, 1980.
- 39 - ———, & MERRELL, R. G. Algal bioassays of industrial and energy process effluents. In: SHUBERT, L. E. ed. *Algae as ecological indicators*, London. Academic Press, 1984. 434 p.