



## POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

### Efluentes industriais com poluentes inorgânicos

*Sendo os poluentes inorgânicos industriais dificilmente auto-elimináveis há que definir medidas exigentes e firmes para manter o estado «sanitário» dos cursos de água. Após apresentação de vários exemplos, indicam-se alguns pontos basilares duma política antipolvente que, na opinião do autor, é indispensável estabelecer e faz-se um breve comentário ao princípio denominado de «poluição zero».*

## 1 — INTRODUÇÃO

São numerosas e de diversa natureza as indústrias hodiernas cujas águas residuais contêm iões inorgânicos mais ou menos nocivos, nomeadamente catiões metálicos. A canalização para as águas interiores de tais esgotos produzirá, a prazo mais ou menos longo consoante a concentração e a qualidade dos poluentes, a deterioração das águas fluviais ou lacustres, modificando-as como «meio biológico» e frequentemente até suprimindo a vida dos peixes e inutilizando as águas para o uso como bebida das populações e para outros fins úteis.

Ao contrário de muitos poluentes orgânicos, incluindo várias bactérias, que são biodegradáveis e que, sobretudo em presença do oxigénio da água dos rios, se decompõem em produtos inócuos após certo trajecto fluvial, os poluentes metálicos são frequentemente de difícil auto-eliminação, ainda que alguns, por virtude de circunstâncias várias, o possam vir a ser por precipitação no estado de sais insolúveis.

Está neste caso, por exemplo, o chumbo que, sendo extremamente tóxico, só excepcionalmente poderá subsistir nas águas em concentração perigosa, dada a circunstância de elas conterem sempre em dissolução o ião  $\text{HCO}_3^-$  e, em equilíbrio com este, pequenas quantidades de  $\text{CO}_3^{2-}$ . Como se sabe,  $\text{PbCO}_3$  tem muito baixo produto de solubilidade. Assim, para concentrações de  $\text{CO}_3^{2-}$  de 5 mg/l, o ião  $\text{Pb}^{2+}$  não poderá coexistir senão em teor inferior a 1 µg/l. Ora a concentração admitida geralmente como limiar da toxicidade do chumbo nas águas anda em volta de 100 µg/l.

Entre os metais «poluentes», das águas naturais através de esgotos fabris, podem indicar-se, além do chumbo, já citado: Cu, Cr (III e VI), Cd, Zn, Ni, Co, Hg, Mn, Fe.

Alguns destes elementos podem considerar-se «metais biológicos» visto a sua presença nos seres vivos ser normal e mesmo necessária ao metabolismo vital; estão neste caso Fe, Mn, Co, Cu, Zn e provavelmente Cr(III) [1]. Portanto, só acima de certa concentração a sua presença nas águas deve considerar-se tóxica. Pelo contrário, o chumbo e o mercúrio são, mesmo em baixo teor, venenos perigosos, tanto mais que variadas plantas e animais aquáticos os acumulam nos seus tecidos.

Exemplo flagrante é o do mercúrio cujo composto frequentemente causador directo de envenenamento é o metil-mercúrio,  $\text{HgCH}_3^-$ . Adiante se referirão alguns factos salientes a este respeito.

Voltando aos metais biológicos, a sua presença nas águas naturais em concentração mínima (oligoelementos) é habitual.

No Laboratório de Análises do Instituto Superior Técnico, em colaboração com o Instituto de Hidrologia de Lisboa, fizeram-se numerosas determinações de oligoelementos metálicos nas nossas águas mineromedicinais. Estas investigações químico-analíticas têm continuado e mesmo desenvolvido nos últimos tempos, aproveitando a colaboração do Centro de Estudos de Química, criado pela antiga Comissão de Estudos de Energia Nuclear e funcionando actualmente, com excelente instrumental, sob a direcção do Prof. Fraústo da Silva.

Exigindo, quando iniciada por Charles Lepierre e nos primeiros tempos em que foi continuada por mim, a prévia evaporação de grandes volumes das amostras, a tarefa beneficiou primeiramente do aparecimento dos métodos de separação por extracção com solventes selectivos e da permutação iónica com resinas [2].

Actualmente o método ultra-sensível e muito selectivo da espectrofotometria de absorção atómica permite reduzir ao mínimo o volume das amostras necessário a uma dosagem suficientemente rigorosa.

Os mesmos métodos são evidentemente aplicáveis à dosagem de elementos metálicos poluentes nas águas residuais da indústria e consequentemente nas águas dos rios, lagos e do mar.

Especialmente neste último caso, há que fazer separação prévia do grande excesso dos catiões dominantes, nomeadamente do sódio, o que pode conseguir-se pelo emprego de resinas permutadoras quelantes: Dowex-Al, 50 W-X8 ou X4, Chelex-100, Zeocarb 225, ou outras semelhantes.

Um vasto inquérito deste tipo está actualmente a ter lugar por iniciativa de entidades oficiais portuguesas adstritas à política do ambiente, de colaboração com vários laboratórios nacionais, entre eles o do Instituto Superior Técnico e o do Centro de Estudos de Química, já referidos.

Para terminar com a referência ao aspecto químico-analítico do assunto desta nota, desejo chamar a atenção para a importância fundamental que tem a preparação criteriosa das amostras colhidas

Quadro I

Limites de concentração admissíveis (mg/l)

Poluente	Em águas potáveis [3]	Para a vida dos peixes	Para os microrganismos dos rios	Efluentes industriais
		(Suécia) [4]	(França) [5]	(Japão)* [6]
Pb	0,1	0,0	0,10	0,1
As	0,2	0,1	0,05	0,05
Se	0,05	—	0,02	—
Cr	0,05	0,02	0,05	0,05
$\text{CN}^-$	0,01	0,01	0,05	0
F	1,5	—	1,50	—
Cu	0,05	0,02	0,1-1,0	—
Fe	0,1	—	1,00	—
Mn	0,05	—	—	—
Zn	5	0,1	—	—
Cd	—	0,0	0,02	0,1
Hg	—	0	—	0

\* Estes valores terão de ser abaixados no caso de existir deficiência de  $\text{O}_2$ ; também pressupõem ausência de efeitos sinérgicos.

para determinação de oligoelementos em soluções aquosas, dado que muitos deles têm tendência a precipitar ou a serem absorvidos pelas paredes dos recipientes, mais ou menos rapidamente, após a colheita.

Como medida geral, há que acidificar a amostra imediatamente a seguir à colheita, por adição de HCl ou de  $\text{HNO}_3$ , até pH não superior a 2. Além disto, é necessário, em certos casos, prever outros tratamentos (adição de oxidantes ou de redutores, por exemplo).

Insiste-se na indispensabilidade dum cuidadoso exame deste aspecto, do qual depende a validade dos resultados obtidos.

## 2 — CONCENTRAÇÕES ADMISSÍVEIS

No Quadro I indicam-se, para alguns poluentes metálicos, os limites de concentração na água admissíveis, de acordo com algumas normas oficiais publicadas. A tendência actual é no sentido de se ser cada vez mais exigente neste capítulo.

Um outro exemplo de condições a impor aos efluentes industriais é apresentado no Quadro II e refere-se a 5 instalações industriais inglesas.

Quadro II

Poluentes	mg/l
Total de metais tóxicos	1-30
Total de metais tóxicos dissolvidos	0,5-10
CN <sup>-</sup>	0,2-10
F <sup>-</sup>	10
Fe	0,4-20
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1200
Sólidos em suspensão	30-400
Temperatura máxima	25-43 °C
pH	5-10

Indicam-se os limiares, mínimo e máximo, impostos de acordo com a capacidade de autodepuração dos cursos de água onde desaguam os respectivos esgotos [7].

O quadro reflecte uma posição da política de defesa do ambiente aquático certamente inteligente mas que exige estudo aprofundado e vigilância constante da capacidade de autodepuração dos cursos de água e, portanto, do seu estado de poluição. Adiante se discutirá implicitamente tal aspecto.

### 3 — POLUIÇÃO VERIFICADA

As malfeitorias causadas pela contaminação das águas com metais tóxicos são muito imperfeitamente conhecidas e compreende-se bem a dificuldade de tal conhecimento; à parte alguns raros factos bem averiguados, a acção deletéria dos tóxicos poluentes metálicos só se torna sensível após longo tempo e a existência do fenómeno de acumulação é, não raras vezes, responsável pelos efeitos nocivos.

Regista-se na bibliografia, como exemplo flagrante, o envenenamento pelo mercúrio existente nas águas da baía de Minimata, no Japão (ilha de Kiushu), em 1953, que parece ter causado cerca de 50 mortes entre os habitantes de aldeias da zona da baía, cujos pescadores consumiam crustáceos, especialmente caranguejos pequenos, em cuja carne se encontraram teores anormalmente elevados daquele metal (até 144 p.p.m.). Nos rins das vítimas humanas desse envenenamento achou-se até 24 p.p.m. de Hg. Averiguou-se que o metal provinha dos esgotos duma grande indústria que, entre outros produtos,

fabricava aldeído acético e cloreto de vinilo, usando processo onde entrava um catalisador de base de mercúrio. Os peixes e os crustáceos da baía absorviam e acumulavam o metal sob a forma de CH<sub>3</sub>Hg<sup>-</sup>. Este composto, muito tóxico, ataca no homem os filetes nervosos, o fígado, o rim, a medula óssea e os nódulos linfáticos.

Houve no Japão, cerca de onze anos depois, novo surto de intoxicação hidragríca, em Nigata, ilha principal do arquipélago de Houshu, mas presentemente legislação apropriada conseguiu eliminar de vez outros acontecimentos desse género.

Também noutros países, como a Suécia e os E.U.A., se observaram contaminações pelo mercúrio, entre as quais algumas devidas a esgotos industriais nomeadamente da parte das fábricas de cloro e alcalis usando o processo do cátodo de mercúrio.

Outro metal, cujos compostos parecem ser acumuláveis por certos moluscos, é o cobre. Se bem que menos tóxico de que o mercúrio e sendo até um dos elementos biológicos, o cobre a partir de certa concentração pode produzir envenenamento. Não temos encontrado dados concretos sobre aquele fenómeno de acumulação cuprífera, mas por vezes sabemos ele ter sido invocado.

Recordamos a hipótese posta a circular há alguns anos de que os esgotos das minas de Aljustrel iriam provocar aumento de concentração de cobre nos moluscos das ostreiras da região de Setúbal. A hipótese, que eu saiba, não foi confirmada e o estudo a que, nessa altura, eu estava a proceder sobre a acção poluente daqueles efluentes mostravam-me que ela seria altamente improvável.

No citado estudo, cujo desenvolvido relatório foi entregue à respectiva empresa e apresentado por esta às entidades oficiais competentes, figuram numerosas análises das águas residuais da mina de Algaes, do rio Roxo após a confluência com o esgoto da mina e ainda da água do Sado, dum e doutro lado da confluência com o Roxo.

Em nenhuma das amostras de água do Sado se encontrou reflexo grave da poluição por esse seu afluente; assim o valor mais baixo do pH logo após a confluência era de 5,98, correspondendo ao valor 4,26 para o Roxo um pouco a jusante da junção com a ribeira de Assarias, a qual serve de canalização do esgoto da mina de Algaes. O teor de Fe total foi, no mesmo ponto do Sado, de 10,7 mg/l, máximo valor observado, sendo



2,83 mg/l a concentração de  $\text{Fe}^{+2}$ , na mesma altura em que os valores correspondentes na água do Roxo eram 88,8 e 80,2 mg/l, respectivamente.

Quanto ao teor de  $\text{Cu}^{2+}$ , também na vizinhança, para jusante, da junção com o seu afluente no Sado, verifiquei nunca existir mais do que 0,5 g/l e só *muito excepcionalmente* tal valor excedia o limite de 0,05 mg/l. Portanto a hipótese duma acumulação nos tecidos dos moluscos das ostras, que se situam a algumas dezenas de quilómetros para jusante, não é sustentável, pelo menos no que respeita à inquinação pelas minas de Aljustrel. Na zona de entrada do esgoto da mina de Algaes no rio Roxo, a poluição é, por vezes, intensa mas ao longo do curso deste rio dá-se uma autodepuração, com precipitação, após oxidação, da maior parte de  $\text{Fe}^{2+}$  e ainda de Cu, As e Bi.

O esgoto em si é solução concentrada de sais de cobre e ferro, sendo ele diluído e armazenado numa barragem denominada «Água Forte». No Quadro III apresenta-se um exemplo de composição do esgoto.

O efluente é constituído pela água efectivamente tirada da mina e por águas de leixiviação das pilhas de material piritoso, que se acumulam à superfície da mina.

Para dar concretamente ideia da «riqueza» em metais da água da mina, no Quadro IV indico os resultados da análise do esgoto do piso 80 da mina de Algaes.

A utilização da água de leixiviação de pirites para solubilizar cobre e enxofre ( $\text{SH}^-$ ), este oxidado a  $\text{SO}_4^{2-}$ , é o fenómeno em que assenta, como se sabe, a hidrometalurgia daquele metal.

Tal leixiviação, em parte também pela água das chuvas actuando à superfície, é afinal a responsável pela natureza poluente dos esgotos das minas de

pirite. E a acção mantém-se enquanto haja pirites por oxidar à superfície do terreno, mesmo estando parada a actividade mineira. Um exemplo curioso de tal situação, encontrei-o também em relação ao rio Roxo.

Foi-me chamada a atenção ocasionalmente para o facto de quase todos os anos se observarem, na altura das primeiras grandes chuvas, muitos peixes mortos no Roxo. No entanto estas malfeitorias produzem-se a montante da confluência com os esgotos de Aljustrel. Foi o engenheiro desta mina, Eng.º Rui Freire de Andrade, que então me contou ter existido, a uns quilómetros para SE da confluência, uma exploração mineira, no monte da Pedra Grande, que já estava abandonada há mais de cinquenta anos.

Numa visita que lá fiz, em dia chuvoso, foi fácil identificar, surdindo dum monte de pirite e de escórias existente no local, dirigindo-se para o Roxo, dois pequenos regatos, ambos com água de reacção ácida e tendo um deles as seguintes características:

pH	= 2,35
$\text{Fe}^{2+}$	= 335,1 mg/l
Fe	= 1011 »
$\text{Cu}^{2+}$	= 19,1 »
As	= 1,5 »

Dado a não existência, desde há mais de meio século, de qualquer actividade mineira nesse sítio, bem se poderá falar, com certa propriedade, em «poluição geológica»...

Julgo mesmo não ser a única zona da região onde o qualificativo teria a aplicação, dada a antiguidade da exploração mineira nessa região do Alentejo.

Quadro III

	Esgoto	Água Forte	
pH	2,45	2,15-2,85	
Fe total	4,36	1,16-14,7	
$\text{Fe}^{2+}$	2,06		g/l
$\text{Al}^{3+}$	2,92		
$\text{Cu}^{2+}$	0,52	Vest.-0,194	g/l
$\text{Zn}^{2+}$	2,96	—	
$\text{SO}_4$	35,0	—	

Quadro IV

Esgoto do piso 80 (mg/l) (*)	
Cu	17 516
Bi	98,7
Cd	22,1
Co	vestígios acentuados
Sb, Se, Ni, In, Ag	vestígios ténues
Mo, Sn, Gr, Ge, Pb	nulos

(\*) Não foi doseado Fe.

## 4 — PROCESSOS DE TRATAMENTO

Como devem tratar-se as águas residuais para a eliminação dos metais tóxicos?

O princípio geral que rege a escolha destes tratamentos é o de que cada caso é um problema especial e, como tal, deve estudar-se de per si. As considerações que se seguem contemplam apenas alguns aspectos. Como elementos de consulta mais recentemente aparecidos, mencionamos os artigos de ROLF NILSSON [4], JOHN G. DEAN, FRANK L. BOSQUI e KENNETH H. LANAOUETTE [6], THEODORE W. CADURAN e ROBERT W. DELLINGER [8].

Outro princípio geral do tratamento de esgotos industriais é comum à maior parte dos casos de poluição líquida ou gasosa: até conseguir cerca de 90 % de eliminação de poluentes, o tratamento não é geralmente muito oneroso; a partir daqui, porém, o custo aumenta muito rapidamente. Felizmente o princípio não tem grande incidência em muitos casos de poluição por efluentes industriais contendo metais tóxicos.

Assim, os iões dos elementos Pb, Cu, Cr(III) e As(V) podem reduzir-se a concentrações inócuas por precipitação com  $\text{Ca(OH)}_2$  ou  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Cd, Zn, Ni, Co e Mn precipitam bem com cal e o próprio Hg é eliminável por tratamento consecutivo com  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  e  $\text{Ca(OH)}_2$ . A substituição deste último reagente por calcário moído torna o tratamento mais barato mas a elevação de pH resultante não é de molde a provocar a precipitação de certos metais, como Ni, Mn, Co, etc.

No caso do tratamento com cal, a precipitação pode também ser impedida pela presença de certos compostos complexantes que não raramente coexistem nas águas residuais da indústria como, por exemplo, o ácido nitrilo-acético (usado em várias indústrias químicas). Estas substâncias orgânicas podem ser degradadas no decorrer do tratamento biológico clássico dos esgotos, ou por certos oxidantes, tais como  $\text{Cl}_2$ . Só depois será eficaz o tratamento pela cal e pode tornar-se ainda mais, em relação a alguns dos metais poluentes, pela adição simultânea de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ou  $\text{Na}_2\text{S}$ , estando neste caso, por ex. Pb, Hg, Cd. Para o crómio, se existir sob a forma de Cr(VI), há primeiro que reduzi-lo (po ex. com  $\text{Fe}^{2+}$  ou  $\text{SO}_2$ ) a Cr(III).

A precipitação de Mn pela elevação de pH exige

a sua prévia oxidação, conseguida geralmente por simples arejamento.

Muitas outras técnicas podem aplicar-se à eliminação dos iões metálicos nas águas mas, como tal aplicação resulta, geralmente, mais cara, só em circunstâncias especiais ela se justificará. Assim, por exemplo, a electrólise é meio seguro de eliminar  $\text{Cu}^{2+}$ , mas a operação só tem justificação económica em águas residuais com apreciável concentração do ião, por exemplo de 10 a 100 g/l. Para 1 a 20 g/l, usa-se a concentração ou a electro-extirpação; ainda se justifica um tratamento relativamente caro, como a extracção por solventes, para a zona de 0,01-1 g/l.

A permuta iónica, com recuperação do metal, permite purificar efluentes contendo até 0,2 g/l.

Como é óbvio, estes limites são simples pontos de referência pois outras circunstâncias, como a cotação do metal, facilidade da sua venda, etc., condicionam a solução a adoptar. O exemplo apresentado do cobre é característico.

Outros processos de tratamento, como a osmose inversa, filtração por carvão activado, quelação seguida de extracção por solvente, precipitação por arrastamento, etc., poderão empregar-se também em casos típicos. Assim, por exemplo, a eliminação de  $^{87}\text{Sr}^{+2}$  (estrôncio radioactivo) consegue-se facilmente ou por adsorção em alumina activada ou por arrastamento, adicionando à solução  $\text{Sr}^{2+}$  e, a seguir,  $\text{SO}_4^{2-}$  e  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  ou simplesmente juntando os correspondentes precipitados pulverizados à água e agitando:



O próprio tratamento biológico habitual pode causar a eliminação de certos metais, como o cobre no estado de  $\text{CuS}$ , ou então oxidar outros, como  $\text{Fe}^{2+}$  ou  $\text{Mn}^{2+}$ .

Sobre a questão do mercúrio poluente e sua eliminação, vd. por ex. [9] e [10].

## 5 — POSSIBILIDADES DE DEFESA CONTRA A POLUIÇÃO

Para terminar esta nota, desejaria exprimir a minha opinião pessoal quanto a alguns pontos basilares duma política antipolvente a seguir em Portugal.

Refiro-me aqui somente à contaminação das águas interiores, especialmente ao caso dos rios portugueses. Em primeiro lugar, para o estabelecimento de normas antipoluentes eficazes, é indispensável o conhecimento do estado actual de «limpeza» ou, mais incisivamente, de «saúde» dos nossos cursos de água, seu regime (geralmente tão desfavorável para o fim em vista), flora, fauna, capacidade de autodepuração, etc.

Sei que, pelo menos, os Serviços Fluviais da Direcção-Geral de Hidráulica já possuem alguns desses elementos e possivelmente o mesmo se dará com outros organismos, como a Direcção-Geral dos Serviços Florestais e os mais recentemente criados com acção específica sobre aspectos da conservação do ambiente, como a Comissão Nacional do Ambiente.

No fim de contas, não se trata só de conhecer o estado «sanitário» actual dos nossos rios, mas de promover a constante actualização deste conhecimento, implantando postos de análise automática e de alarme, procedendo, noutros pontos, periodicamente a colheita de amostras para análise, etc.

Não são muitos (infelizmente) os rios portugueses com condições para abastecimento de água às populações e verdadeiramente criadores de peixe com significado alimentar ou turístico, para que seja de assustar o vulto da despesa a realizar com a fiscalização sanitária dos nossos rios, fiscalização cuja eficácia é decisiva para o bom êxito duma campanha antipoluição.

Já noutra oportunidade pus em realce a circunstância de ser geralmente mais grave, para a vida das populações e para a nossa economia, a poluição das águas interiores que a poluição atmosférica. Isto porque a autodepuração é nelas mais lenta e, tende, em certos casos, para se tornar inoperante.

Por isso, tenho a opinião, aliás já exposta numa comissão oficial de que em tempos fiz parte, de que as medidas a tomar quanto à poluição dessas águas, nomeadamente quando de origem industrial, devem ser exigentes e firmes.

Distingo dois casos:

- 1) indústrias já existentes e com acção poluente líquida averiguada;
- 2) novas indústrias a montar.

É quanto a estas que julgo dever ser radical a

atitude a tomar: não é de tolerar, daqui para o futuro, que os nossos rios, alguns dos quais já muito poluídos, venham a sê-lo ainda mais. Ora a técnica moderna fornece meios eficazes de tratamento de águas residuais de molde a que, à saída da fábrica e na direcção a qualquer curso de água, elas apresentem composição e temperatura que não possam alterar as qualidades do rio em causa. É claro que o emprego desses meios comporta despesa, que se irá reflectir no preço de custo dos produtos fabricados; mas tal espécie de encargos é mais que justificada quando, no fim de contas, o que está em causa é a saúde, a prosperidade e a própria vida das populações.

Em resumo: para novas indústrias a montar e pelo que respeita à consequente poluição, por efluentes líquidos, sou pela exigência do que costuma chamar-se a «poluição zero».

Quanto às indústrias existentes, julgo aplicável o sistema, já em vigor nalguns países, das taxas de poluição, cujo princípio pode enunciar-se assim: quem polui deve pagar a sua malfetoria. Note-se, no entanto, que a ideia base não é a de que se trate simplesmente duma multa. Por via de regra, as taxas assim cobradas revertem a favor de um organismo oficial técnico que as aplicará precisamente no custeio de instalações de tratamento de águas residuais.

No caso português, pareceria razoável conceder às várias instalações existentes, emissoras de esgotos poluentes, um prazo por exemplo de três anos, para resolverem os seus problemas e reduzirem a zero as suas poluições; caso não o fizessem até ao fim do prazo, passariam a pagar um imposto adicional, de valor progressivo, até verificarem ser mais económico para elas empreender as obras necessárias ao tratamento das suas águas residuais. Simultaneamente um organismo técnico, para o qual reverteria o produto desses impostos, não somente procederá ao estudo técnico das obras necessárias mas ainda teria possibilidade de prestar auxílio financeiro para a sua efectivação, quando as respectivas empresas dele carecessem.

Cabe aqui fazer comentário breve ao princípio denominado de «poluição zero». Detrás desta política que parece dever ser inflexível, está no entanto a definição legal de «água residual não poluente».



De modo geral, esta definição tomará a forma de fixação de limiares de concentração, como por exemplo os que foram apresentados no Quadro II.

Mas admite-se que, em casos especiais, se seja mais rigoroso ou mais tolerante quanto aos limites fixados ou mesmo que se reconheça simplesmente que um determinado curso de água pode, sem prejuízo económico sensível, ser considerado apenas como o escoadouro e diluidor natural de esgotos industriais. Trata-se evidentemente de casos muito raros; por exemplo, aquele a que implicitamente já aludi: o de uma mina cuja localização não depende de nós. Mas, mesmo neste caso, haverá que equacionar devidamente o problema antes de tomar uma resolução.

## 6 — POLUIÇÃO ORGÂNICA

Estão fora do âmbito desta nota os esgotos municipais e, até certo ponto, a contaminação com poluentes orgânicos.

Quanto aos primeiros, julga-se que é tarefa urgente o estudo e realização de estações de tratamento de todos os esgotos de agregados populacionais, estabelecendo uma lista de prioridades e um esquema da rede dessas estações, de modo a limitar ao mínimo o seu número, em benefício da capacidade de tratamento.

Quanto aos poluentes orgânicos, a questão não é essencialmente diferente daquela que tratámos e julgo que o princípio de «poluição zero» se deve manter inalterável, também quanto a elas.

Também não tive ocasião de referir os efeitos sobre a ecologia das águas interiores de compostos vários do elemento fósforo, no estado de, ou transformado por oxidação natural em fosfato. Certos insecticidas, herbicidas e detergentes, além dos fertilizantes fosfatados e azotados, estão na origem desse género de poluição. O resultado pode ser a alteração profunda da flora dos rios e especialmente a dos lagos, fenómeno designado por eutroficação. Só em parte, isto é, só em casos especiais, podem dela ser responsáveis os esgotos fabris. A modificação da flora dá-se no sentido do predomínio duma dada espécie (ou de algumas poucas espécies) sobre as outras, com reflexos fatais para a fauna habitual dos meios aquáticos não poluídos.

Finalmente, também me não ocupei da poluição do mar; o problema tem de facto grande importância e as nossas entidades oficiais competentes estão para ele alertadas e conhecem bem os seus parâmetros.

Dentro do panorama tão vasto da deterioração dos ambientes ecológicos, tratei apenas duma zona restrita, limitação imposta pela questão do tempo a que deve sujeitar-se uma simples nota apresentada aqui.

Mas não somente por isso. Escolhi também, como devia, o aspecto da poluição do ambiente em que posso ter um mínimo de autoridade, pois a minha passada vida profissional dele me aproximou frequentemente. E, depois, tenho diligenciado não o perder de vista.

Recebido. 4. Fev. 1976.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] CARVALHO, A., Com. ao IV Congresso Nacional de Bioquímica — Lourenço Marques, Out. 1972 — *Rev. Port. Quím.*, 14, 110 (1972).
- [2] CARVALHO, A., PULIDO, C. M. e ALMEIDA, M. C. M., Com. à Academia das Ciências de Lisboa, em 2/VII/1964.
- [3] KRUSE, H., Proposta de norma europeia, 1960.
- [4] NILSON, R., *Water Research*, 5, 51 (1971).
- [5] «L'Industrie du Pétrole en Europe», 57, Março, 1974.
- [6] *Environ. Sc. & Technol.*, 512, Junho 1975.
- [7] Jornadas do Centro Belga de Estudos e Documentação das Águas (1969).
- [8] CADURAUN, T. W. e DELLINGER, R. W., *Chem. Eng.*, 79 (April 15, 1974).
- [9] *Chem. Eng.*, 60, (Jan. 20, 1975)
- [10] VOSTAL, D. e FRIBERG, L., C. R. P. Press, Cleveland, Ohio, 1974.

## ABSTRACT

*Since inorganic industrial pollutants are difficult to self eliminate it is necessary to define strict and firme measures to keep the «sanitary» condition of water streams. After presenting a few examples, some basic points of an anti-polluting policy are stated which, in the author's opinion, are essential of being established. A brief comment is made on the «zero pollution» principle.*