

# MONITORAMENTO DA QUALIDADE DOS RIOS EM SÃO PAULO E NA FRANÇA

Rubens M. de Abreu<sup>1</sup>

**RESUMO** - Com o advento do controle da poluição ambiental, no final dos anos 60, teve início a importante atividade de monitoramento da qualidade das águas, particularmente dos rios e lagos. Em São Paulo, a CETESB opera sua rede básica de amostragem, hoje com 100 pontos, desde 1975. Na França, o primeiro inventário quinquenal teve lugar em 1971, repetido em 76 e 81. O objetivo explícito dessas redes é o de verificar tendências da qualidade e avaliar resultados do controle. Este artigo expõe resultados, descreve metodologias e explicita cenários de qualidade de águas interiores em duas regiões bem definidas. Da sua comparação podem surgir idéias esclarecedoras.

**ABSTRACT** - The activity of the water quality monitoring networks started when the water pollution control received special attention from regional or national governments at the end of the 60's. CETESB operates a water sampling network since 1975. In France, the first water quality inventory was done in 1971 and done again in 76 and 81. The main objectives of the water quality monitoring are to follow its trend and to evaluate the results of the water pollution control. It is very difficult to evaluate these results through that kind of data and their variations. The evaluation of pollution loads may provide higher precision. This paper summarises results, explains methodology and shows the state of water quality. By comparing them clarifying ideas may arise.

## INTRODUÇÃO

Quase todos os países dispõem de rede de monitoramento de qualidade das águas, de modo a acompanhar sua evolução ao longo do tempo. Cada sistema tem suas peculiaridades; entretanto, é possível estabelecer-se uma comparação de resultados com razoável aproximação. É o que se pretende fazer neste artigo, tomando por base os dados publicados pela CETESB em São Paulo e pelo Ministério do Meio Ambiente e Qualidade de Vida da França.

A França tem cerca do dobro da área territorial do Estado de São Paulo, bem como da sua população, ou seja, 550 mil km<sup>2</sup> e 50 milhões de habitantes. Isto produz uma densidade populacional média da mesma ordem de grandeza em ambos os territórios, fato que favorece a comparação, porque o fenômeno da poluição está nitidamente relacionado com a concentração humana.

Convém frisar, também, que os programas de controle da poluição tiveram início em ambos os casos por volta de 1968. Na França, as Agências de Bacia entraram em operação naquele ano, quando apenas 15% da carga poluidora gerada era removida nas estações de tratamento de esgotos urbanos e de efluentes industriais. Dez anos depois, a eficiência média dos tratamentos franceses havia crescido para 38% de remoção e a expectativa era

alcançar 65% de remoção em 1988. Já em São Paulo, de menos de 10% de redução em 1969, alcançou-se em 1985 a porcentagem de 44%. Deve-se ressaltar que os tratamentos urbanos removem apenas 6% da carga poluidora doméstica. Isto significa que a indústria reduz em cerca de 70% a carga poluidora dos seus despejos. Nestes cálculos foram desconsideradas as cargas poluidoras das usinas de açúcar e álcool, uma vez que a sua inclusão distorceria a comparação, pois o restilo entraria com redução de 100%, devido ao fato de ser lançado na lavoura.

Portanto, mesmo desconsiderando diferenças eventuais nos critérios de cálculo de cargas poluidoras, os programas de abatimento da poluição das águas, no tocante à indústria, na França e em São Paulo, apresentam resultados equivalentes e de bom nível. É de se lamentar não poder dizer o mesmo do tratamento dos esgotos urbanos no Estado de São Paulo, cujos resultados foram praticamente nulos, bem ao contrário do que aconteceu na França.

De passagem, é preciso dizer que este insucesso tem várias causas que se somam, tais como: falta de tradição e vontade política no tocante ao tratamento dos esgotos urbanos; falta de financiamento aos municípios; ineficácia dos regulamentos em relação aos poderes públicos e tarifas insuficientes. Enquanto no Brasil o Planasa - Plano Nacional de Saneamento, implementado pelo BNH, não correspondeu totalmente à expectativa, na França o aporte de recursos provenientes das tarifas cobradas dos lançamentos de despejos e outros usos da água possibilitou a participação das Agências de Bacias no financiamento das obras necessárias.

<sup>1</sup> Engenheiro Civil e Mestre em Engenharia Ambiental, da CETESB

## MONITORAMENTO DAS ÁGUAS INTERIORES

Dois aspectos principais devem ser considerados, ao se projetar uma rede de amostragem, abrangendo uma bacia hidrográfica, um Estado ou um país: a representação espacial e a temporal. É claro que, além disso, é necessário escolher as variáveis de qualidade que serão medidas em cada amostra de água. Por razões práticas, especialmente de ordem econômica, as coberturas temporal e espacial têm suas limitações, assim como o número das variáveis a serem medidas.

Assim, em São Paulo, a CETESB opera uma rede de 100 estações de amostragem, cobrindo todo o território estadual com coletas mensais de amostras, nas quais são medidas 34 variáveis. A operação da rede iniciou-se em 1975 e a sua frequência de amostragem foi reduzida à metade, ou seja, seis por ano, a partir de 1985, por razões econômicas. O número de estações cresceu de 42 para 100 ao longo do tempo e tem-se mantido estável nos últimos anos. A partir de 1978, vêm sendo publicados boletins anuais que, além dos dados brutos, apresentam uma série de considerações, mapas e índices, entre os quais o de maior expressão é o IQA (Índice de Qualidade da Água), que nada mais é do que uma nota que varia de 0 (pior) a 100 (melhor).

Na França, o "inventário nacional do grau de poluição das águas superficiais, rios e canais" tem-se realizado a cada cinco anos, a partir de 1971, ou seja, 1971, 76 e 81, com relatórios publicados. O levantamento quinquenal francês compreende cerca de 1.250 pontos, dos quais 134 foram erigidos em estações permanentes, isto é, amostradas mensalmente, ao longo do tempo.

Além disso, enquanto em São Paulo o conjunto de 34 variáveis de qualidade é o mesmo para todos os pontos, na França há diferenças entre um ponto e outro, sendo que o total passível de medir chega a 50 variáveis. Em média, foram realizadas 125 análises para cada estação no inventário de 1981, enquanto na rede paulista a quantidade de determinações foi de 204 por estação, em 1986.

Em termos de custo, é interessante notar que o inventário francês de 1981 despendeu cerca de 13 milhões de francos e a rede paulista realizou o orçamento de Cz\$ 2,5 milhões em 1986. Tais cifras correspondem a aproximadamente Cz\$ 25 mil por estação, por ano, em ambos os casos.

## COMPARAÇÃO DOS DADOS DE QUALIDADE DE ÁGUA

Para fazer este estudo, os dados de qualidade das águas de São Paulo foram processados do mesmo modo que o dos inventários franceses. É claro que esta comparação não permite grande precisão, devido a inúmeras razões, entre as quais a diferença de vazões, não só de uma região para outra, como de um ano para outro. Além disso, pode haver diferenças de métodos de análise e de critérios no estabelecimento das redes de amostragem.

Portanto, não se queira tirar correlações entre uma região e outra, mas, tão somente, mostrar dois cenários com suas virtudes e deficiências.

## CLORETOS

Embora o nível de cloretos raramente constitua problema, esta variável é apresentada para mostrar as condições de variação quando se comparam dados correspondentes a vazões diferentes ou conjunto de pontos diferentes, uma vez que, geralmente, não se removem cloretos e, não havendo outras causas, o crescimento do volume de esgotos tratados ou não, lançado nos rios, fará crescer os teores de cloretos.

Assim, a Tabela 1 apresenta as porcentagens de estações de amostragem por faixas de cloretos, tanto para o conjunto total de pontos em cada campanha ou ano, quanto para o conjunto de pontos comuns a ambas as campanhas. Pode-se notar, nessa tabela, que em São Paulo não houve alterações de monta entre

78 e 83 e o nível de cloretos é bem baixo, de modo geral (80% menor que 20 mg/l). O ano de 1983 foi bem mais chuvoso que 1978, o que justifica certa redução nos teores. Isso aconteceu, também, na França em 1981.

TABELA 1 - Porcentagem das estações de amostragem por faixa de cloretos em termos de concentrações médias anuais

Região	Conjunto de estações	Ano	Faixa de Cloretos (mg/l)			Total de estações
			< 20	20 a 50	> 50	
França	Total	1976	46%	35%	19%	1.255
		1981	47%	37%	16%	673
	Comum às Campanhas	1976	37%	35%	28%	628
		1981	47%	37%	16%	628
São Paulo	Total	1978	80%	16%	4%	74
		1983	81%	16%	3%	100
	Comum às Campanhas	1978	80%	16%	4%	72
		1983	81%	16%	3%	72

## MATÉRIA ORGÂNICA

A poluição orgânica tem como efeito a redução dos níveis de oxigênio dissolvido nas águas, podendo chegar a zero (condição anaeróbia) e inviabilizar a vida de peixes, além de produzir mau aspecto e mau cheiro. São parâmetros importantes, neste caso, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5</sub>) e a demanda química de oxigênio (DQO). No primeiro caso, avalia-se a presença de substâncias biodegradáveis e, no segundo, incluem-se as substâncias orgânicas de biodegradação mais difícil.

Com relação à poluição orgânica, tanto a rede francesa quanto a paulista retratam cenários semelhantes, com São Paulo predominando nos pontos mais poluídos. É interessante notar que a melhoria que ocorreu nos cenários posteriores, em São Paulo e na França, foi consequência, entre outros fatores, de melhores condições de vazões dos rios, pois 1981 e 1983 foram anos bastante chuvosos nas respectivas regiões. Além disso, o aumento no número de estações na rede paulista, certamente produz outro fator de discrepância com relação aos resultados.

Cumpra observar que os padrões de qualidade para DBO<sub>5</sub> são os seguintes, em função das classes definidas na Resolução 20/86, do Conama-Conselho Nacional do Meio Ambiente:

- Classe 1: < 3 mg/l
- Classe 2: < 5 mg/l
- Classe 3: < 10 mg/l
- Classe 4: < 15 mg/l (assumido em função de OD = 2 mg/l)

TABELA 2 - Porcentagem de estações de amostragem por faixas de DBO<sub>5</sub> em termos de médias anuais

Região	Ano	Faixas de DBO <sub>5</sub> (mg/l)				Total de estações
		< 5	5 a 10	10 a 25	> 25	
França	1976	62%	26%	8%	4%	1.255
	1981	80%	14%	4%	2%	1.253
São Paulo	1978	68%	12%	10%	10%	74
	1983	79%	14%	5%	2%	100

TABELA 3 - Porcentagem de estações de amostragem por faixas de DQO em termos de médias anuais

Região	Ano	Faixa de DQO (mg/l)				Total de estações
		< 25	25 a 40	40 a 80	> 80	
França	1976	72%	16%	8%	4%	1.242
	1981	77%	16%	5%	2%	1.932
São Paulo	1978	68%	15%	9%	8%	74
	1983	72%	17%	6%	5%	100

TABELA 4 - Porcentagem de estações de amostragem por faixas de NMP de Coliformes Fecais em termos de médias anuais

Região	Ano	Faixas de Coliformes Fecais (NMP/100 ml)					Total de estações
		< 20	20 a 2.000	2.000 a 20.000	20.000 a 200.000	> 200.000	
França	1976	1%	16%	36%	34%	13%	564
	1981	0%	12%	39%	36%	13%	679
São Paulo	1978	4%	32%	26%	15%	23%	74
	1983	6%	40%	21%	24%	9%	100

## COLIFORMES FECAIS

As contagens de coliformes fecais revelam a presença de esgotos domésticos nos rios ou lagos. São indicadores de eventual contaminação, devida a microrganismos patogênicos. O padrão de rios Classe 2 é de 1.000 NMP/100 ml, contagem esta que é o limite aceito para esportes aquáticos.

Este parâmetro, juntamente com a DBO<sub>5</sub> e os nutrientes, permite quantificar a poluição decorrente dos esgotos domésticos. Embora possa não ser necessário o tratamento para redução da carga orgânica, o tratamento dos esgotos urbanos sempre se justificará para redução dos patogênicos, especialmente quando lançados em águas interiores. A situação desta variável de qualidade está na Tabela 4.

Os dados de coliformes da França mostram uma predominância de estações de amostragem com contagem de coliformes entre 2.000 e 200.000 NMP/100 ml. Esta distribuição não coincide com as de DBO<sub>5</sub> e DQO. A explicação deve ser que os pontos onde foram realizadas análises bacteriológicas são em número bem menor (564/679) que os de DBO<sub>5</sub> (1.255/1.253). Em todo o caso, o que se depreende é que, lá também, os esgotos domésticos respondem pelas piores condições de qualidade dos rios.

## NUTRIENTES

A decomposição da matéria orgânica devolve ao ambiente não só gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e água, como também os sais minerais, que entraram na sua síntese. Na água, crescem em importância o nitrogênio e o fósforo, porque são os fertilizantes que favore-

TABELA 5 - Porcentagem de estações de amostragem por faixas de fósforo total em termos de médias anuais

Região	Ano	Faixas de Fósforo Total (mg P/l)				Total de estações
		< 0,065	0,065 a 0,326	0,326 a 1,630	> 1,630	
França	1976	27%	49%	21%	3%	1.243
	1981	29%	54%	14%	3%	1.232
São Paulo	1978	42%	40%	11%	7%	74
	1983	46%	40%	6%	8%	100

cerão o crescimento de vegetais aquáticos, particularmente as algas. O excesso de fertilização conduzirá ao fenômeno da eutrofização, com inconvenientes para as ETA's ou, às vezes, problemas de mortandade, com exalação de intenso mau cheiro.

Destaque-se, neste caso, que os rios franceses estão um pouco mais sobrecarregados de fósforo que os de São Paulo. Isto parece mostrar que a França não entrou, ainda, na era do tratamento terciário, que é destinado à remoção de nutrientes.

## METAIS PESADOS

Outro grupo de substâncias potencialmente prejudiciais são os metais pesados, entre os quais, o mais famoso é o mercúrio. A Tabela 6 os apresenta num formato um pouco diferente das anteriores.

TABELA 6 - Porcentagem das estações de amostragem em que dois ou mais teores de metais pesados levantados foram iguais ou maiores do que os padrões fixados pela CEE - Comunidade Econômica Européia.

Região	Conjunto de estações	Ano	Cr (mg/l)	Pb (mg/l)	Cu (mg/l)	Zn (mg/l)	Cd (mg/l)	Hg (mg/l)	Total de estações
França	Total	1976	11%	7%	9%	1%	18%	28%	399
		1981	3,4%	2,7%	26%	4,6%	33%	13%	261
	Comum às Campanhas	1976	11%	21%	11%	2%	34%	9%	186
		1981	3%	2%	4%	0,5%	11%	9%	186
São Paulo	Total	1978	14%	28%	48%	3%	ND	17%	58
		1983	2,4%	1,2%	62%	2,4%	ND	11%	81
	Comum às Campanhas	1978	14%	28%	48%	3%	ND	17%	55
		1983	2%	2%	71%	3%	ND	11%	55
Padrões CEE			0,05	0,05	0,02	0,5	0,001	0,0005	

Nota: ND - Limite de detecção superior ao padrão.

Do mesmo modo que na apresentação dos cloretos, os metais pesados aparecem na Tabela 6 em termos de conjunto total das estações levantadas em cada campanha e o conjunto das estações comuns a ambas as campanhas. Convém lembrar, também, que os padrões CEE são os *guide* mais restritivos para cobre, zinco e mercúrio, cujos *imperative* são, respectivamente, 0,05, 3 e 0,001 mg/l, isto é, menos restritivos. Já a Resolução 20/86 do Conama fixou esses valores, respectivamente, em 0,02, 0,18 e 0,002 mg/l para rios Classes 1 e 2. Chamam a atenção o cobre em São Paulo e o cádmio na França. No mais, as situações são comparáveis.

## ÍNDICES DE QUALIDADE DE ÁGUA

A avaliação da qualidade das águas é feita, também, através de índices que fornecem uma visão mais global ou genérica. Assim, tanto os paulistas quanto os franceses lançam mão de índices cujas bases, no entanto, são totalmente diferentes. Na França, realizam-se também levantamentos hidrobiológicos, ou seja, de diversidade e características biológicas dos organismos presentes. Isto permite avaliar a qualidade biológica nas estações de amostragem e chegar a um índice hidrobiológico que corresponde a uma nota global variando de 0 a 10. O método consiste em determinar, para cada estação, dois índices bióticos, um relacionado com meio lótico (água corrente) e outro com meio lêntico (água parada), e obter o índice biótico Ib como valor médio.

Uma situação biológica normal de qualidade ótima deveria apresentar:  $I_r = I_b = 10$ . Como isto nem sempre acontece, foram estabelecidos os cinco graus de qualidade seguintes:

- 10 -  $I_b \leq 1$  : qualidade biológica normal
- 1 < 10 -  $I_b \leq 3$  : qualidade biológica subnormal
- 3 < 10 -  $I_b \leq 5$  : poluição observável
- 5 < 10 -  $I_b \leq 7$  : poluição importante
- 10 -  $I_b > 7$  : poluição muito importante

TABELA 7 - Porcentagem de estações de amostragem por faixa de qualidade de água na França e em São Paulo

FRANÇA			
$I_r - I_b$	Faixa de Qualidade	1976	1981
< 1	Qualidade biológica normal	34% (23)	28% (27)
1 a 3	Qualidade biológica subnormal	33% (37)	41% (41)
3 a 5	Poluição observável	26% (30)	24% (25)
5 a 7	Poluição importante	6% (9,3)	5% (4,4)
> 7	Poluição muito importante	1% (1,6)	2,4% (1,6)
Total de estações		509	631

SÃO PAULO			
IQA	Faixa de qualidade	1978	1983
80 - 100	Ótima	16%	9%
52 - 80	Boa	55%	63%
37 - 52	Aceitável	14%	20%
20 - 37	Imprópria	8%	6%
0 - 20	Má	7%	2%
Total de estações		74	100

Notas: ( $I_r - I_b$ ) = Índice Hidrobiológico  
( ) = % relativa a estações comuns a ambas as campanhas, num total de 430 pontos.  
IQA = Índice de Qualidade de Água.

Em São Paulo, a CETESB usa o IQA, que é um índice originário da Universidade de Michigan, EUA. Trata-se de uma nota de 0 a 100, obtida por média ponderada de nove parâmetros, que são: temperatura, Ph, OD,  $DBO_5$ ,  $N_{total}$ ,  $P_{total}$ , NMP Coli Fecal, Turbidez e Resíduo Total. Não abrange, portanto, aspectos toxicológicos. Portanto, o IQA resulta de condições de qualidade físico-química, sendo que a nota de 0 a 100 facilita o entendimento do leigo e padroniza a subjetividade inerente a essas notas. Além disso, há que se fixar o peso de cada parâmetro na participação da nota média global.

Isto posto, não há porque comparar resultados que quantifiquem coisas tão diferentes quanto possam ser causa e efeito. Não é demais, porém, apresentar as situações de ambas as redes de acordo com os respectivos índices. É o que se tem na Tabela 7.

A Tabela 7 corresponde a uma síntese da situação em ambas as regiões estudadas. Os perfis da qualidade dos rios franceses e paulistas indicam uma boa quantidade de rios bons (70% dos pontos de amostragem), enquanto os rios bastante poluídos se apresentam em menor quantidade ou 7% dos pontos de amostragem na França e entre 15 e 8% em São Paulo. A melhoria ocorrida em São Paulo tem forte influência das altas vazões ocorridas em 1983. Aliás, é interessante notar que as chuvas fazem melhorar a qualidade dos rios mais poluídos, enquanto diminuem a qualidade dos rios limpos (16% em 78 contra 9% em 83, para os pontos de qualidade ótima). Isto se deve à interferência do resíduo total e da turbidez no IQA desses pontos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cumprir dizer que o inventário francês apresenta um rol de informações mais completo, com levantamento sistemático de dados como: praguicidas organoclorados e PCB; streptococos e salmonelas; dados hidrobiológicos; radioatividade; metais pesados em sedimentos; mercúrio e organoclorados em peixes. Em São Paulo, tais levantamentos têm sido feitos durante estudos específicos e atendendo a situações particulares.

Tanto a CETESB quanto os diversos laboratórios franceses envolvidos nesses trabalhos lutam com dificuldades tecnológicas, quando se trata de detectar concentrações extremamente baixas de determinadas substâncias. Dos 73 padrões fixados na Resolução 20/86 - Conama, os laboratórios da CETESB conseguem detectar apenas 36.

Quanto a possíveis conclusões, é preferível que o leitor as formule meditando sobre as informações contidas neste artigo. Para estimular a sua imaginação ficam no ar algumas questões, como:

- para que serve o inventário de qualidade das águas?
- o inventário quinquenal é mais eficaz do que o permanente?
- como avaliar as reais tendências de variação dessa qualidade?
- para que fixar padrões, quando não se tem como medi-los?
- os padrões mencionados são fixados para água bruta e os de água potável são outros;
- qual a importância do índice hidrobiológico?
- a situação em São Paulo é pior (ou melhor) que na França?
- por que não tratar os esgotos urbanos?

## REFERÊNCIAS

- 1- ABREU, R.M. & GUAZZELLI, M.R., *Comparative Study of the Inland Water Quality - São Paulo - Brasil, France and England*. 4ª Conferência Internacional da IAWPRC - São Paulo (1986).
- 2- CETESB, *Qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo* (1978 e 1983).
- 3- Ministère de l'Environnement (França), *Inventaire du Degré de Pollution des Eaux Superficielles, Rivières et Canaux* (1976 e 1981).
- 4- ——— *6 Comités de Bassin, 6 Agences pour l'Eau, 10 Ans d'Activité* (1978).