

Qualidade da água no rio Tietê, São Paulo. Um programa de amostragem

CELSO L. GIAMPÁ (*)
MARIO LIGUORI (**)
ARISTIDES A. ROCHA (***)

INTRODUÇÃO — DADOS HISTÓRICOS

O Rio Tietê é bastante célebre na história da Província de São Paulo. Por ele correram algumas das bandeiras que vieram alargar os horizontes do Território Brasileiro.

O Anhambi, assim conhecido por certas tribos indígenas devido a presença de inhambús, um tipo de ave abundante na região, era também chamado de Rio Grande. Esses nomes foram, posteriormente, mudados para Tietê, uma outra designação indígena composta dos vocábulos guaranis Ti (água), Eté (boa, verdadeira) significando então, água boa.

Alguns relatórios de viagens descrevem esse rio, merecendo destaque os de José Bonifácio de Andrada e Silva e seu irmão Martim Francisco no ano de 1820, de Saint Hilaire em 1821 e de Kidder em 1839.

Os irmãos Andrada assinalavam que o Rio Tietê, na altura da desembocadura do Rio Pinheiros, na Capital — era um local alegre onde como diziam: "a beleza convida os habitantes de São Paulo a irem passear às suas margens"; mas nesse mesmo relatório comentavam que ao che-

gar junto à desembocadura do Rio Tamanduateí, não havia "margem nem leitos fixos, sangrando em todas as partes por sargetas que formam lagos e paues que inundam esta bela planície, e o que é mais para lastimar, é que quase todos esses males não são obras da natureza, mas sim o resultado da ignorância dos que quiseram melhorar os cursos desses rios".

Saint Hilaire, ressaltava que acima do Salto próximo à cidade de Itu, os peixes no Rio Tietê eram de pequeno porte, enquanto que águas abaixo desse acidente geográfico pescavam-se peixes maiores, como o dourado e outros.

Kidder, em 1839, descrevia as águas do Rio Tietê junto à cidade de Salto como sendo escuras. Essa cor, segundo Hottinger e Paula Souza, não era devida a material húmico, mas à existência de ferro coloidal.

As preocupações com a qualidade das águas do Tietê já eram evidentes em 1898 como atesta um artigo publicado em outubro deste mesmo ano na Revista Médica de São Paulo. Uma análise do Rio mostra contaminações de toda espécie por receber águas servidas, dejeções de homens e de animais. Nas margens encontravam-se lavadeiras; tudo isso colocando a água do rio em condições perigosas. O artigo mostrava que "era

de se prever que a análise microbiológica revelasse a presença de germes indicadores dessa contaminação. De fato isto sucedeu e a proporção do *Bacillus coli* que ela contém é considerável". O trabalho mencionado concluía que a água do Rio Tietê não devia "ser lançada ao consumo público, visto que a higiene ficaria privada de um de seus melhores recursos: a água pura isenta de microrganismos suspeitos".

ASPECTOS GERAIS

O Rio Tietê nasce no local conhecido como Pedra Rajada ou Pedra Queimada, na Serra da Barra, a 22 km do Oceano Atlântico, ao redor da cota de 1.120 m. Sua cabeceira está situada, portanto, entre as Seras de Itapety e Cantareira, ao Norte e a Serra do Mar, ao Sul.

Desde as cabeceiras, atravessa todo o Estado de São Paulo, na direção Sudeste-Nordeste, com uma declividade de 860 m. O desnível é, contudo, muito variável, acentuando-se na Serra do Mar e diminuindo no Planalto Paulista.

O Rio Tietê pode ser caracterizado fisicamente nas seguintes regiões ou trechos:

- Alto Tietê ou Superior;
- Médio Tietê;
- Baixo Tietê.

(*) Ex-Engenheiro da CETESB

(**) Engenheiro da CETESB

(***) Biólogo da CETESB e Prof. Assist. Doutor da Faculdade de Saúde Pública da USP.

Neste programa, os trechos Superior e Médio foram respectivamente subdivididos em:

- Tietê Alto Cabeceiras;
- Tietê Alto Metropolitano;
- Tietê Médio Superior;
- Tietê Médio Inferior.

a) O trecho Alto Tietê ou Superior tem uma área de drenagem de cerca de 5.650 km², distribuída da seguinte maneira:

- Tietê Alto Cabeceiras — área de drenagem de 1.550 Km²;
- Tietê Alto Metropolitano — área de drenagem de 4.500 Km².

O Tietê Alto Cabeceiras estende-se desde o município de Salesópolis até o município de Itaquaquecetuba, situado a montante da cidade de São Paulo, possuindo apenas afluentes de pequena extensão e caudal. Destacam-se na margem esquerda os rios Jundiá, Taiacupeba, Una, Guaió, Itaim, Três Pontes, Lageado, Água Vermelha, Itaquera, Jacu e Tiquatira; na margem direita os rios Jaguari, Mandi, Parova, Água Branca, Baquirivu e Babuçu de Cima.

O Rio Tietê Alto Zona Metropolitana percorre o trecho desde o município de Guarulhos até a barragem no município de Pirapora do Bom Jesus, atravessando a cidade de São Paulo. No município de São Paulo, recebe as águas dos rios Aricanduva, Tamanduateí e Pinheiros pela margem esquerda e, Mandaqui, Cabuçu de Baixo, das Pedras e Verde pela margem direita.

A Jusante da Capital, tem como afluentes os rios Carapicuíba, Cotia e Barueri (ou São João) na margem esquerda e o Vermelho na margem direita.

b) O trecho do Médio Tietê possui uma área de drenagem de aproximadamente 51.850 km², distribuídos da seguinte maneira:

- Tietê Médio Superior — com área de drenagem de 27.210 Km²;
- Tietê Médio Inferior — com área de drenagem de 24.640 Km².

O Tietê Médio Superior inicia no município de Cabreúva e vai até ao município de Botucatu, recebendo as águas dos rios Jundiá (Min. Salto), Capivari (Mun. Capivari), Sorocaba (Mun. Laranjal Paulista) e o Piracicaba (Mun. Piracicaba) como principais afluentes.

Encontram-se neste trecho barragens como as de Rasgão (Mun. Cabreúva), Porto Goes (Mun. Salto) e Barra Bonita, na qual o represamento

abrange os municípios de Botucatu, Anhembi, Conchas, Piracicaba, São Pedro e Santa Maria da Serra.

O Tietê Médio Inferior estende-se desde o município de Barra Bonita, até a divisa do município de Promissão. Recebe como afluentes principais os rios Jacaré-Pepira (Mun. Itaju), Jacaré-Guaçu (Min. Ibitinga) e abrange ainda área das represas de Bariri, Ibitinga e Promissão.

c) O Baixo Tietê possui uma área total de drenagem de aproximadamente 13.000 km², situa-se entre o município de Promissão e sua confluência com o Rio Paraná, no município de Itapura. Nesta região o Tietê não apresenta afluentes importantes e abrange a área das represas de Avanhandava e o trecho de Jupιά.

POSTOS FLUVIOMÉTRICOS NO RIO TIETÊ

O Rio Tietê contém 49 postos fluviométricos em operação, sendo 5 do DNAEE (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica), 28 do DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica), 10 da LIGHT e 7 da CESP (Centrais Elétricas do Estado de São Paulo).

REPRESAMENTOS

O Rio Tietê conta atualmente com 10 represas, a saber:

- Ponte Nova: reservatório de água. Município de Salesópolis;
- Edgard de Souza: barragem reguladora. Município de Santana do Parnaíba;
- Pirapora: barragem reguladora. Município de Bom Jesus de Pirapora;
- Rasgão: barragem reguladora. Município de Cabreúva;
- Porto Goes: geradora de energia elétrica. Município de Salto;
- Barra Bonita: geradora de energia elétrica. Município de Barra Bonita;
- Bariri: geradora de energia elétrica. Município de Bariri;
- Ibitinga: geradora de energia elétrica. Município de Ibitinga;
- Promissão: geradora de energia elétrica. Município de Promissão;
- Avanhandava: geradora de energia elétrica. Município de José Bonifácio.

Apresenta também represamento na desembocadura do Rio Paraná, devido a barragem de Jupιά, no Município de Itapura.

PADRÕES DE QUALIDADE E ASPECTOS LEGAIS

O Decreto n.º 52.490 e 14/7/70 dispõe sobre a proteção dos recursos hídricos do Estado de São Paulo, contra agentes poluidores; a seguir, através do Decreto Estadual n.º 52.864 de 17/01/72 houve o enquadramento dos corpos d'água. Posteriormente a portaria GM n.º 0013, de 15/10/76 do Ministério do Interior, acolhendo a proposta da Secretaria Especial do Meio Ambiente — SEMA, classificou as águas interiores em todo o território nacional.

O Governo do Estado de São Paulo, através da Lei n.º 997 de 31/5/76 sobre a prevenção e controle da poluição do meio ambiente, regulamentada pelo Decreto n.º 8.468 de 8/9/76, Título II, Capítulo I, classificou novamente as águas do Estado, de acordo com os usos preponderantes.

O Rio Tietê encontra-se, então, classificado como segue:

- classe 1 — Da nascente ao reservatório de Ponte Nova;
- classe 2 — Do reservatório ao Ribeirão Botujuru;
— De Pirapora até a Foz do Rio Paraná;
- classe 3 — Do Ribeirão Botujuru à Foz do Rio Itaquera;
- classe 4 — Do Rio Itaquera até a barragem de Pirapora.

ÁREA DE ESTUDO

As peculiaridades geográficas da Bacia do Rio Tietê, ligadas à sua importância sócio-econômica, fizeram com que o trecho 02 do rio, relativo à área metropolitana de São Paulo, fosse estudado com maior ênfase.

No Programa Rede de Amostragem foram levados em conta os diversos aspectos relacionados ao corpo hídrico, tais como o transporte e a diluição de esgotos e a possibilidade de utilizações mais nobres como: abastecimento, recreação, composição paisagística, etc.

Os pontos, devidamente codificados, com suas descrições, estão especificados na tabela n.º 01.

CONSIDERAÇÕES SOBRE OS INDICADORES DE QUALIDADE

OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)

Este parâmetro apresentou concentrações bastante reduzidas estando abaixo dos valores mínimos recomendados pelo Decreto 8.468, de 8 setembro de 1976. Esses índices

TABELA N.º 01

CÓDIGOS E DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE COLETA, DO PROGRAMA REDE DE AMOSTRAGEM DO RIO TIETÊ

N.º	Código dos Pontos	Descrição dos Pontos
1	00 SP 01 TE 1010	Rio Tietê, ponte na estrada Mogi das Cruzes. Salesópolis no Município de Biritiba (ponto 0).
2	00 SP 02 TE 4020	Rio Tietê, ponte na estrada Cumbica-São Miguel Paulista (ponto 8).
3	00 SP 02 TE 4060	Rio Tietê, na ponte das Bandeiras na Zona Metropolitana de São Paulo (ponto 12).
4	00 SP 02 TE 4080	Rio Tietê, na ponte dos Remédios na Zona Alta Metropolitana de São Paulo (ponto 14).
5	00 SP 02 TE 4100	Rio Tietê, a montante da barragem Edgard de Souza, próximo às comportas em Santana do Parnaíba.
6	01 SP 02 TE 4200	Rio Tietê, próximo ao tubulão de saída da represa de Pirapora em Bom Jesus de Pirapora.
7	01 SP 11 TE 2100	Rio Tietê, próximo às comportas da represa de Rasgão em Bom Jesus de Pirapora.
8	00 SP 11 TE 2200	Rio Tietê, na ponte da Rodovia Itu-Jundiá no Município de Itu.
9	01 SP 11 TE 2300	Rio Tietê, na ponte sobre a represa, próximo à barragem da Usina de Porto Góes em Salto.
10	00 SP 21 TE 2400	Rio Tietê, na ponte da Rodovia São Manuel-Jaú, no Município de Barra Bonita.
11	00 SP 21 TE 2500	Rio Tietê, no Canal de Fuga da represa de Bariri, no Município de Bariri.
12	00 SP 21 TE 2600	Rio Tietê, no Canal de Fuga da Usina de Ibitinga, no Município de Ibitinga.
13	00 SP 22 TE 2700	Rio Tietê, na ponte da Rodovia Lins-José Bonifácio, a jusante da barragem de Promissão.
14	00 SP 22 TE 2800	Rio Tietê, na ponte Pio Prado, no Município de Araçatuba.
15	00 SP 22 TE 2900	Rio Tietê, na ponte da Rodovia Pereira Barreto-Andradina, em Lussanvira.

ocorrem desde o ponto 0, na estrada de Mogi das Cruzes — Salesópolis (00 SP TE 1010), até próximo às comportas da barragem de Rasgão em Bom Jesus de Pirapora (01 SP 11 TE 2100). Deve-se essa depleção de OD a grande quantidade de carga poluente, quer de origem doméstica, quer industrial, lançada nesse trecho do rio.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

A maioria dos resultados encontrados evidencia a presença de grande quantidade de matéria orgânica a ser mineralizada principalmente no trecho do rio, compreendido entre o ponto 8 na estrada Cumbica-São Miguel Paulista (00 SP 02 TE 4020) até próximo à barragem da Usina de Porto Góes em Salto (01 SP 11 TE 2300). Esses apresentaram valores que ultrapassaram aqueles recomendados pelo Decreto 8.468 de 8 de setembro de 1976.

Na região Metropolitana, no ponto 14, Ponte dos Remédios chegou-se a valores de 45 mg/l de DBO. Os valores mais baixos foram registrados a jusante de Barra Bonita (00 SP 21 TE 2400), indicando em primeiro lugar uma redução nos lançamentos e também a depuração que ocorre ao longo dos rios e seu represamento.

COLIFORMES

O resultado para coliformes foi bastante alto no trecho do rio compreendido entre o ponto 8, na estrada Cumbica-São Miguel Paulista (00 SP 02 TE 4020) até a barragem de Porto Góes em Salto (01 SP 11 TE 2300). Os números mais prováveis estiveram sempre acima do recomendado na legislação mencionada. Os resultados mais altos foram obtidos na Zona Metropolitana com valores de até 13×10^6 NMP/100 ml de coli fecal e 49×10^6 NMP/100 ml de coli total no ponto 14 — Ponte dos Remédios (00 SP 02 TE 4080).

SURFACTANTES

A alta concentração de surfactantes no Rio Tietê, tem início na Ponte das Bandeiras (00 SP 02 TE 4060) até a barragem de Pirapora sendo que em Barra Bonita (00 SP 21 TE 2400) note-se um declínio dessa concentração.

As mais altas concentrações nesse rio tem-se verificado na Ponte dos Remédios (00 SP 02 TE 4080). O valor mediano é de 0,97 mg/l.

METAIS PESADOS

Apesar de terem sido detectados em vários pontos ao longo do rio a presença de metais pesados, como zinco, cádmio, níquel e chumbo, as concentrações não se apresentaram elevadas. Já para o indicador Mercúrio a concentração é mais elevada, notadamente na região Metropolitana. Contudo, não ultrapassa o limite de 2 ml/l recomendado pelo Decreto 8.468 de 8 de setembro de 1976.

RESÍDUO TOTAL

Os dados medianos de resíduo total oscilam de 35 mg/l no ponto de 0 (na estrada Mogi das Cruzes - Salesópolis (00 SP 01 TE 1010)) até um valor de 308 mg/l no ponto 14 — Ponte dos Remédios (00 SP TE 4080). Águas abaixo os resíduos diminuem apresentando uma variação média de 100 mg/l até a desembocadura no Rio Paraná.

DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

Entre os defensivos sintéticos, os organoclorados são aqueles que maiores problemas podem acarretar ao ambiente. Persistindo na cadeia de alimentação, podem chegar até ao homem, ocasionando distúrbios e trazendo conseqüências deletérias.

No programa de monitoramento foram os defensivos agrícolas analisados no trecho do Rio Tietê desde a montante até a jusante da região Metropolitana.

As análises indicaram a presença de defensivos agrícolas organoclorados nas águas, se bem que anida abaixo dos padrões condenatórios da legislação estrangeira como a americana por exemplo. Assim, embora no ponto 0 (00 SP 01 TE 1010) tenha havido 0,30 mg/l de DDE, no ponto 8 (00 SP 02 TE 4020) 0,56 mg/l de DDE e 2,46 mg/l de Dieldrin, no ponto 14 (00 SP 02 TE 4080) 0,23 mg/l de BHC, no ponto 12 (00 SP 02 TE 460) 0,65 mg/l de Endosulfan ou Thi-

dan, valores esses que são os máximos encontrados, além de traços de outros orgânicos, na água, pelo menos no trecho em estudo não se constituíram em perigo imediato. Todavia, face ao alto poder cumulativo, se análises fossem efetuadas no local, essas concentrações seriam bem mais altas e talvez chegassem a ultrapassar os padrões internacionais.

FITOPLÂNCTON

O estudo das algas pesquisadas desde a barragem Edgard de Souza em Santana de Parnaíba logo abaixo da cidade de São Paulo até a jusante de Pereira Barreto evidenciou, como aliás era de se esperar, que o fitoplâncton é relativamente pobre. Realmente, em ambientes lóticos como nos rios em geral, o plâncton é quantitativamente menos desenvolvido que em locais leníticos como os lagos e represas. A não ser a consideração a ser feita quanto aos represamentos do Rio Tietê, cujos exemplos são principalmente Barra Bonita e Ibitinga, onde a eutrofização se faz sentir com grande intensidade, propiciando abundante quantidade de nutrientes, nos trechos normais do rio, o fitoplâncton é ainda pobre. Por outro lado, conquanto qualitativamente apareça uma certa variedade de gêneros, estes são comuns às águas de abastecimento.

Verifica-se por exemplo, que em Edgard de Souza ocorre apenas um total de 48 organismos/ml entre clorófitas e diatomáceas. Nesse local face aos nutrientes minerais que devem existir, o número deveria ser maior mas a cor deve constituir fator limitante por impedir ou dificultar a penetração da luz. Fato semelhante acontece na barragem de Rasgão, próximo das comportas no município de Pirapora, embora nesse ponto o número de organismos por ml atinja por vezes valores mais elevados. Em novembro de 1976 chegou-se excepcionalmente a atingir 13.692 org/ml que no entanto é ainda um valor reduzido. A variação qualitativa ultrapassou uma dezena de gêneros. Qualitativamente há uma melhoria nas condições fitoplanctônicas quando se atinge o rio próximo a cidade de Itú, e a barragem da Usina de Porto Goes no município de Salto. Contudo, quantitativamente os dados permanecem inalterados.

A jusante de Barra Bonita, verificam-se alguns picos, que são proporcionados por florações de algas azuis, cianofíceas filamentosas, que

aparecem por vezes em números que variam de 1.000 a cerca de 7.000 org/ml.

No canal de fuga da barragem de Bariri, ao lado da **Anabaena** (cianofíceas) ocorrem algas silicosas, diatomáceas como a **Melosira** que por vezes atingem 2.374 org/ml o que proporciona também períodos de floração. Situação análoga existe ainda em Ibitinga.

A jusante da barragem de Promissão, de uma situação equilibrada passa-se a partir de agosto de 1976 ao aparecimento de florações de **Anabaena** (cianofíceas) quando chegou a se atingir 15.840 org/ml. Já em Araçatuba a situação normaliza-se novamente, ocorrendo uma grande variação qualitativa, chegando-se a determinar mais de 22 gêneros diferentes em uma das coletas.

Em Pereira Barreto (Lussanvira) ocorreu apenas uma floração de **Anabaena** em 5-8-76 quando se registrou um número de 19.536 org/ml.

A análise global do fitoplâncton em relação a outros indicadores examinados como o resíduo total, DBO e coliformes, trás uma forte indicação de que o Rio Tietê, face aos lançamentos domésticos e industriais e aos represamentos existentes, está rapidamente sofrendo um processo eutrofizante que poderá levar ao comprometimento da qualidade das suas águas para fins múltiplos.

Quanto ao trecho metropolitano fica evidente que além da cor e turbidez acentuadas, a presença de elementos tóxicos, principalmente os de natureza cumulativa, devem estar conferindo ao ecossistema características extremamente incompatíveis com a sobrevivência da fauna e flora aquáticas, impedindo assim a vida do plâncton.

CONCLUSÕES

O Rio Tietê encontra-se bastante comprometido em quase toda sua extensão. Sua degradação, porém, se faz sentir com maior intensidade no trecho da Região Metropolitana de São Paulo, devido aos lançamentos domésticos e industriais.

□ Para jusante, esse comprometimento está relacionado mais ao fenômeno eutrofizante. Essa eutrofização decorrente dos lançamentos domésticos, está sendo acelerada, recentemente, face aos sucessivos represamentos que modificaram as condições reofíticas.

□ Concorre também indiretamente para essa deterioração, a falta de

disciplina no uso das terras agrícolas e da pecuária nas regiões ribeirinhas.

RECOMENDAÇÕES

Para minimizar a carga poluente e a consequente saturação das águas, recomenda-se proceder ao tratamento dos esgotos domésticos. Paralelamente visando facilitar a auto-assimilação do rio, deve-se tratar os resíduos industriais.

Disciplinar o uso da terra, estabelecendo faixas de segurança sanitária ao redor das represas e junto às margens do próprio rio.

Em caso da utilização para navegação, proceder a estudos de viabilidade e estimativas quanto a carga poluidora em função das embarcações e das vazões registradas.

BIBLIOGRAFIA

1. FILHO, L. *Viagem Através do Brasil*. Vol. 9, Ed. Melhoramentos (sem data).
2. SAINT-HILAIRE, A. *Viagem à Província de São Paulo*. Livraria Martins Editora, 1972.
3. FERREIRA, F.I. *Dicionário Geográfico das Minas do Brasil*. Imprensa Nacional Rio de Janeiro, 1885.
4. KIDDER, D.P. *Reminiscências de Viagens e Permanência no Brasil*. Biblioteca Histórica Brasileira, Liv. Martins Editora, Ed. da USP, 1972.
5. BRITO, S. *Defesa contra Inundações*. Inst. Nacional do Livro. Vol. 19, Imprensa Nacional. Rio de Janeiro, 1944.
6. Jornal "O Estado de São Paulo". 14 de dezembro de 1976.
7. Governo do Estado de São Paulo. *Rio Tietê — Trecho Médio Superior*. Serviço do Vale do Tietê, RP-4, Vol. 1. 1966.
- 84 WHITAKER, P.P. *Abastecimento de Água da Cidade de São Paulo*. Rev. Engenharia, 5 (05), 1946.
9. Governo do Estado de São Paulo. *Desenvolvimento dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê e Cubatão*. DAEE, Vol. 1, 1968.
10. Governo do Estado de São Paulo. *Inventário Preliminar dos Postos Fluviométricos do Estado de São Paulo*. DAEE. São Paulo, 1974.
11. Governo do Estado de São Paulo. *Fichas Descritivas dos Postos Fluviométricos*; DAEE/CTH, 1969 a 1974.
12. Ministério das Minas e Energia. *Inventário das Estações Fluviométricas*. DAEE 1976.
13. Ministério do Interior — Secretaria Especial do Meio Ambiente. *Legislação Básica*. SEMA. Brasília, 1976.
14. Jornal "Diário Oficial do Estado de São Paulo". 09 de setembro de 1976.
15. Governo do Estado de São Paulo. *Enquadramento dos Corpos de Águas*. FESB, 1972.
16. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. AWWA/APHA/WPCF. 11.ª ed., 1971.