

A CAPACIDADE DE AUTOPURIFICAÇÃO DE UM CURSO DE ÁGUA: UM ESTUDO DE CASO NO RIO PARDO (BOTUCATU, SP).

SILVA, A.M.M.*, HENRY, R.**,
CARVALHO, L.R.*** & SANTINI, J.A.J.****

Departamentos de *Química, **Zootecnia e ***Bioestatística
Instituto de Biociências, I.B., Universidade Estadual Paulista, UNESP
18618-000 Botucatu, São Paulo, Brasil.

****Casa da Agricultura, Delegacia Agrícola de Botucatu
Botucatu, São Paulo, Brasil.

RESUMO: A capacidade de autopurificação de um curso de água: um estudo de caso no Rio Pardo (Botucatu, SP). O rio Pardo está localizado na região centro-oeste do estado de São Paulo, tendo a nascente e os trechos de ordem inferior situados em grande parte no município de Botucatu. Foram realizadas medidas de alguns parâmetros físico-químicos (temperatura do ar, temperatura da água, pH, condutividade elétrica, turbidez, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio), de algumas espécies químicas (nitrogênio total, sulfato, fosfato total, ferro) e coliformes, mensalmente no período de um ano (fevereiro/95 a janeiro/96), em oito (08) pontos distribuídos ao longo do rio. Os dados são discutidos em termos de médias anuais, desvio padrão e comparação entre médias (teste de Tukey). A aplicação da Análise de Componentes Principais permitiu identificar que todas as variáveis encontram-se positivamente correlacionadas com o primeiro componente principal. No período estudado, um gradiente de poluição, foi encontrado e permitiu mostrar que o rio Pardo depurou os dejetos nele lançados (tratados ou não). No entanto, as altas DQO, DBO, Ferro, Fosfato e Turbidez no local 08 (Captação de Botucatu, último ponto analisado, a jusante da descarga de esgoto), mostra que ocorreu uma alteração na qualidade da água do rio em relação à nascente.

Palavras-chave: poluição, rio Pardo, componentes principais, fatores limnológicos.

ABSTRACT: Autopurification capacity of a lotic ecosystem: a case study on Pardo river (Botucatu, SP). Pardo River has its nascent and lower order passages, mostly, localized in Botucatu, midwest of São Paulo state, was undertaken to study what ecological system, where water samples were taken analysis the physical and chemical parameters (water temperature, air temperature, pH, electrical conductivity, turbidity, chemical oxygen demand -COD, biochemical oxygen demand -BOD), some chemical species (total nitrogen, total phosphate, sulfate, iron) and coliforms. Eight stations along the river of the system

were sampled monthly for one year from February 1995 to January 1996. The results are considered in terms of annual averages, variance analysis, and comparison (Tukey's Studentized Range - HSD). The analysis of the principal component was applied to the parameters and strong alterations were found in the COD, BOD, iron, total phosphate and turbidity. We can conclude that the impacts were caused by organic sewer discharges, and that those variables are very efficient in identifying the pollution. The obtained correlation suggests that Pardo river has partial autopurification capacity, but that there was also an alteration in water quality in relation to its nascent.

Key-words: pollution, Pardo river, principal component, limnological factors.

INTRODUÇÃO

A poluição do ambiente, principalmente dos mananciais hídricos, tornou-se assunto de interesse público (Jardim, 1992; Weber, 1992). Não apenas os países desenvolvidos vêm sendo afetados pelos problemas ambientais, como também as nações em desenvolvimento sofrem impactos da poluição (Listori & Banco Mundial, 1990). Isso decorre do crescimento econômico desordenado associado à exploração de recursos naturais até então intocáveis.

Os impactos ambientais foram descritos tanto para cursos de água de pequeno porte (Ivahnenco et al., 1988) como em ecossistemas lóticos de maiores dimensões (Famiglietti et al. 1983) em regiões temperadas. Em regiões tropicais, alguns estudos abordaram esta problemática. Martinelli et al. (1983) mostraram a deterioração da qualidade da água do rio Piracicaba, em consequência dos constantes despejos de esgoto doméstico e industrial, em estudo realizado de 1980 a 1981. Flores et al. (1991), por outro lado, através de investigações sobre a qualidade de água do rio São Sepé no rio Grande do Sul, concluíram que o processo de tratamento da água para abastecimento da população é de boa eficiência e de potabilidade garantida. Mesmo os rios de grande porte (como por exemplo, o rio Negro) não estão afastados de sofrer problemas desta natureza. Fonseca et al. (1982), em investigação da qualidade da água e das suas condições microbiológicas, já vislumbravam, a partir de dados de 1977, que dentro das perspectivas de crescimento demográfico da cidade de Manaus (AM), os riscos de poluição deste rio de grande porte seriam cada vez maiores e questionavam sobre a capacidade de auto depuração do rio Negro.

Na região de Botucatu, o rio Pardo é a única fonte de água de superfície considerada economicamente utilizável pois a cidade está situada na zona de transição: Planalto Ocidental Paulista (altitude 800 m) e Depressão Periférica (500 m), no divisor de águas entre as bacias hidrográficas dos sistemas Tietê e Paranapanema.

Os únicos estudos de caráter ecológico neste curso de água foram basicamente centralizados num pequeno reservatório (conhecido localmente como represa Veu de Noiva), onde um diagnóstico das condições físico-químicas da água ao longo de um ano (Henry, 1977), uma avaliação dos aspectos microbiológicos (bactérias coliformes) sua relação com parâmetros hidrológicos (Henry & Lopes, 1978), estudo sobre variações diurnas de fatores físico-químicos da água (Henry 1981), associações entre hidrologia e climatologia local (Henry & Curi, 1981a), variações espaciais de fatores hidrológicos (Henry & Curi, 1981b) e medições de cargas de sedimento introduzidos pelos tributários e exportadas pelo reservatório (Henry & Curi, 1983) foram efetuados.

No futuro uma possível necessidade de captação de água fora da bacia de drenagem

do rio Pardo provocaria um gasto elevado no sistema de abastecimento do município de Botucatu, e assim, é absolutamente necessário diagnosticar a qualidade da água para sua preservação. Este trabalho tem como objetivo estabelecer o grau de degradação do rio Pardo através do levantamento de alguns indicadores físico-químicos, coliformes fecais e algumas espécies químicas inorgânicas, durante um ano, mostrando as alterações da qualidade da água do rio Pardo decorrente das atividades nesta região.

LOCAL DE ESTUDO

Afluente do rio Paranapanema, o rio Pardo nasce no município de Pardinho a 1000 m. de altitude, junto ao "Front" da Cuesta. Desde a nascente, o rio Pardo percorre 16 Km no município de Pardinho e 67 km no município de Botucatu. Neste trajeto, recebe muitos afluentes e a drenagem acompanha a inclinação do reverso. A bacia está integrada à formação da floresta atlântica; faz parte da Área de Proteção Ambiental (APA) de Botucatu.

Geomorfologicamente, o rio Pardo percorre o Planalto Ocidental Paulista, que apresenta uma altitude média de cerca de 800 m, nas suas cabeceiras. Este é constituído por terrenos do Cretáceo Superior, Grupo Bauru, e ao longo da bacia do rio Pardo, encontra-se o solo Latosol Roxo ou LRd-Latossolo Roxo distrófico, (16,9% do solo de Botucatu) formados por rochas basálticas, onde restam áreas "resquícias" da Mata Atlântica. Atualmente é coberta com eucalipto, pastagens nobres, milho, olerícolas e hortifruteiras diversas (Fumes, 1993). O clima da região de Botucatu (48° 25' W e 22° 59' S), segundo os critérios adotados por Koeppen e os dados meteorológicos observados é C clima temperado chuvoso, Cf região constantemente úmida e Cfa, sendo quatro ou mais meses consecutivos, com temperaturas médias acima de 10°C, sendo a temperatura do mês mais quente igual ou superior a 22°C (Martins, 1989).

MATERIAL E MÉTODOS

Para caracterização da qualidade da água do rio Pardo, com vistas a um levantamento analítico-ambiental, foram selecionadas oito estações de amostragem ao longo do rio Pardo, em uma extensão de 29 km, entre o município de Pardinho e Botucatu, e feitas coletas em intervalo médio de 30 dias, de fevereiro de 1995 a janeiro de 1996 (Fig. 1). Amostragens da água superficial foram realizadas utilizando frascos de polietileno e garrafas de vidro com tampa esmerilhada, além de frascos esterelizados e/ou acidificadas conforme Souza & Derísio (1977). A Temperatura da superfície da água e do ar foi medida com termômetro de mercúrio graduado de 0-50°C. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi determinada pelo método de Winkler modificado e a, Demanda Química de Oxigênio (DQO) pelo método de dicromato (Greenberg, 1992). O pH foi determinado em potenciômetro Hatch modelo 1978; a condutividade elétrica foi medida em condutivímetro Hatch modelo 2511E e a turbidez foi lida em turbidímetro Polab, modelo AP 1000. O método microbiológico adotado foi a técnica de diluição de tubo múltipla, recomendado por Greenberg (1992).

Os elementos químicos fósforo total (digestão e espectrofotometria), nitrogênio total (digestão, espectrofotometria por Nessler), ferro (espectrofotometria com o-fenantrolina), sulfato (turbidimetria com cloreto de bário) foram determinados de acordo com Greenberg (1992), segundo Normas descritas pela Cetesb (1989).

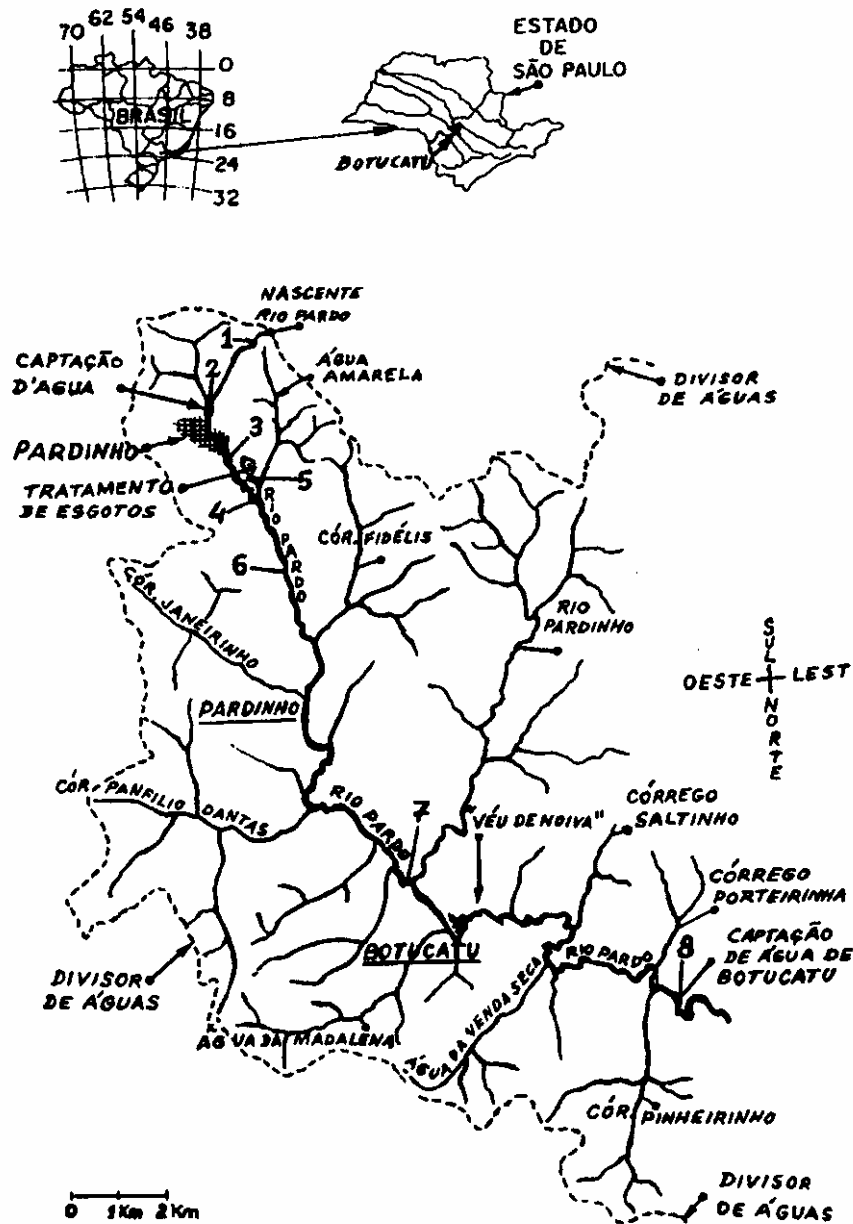


Figura 1- Locais de coleta e cobertura vegetal predominante. 1-Nascente do rio Pardo (0 m.), uso misto pastagem e agricultura; 2-Rio Pardo Captação de água da Pardinho (2300m.), pastagem; 3-Rio Pardo à jusante da cidade de Pardinho (3200m.) impacto urbano, pastagem; 4-À Montante antes da descarga de esgoto (4800m) agricultura, impacto urbano; 5-Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Pardinho (lançado no Água da Madalena-5300 m); 6-Rio Pardo à jusante após a descarga de esgoto (7300 m) agricultura e pastagem; 7-Rio Pardo na ponte da divisa de Pardinho-Botucatu (16670m.) agricultura; 8-Rio Pardo Captação de água da cidade de Botucatu (29000 m) agricultura.

Com o objetivo de verificar o comportamento de cada variável nos locais, foram realizadas análises de variâncias seguidas do teste de Tukey (Tukey's Studentized Range - HSD), ao nível de 5% de significância. Aplicou-se também a Análise de Componentes Principais (ACP) de acordo com Morrison (1990) para verificar a capacidade discriminatória das variáveis no processo de formação dos agrupamentos dos locais.

RESULTADOS

As temperaturas do ar e da água mostraram um ciclo anual bem característico, com maiores valores no período diurno e menores na estação seca. A temperatura do ar mostrou uma amplitude de variação anual ao redor de 13 °C nas estações de amostragem (tabela I). Mesma gama de variação na temperatura da água nos pontos de coleta foi também encontrada. As estações de amostragem 02 e 04 apresentaram temperatura máxima da água mais elevadas (> 28,0°C). A temperatura da água mais baixa foi registrada no dia 23/ 07/95 (14,5°C) no ponto 01 e a mais elevada em dezembro/95 no local 02 (29,1°C).

Tabela I: Temperaturas do ar e da água nos diferentes locais de coleta (valores mínimo e máximo anual) no rio Pardo.

ESTAÇÕES AMOSTRAGEM	T _{AR} °C		T _{ÁGUA} °C	
	MIN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.
01	16,8	29,1	14,5	27,1
02	18,0	30,0	15,2	29,1
03	17,5	28,1	16,2	27,5
04	17,9	29,4	16,8	28,2
05	18,1	29,8	16,2	27,8
06	19,0	30,1	16,9	27,6
07	17,4	30,5	15,9	26,9
08	16,4	26,9	15,1	25,5

Os valores (médias anuais e desvios-padrão) obtidos nos 08 locais de coleta para pH, condutividade, turbidez e DQO são apresentados na fig. 2, enquanto que na Fig. 3 são mostrados os valores de DBO, coliformes, sulfato, ferro, nitrogênio total e fosfato.

O pH durante o ciclo anual mostrou variação muito pequena nos pontos de coleta. Entretanto, entre os pontos de coleta, o pH da água variou de 6,5 a 10,7; sendo o valor mais baixo registrado no local 03 (rio Pardo à jusante da cidade de Pardinho) e o mais alto junto à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Pardinho (local 05). Nos pontos 01, 02, 04 e 08 não houve grandes modificações, (Tab. II) no decorrer do ciclo anual, com valores compreendidos entre 6,5-6,7 (local 03) e 6,9-7,1 (local 08). A concentração de íons hidrogênio é considerada alcalina nos locais 05, 06 e 07 com os valores máximos de 10,7-9,6-7,7 respectivamente.

A condutividade elétrica ao longo do ciclo estacional mostrou alterações significativas, com médias de 17,8 a 687,9 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, respectivamente, para a nascente (local 01) e estação de tratamento de Pardinho (local 05). Valores de condutividade elétrica considera-

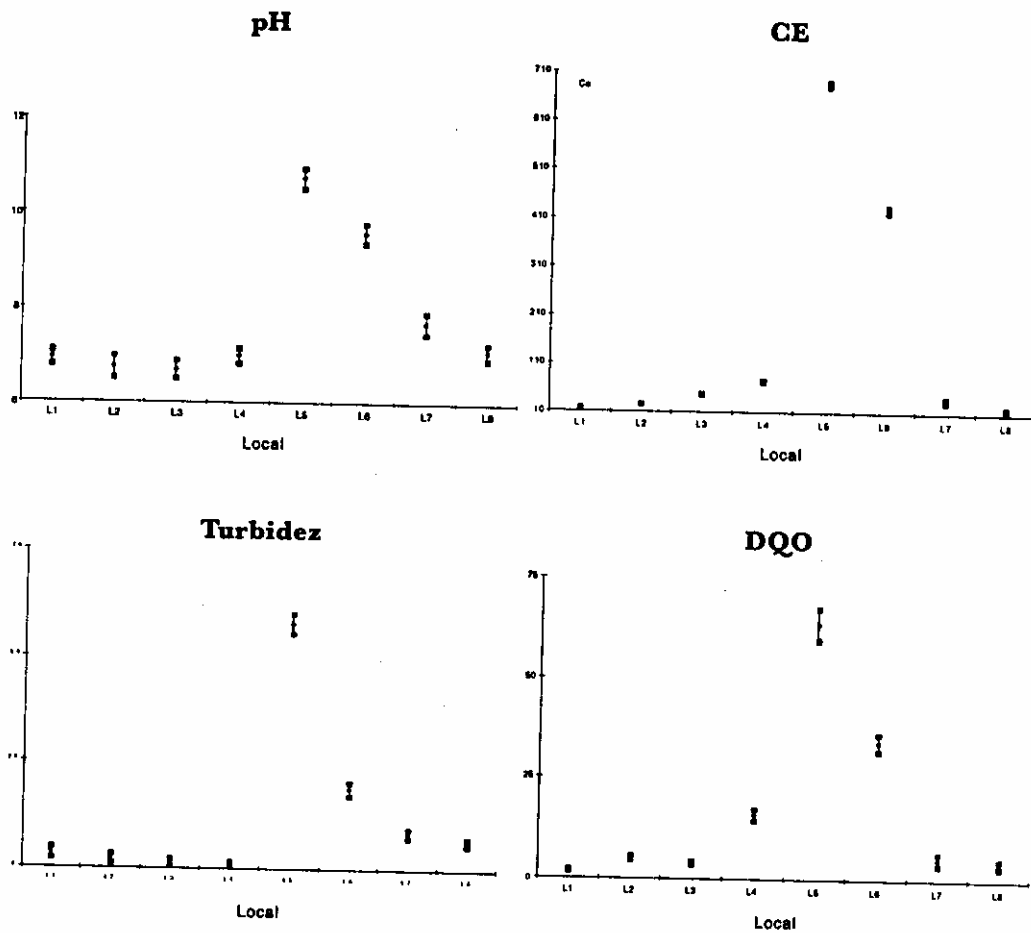


Figura 2 - Médias anuais e desvios-padrão de pH, CE ($\mu\text{S}/\text{CM}$), Turbidez (UNT), DQO $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ nos oitos locais de coleta de água no rio Pardo, no período de fevereiro de 1995 a janeiro de 1996.

dos similares (Tab. II) foram encontrados nos locais 01 (nascente) e Captação de Botucatu (08). Nos demais locais, grandezas distintas foram observadas, com valores crescentes até a (ETE) de Pardinho (Ponto 05) e a seguir com declínio progressivo a jusante até o local 08.

Os padrões de variação da turbidez no período chuvoso foram marcadamente diferentes daqueles observados em época de seca. A análise da flutuação anual de turbidez, observada nos locais de coleta, permitiu constatar que o valor mais baixo foi medido no ponto 04 (rio Pardo à montante da descarga de esgoto) em 21/06/95 (4,2 UNT) e o mais alto foi encontrado no ponto 05 em 23/11/95 (67,1 UNT). A Fig. 2 mostra que o valor discrepante de turbidez de 61,9 UNT (média anual), foi obtido no ponto 05 e, a seguir, houve um decréscimo até a captação de Botucatu (local 08) cuja média anual foi de 10,7 UNT. Valores bastante próximos a este foram observados nos pontos 02, 03, e 04, mas sem variações significativas (tab. II).

Tabela II. Resultados do teste de Tukey para as variáveis CE ($\mu\text{S}/\text{CM}$), Turbidez (UNT), pH.

Média CE	Local	Média Turbidez	Local	pH		Local
				Mín.	Máx.	
687,9	L5 A	61,9	L5 A	9,9	10,7	L5 A
431,1	L6 B	22,7	L6 B	9,2	9,6	L6 B
74,8	L4 C	12,5	L7 C	7,1	7,7	L7 C
46,9	L3 D	10,7	L8 D	6,9	7,1	L8 D
39,1	L7 E	7,4	L1 E	6,7	7,0	L4 DE
26,9	L2 F	6,2	L2 EF	6,6	6,9	L1 DE
20,7	L8 G	5,3	L3 F	6,6	6,8	L2 EF
17,8	L1 G	5,1	L4 F	6,5	6,7	L3 F

Valor crítico da Amplitude Studentizada = 4,39

Locais seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) apresentou o valor mais elevado em julho de 95 ($68,9\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) e o mais baixo ($1,5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), em outubro de 95. No sentido longitudinal no curso de água (Fig. 2), a amplitude de variação foi de $63,7\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (ponto 05) a $1,96\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, (ponto 01). A DQO mostrou similaridade (Tab. III), nos pontos 01 e 03. Um outro grupo de valores similares foi encontrado para os pontos 02, 03, 07 e 08. O valor máximo foi de $63,7\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ na ETE de Pardinho (05) e deste ponto para o local 08, um declínio acentuado foi constatado.

A amplitude de variação da DBO, nos pontos de coleta, é de $1,0\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a $12,0\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, na estação seca (de 05 a 08/95) e para o período chuvoso de $0,9\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a $11,4\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (meses de 09 a 12/95). A Fig. 3 mostra que a DBO (média anual) aumenta cerca de 10 vezes mais da nascente (local 01 com $1,05\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) para $10,5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (no ponto 05, ETE de Pardinho). Posteriormente, diminuiu progressivamente para $2,9\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, na Captação de Botucatu (local 08). Não foi encontrada variação significativa entre os locais 01 e 02 (Tab. III), que apresentaram as médias mais baixas, em toda extensão do rio.

Em relação aos Coliformes, alterações sazonais não foram observadas. A maior média anual foi encontrada no ponto 05 (amplitude de variação: $450.000,0$ a $480.000,0\text{NMP}/100\text{mL}$). A menor amplitude de variação (9 a $13,5\text{NMP}/100\text{mL}$) foi observada para a nascente (local 01). A Fig. 3 indica similaridade (Tab. III), nos valores de coliformes (confirmada pelos dados da tabela), entre os locais 01, 07, e 08, seguidas pelos locais 02 e 06, e também pelos 03 e 04, e uma discrepância no local 05 com o maior valor médio ($466.667,0\text{NMP}/100\text{mL}$). O índice de coliformes para a ETE de Pardinho (Ponto 05) era esperado por tratar-se do esgoto de uma cidade. No ponto 08 (captação de Botucatu) uma diminuição significativa do valor ($123,0\text{NMP}/100\text{mL}$) foi constatada em relação aos locais a montante.

Em termos de espécies químicas, o sulfato foi encontrado em altas concentrações nos pontos de estudo, não sendo observado variações significativas sazonais. Um teor alto ($29,3\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) foi registrado em janeiro de 1996, na ETE de Pardinho (local 05). A amplitude de variação dos teores de sulfato foi de $5,9\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a $14,4\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ nos locais a montante da ETE da cidade de Pardinho e, à jusante da mesma de $7,0\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a $15,2\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Uma diminuição significativa na amplitude de variação foi encontrada para o ponto 08 (captação de Botucatu);

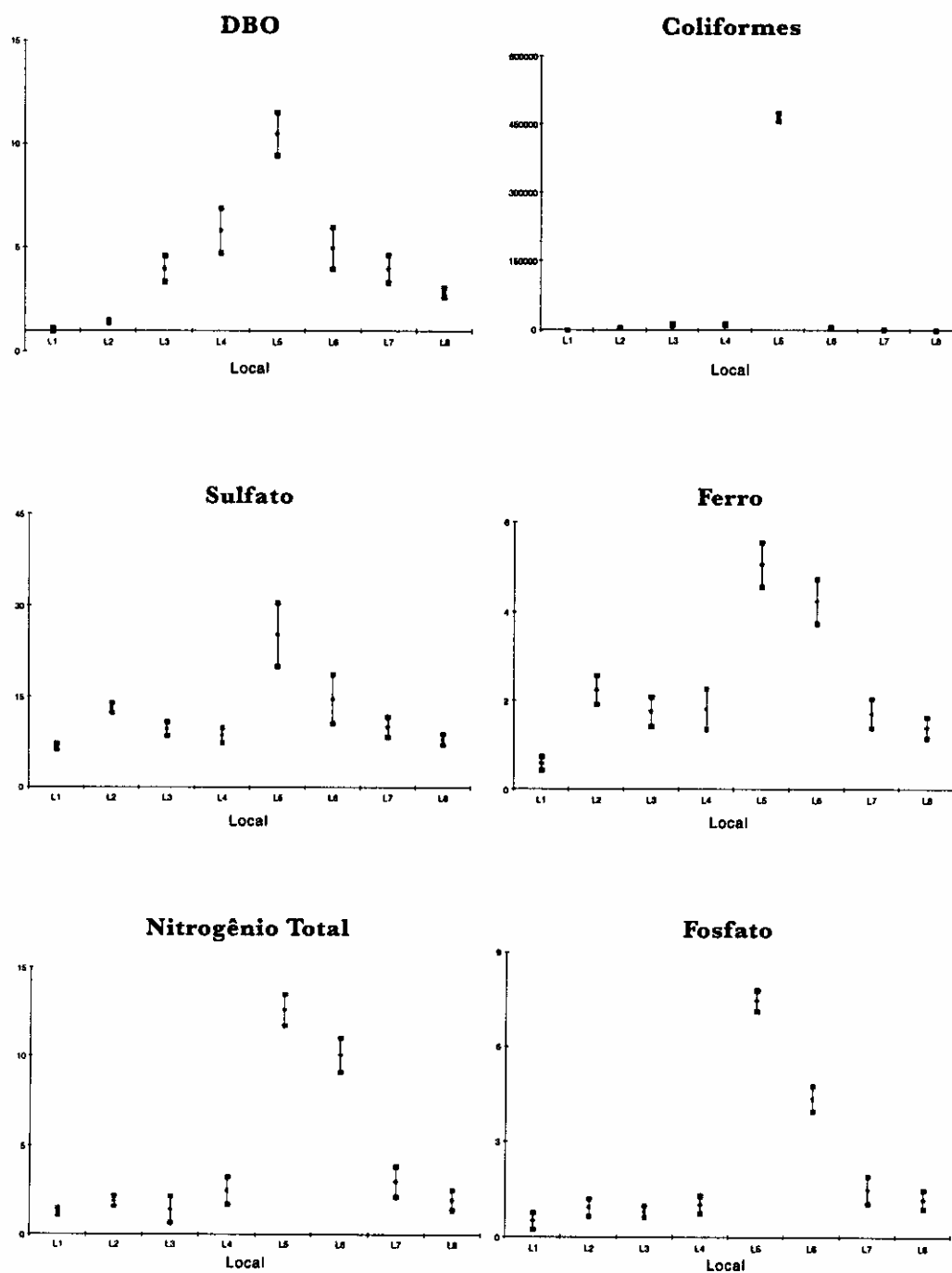


Figura 3 - Médias anuais e desvios-padrão da DBO (mg.L⁻¹), Coliformes (NPM/100ml), Sulfato (mg.L⁻¹), Ferro (mg.L⁻¹), Nitrogênio total (mg.L⁻¹) e Fosfato (mg.L⁻¹), nos locais de coleta de água no Rio Pardo no período de fevereiro de 1995 a janeiro de 1996.

Tabela III. Resultados do teste de Tukey para as variáveis DBO (mg.L^{-1}), DQO (mg.L^{-1}), Coliformes (NMP/100ml).

Média DQO	Local	Média Coliformes	Local	Média DBO	Local
63,7	L5 A	466667,0	L5 A	10,5	L5 A
33,9	L6 B	12005,0	L3 B	5,8	L4 B
15,8	L4 C	11857,0	L4 B	5,0	L6 B
5,3	L7 D	6382,0	L6 C	4,0	L3 C
5,1	L2 D	4653,0	L2 C D	4,0	L7 C
4,3	L8 D	1076,0	L7 D E	2,9	L8 D
4,1	L3 D E	123,0	L8 E	1,4	L2 E
2,0	L1 E	11,0	L1 E	1,1	L1 E

Valor crítico da Amplitude Studentizada = 4,39

Locais seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

compreendida entre $7,0\text{mg.L}^{-1}$ e $9,8\text{mg.L}^{-1}$, no período em estudo. Segundo a Tab. IV, uma aparente similaridade no teor (médias anuais) de sulfato foi observada para os locais 02 e 06 e também os pontos, 01 e 08 (ver também Fig. 3).

Os teores dos íons ferro foram maiores nas regiões da ETE de Pardinho e à jusante (locais 05 e 06) de $5,1$ a $4,2\text{mg.L}^{-1}$, respectivamente. O mais baixo valor ($0,6\text{mg.L}^{-1}$) foi encontrado na nascente (local 01). Segundo a Tab. IV, uma aparente similaridade nos teores de ferro foi constatada nos locais de coleta 03, 04, 07 e 08, cujos valores médios foram inferiores aos referentes aos locais 05 e 06 (ver também Fig. 3).

Os valores (médias anuais) de fosfato total foram geralmente menores na água dos locais de coleta que não recebem dejetos urbanos (local 01) diretos, tratados ou não (local 08), na nascente (Ponto 01; $0,15\text{mg.L}^{-1}$ em 09/95) e na captação de Botucatu (Ponto 08; $0,8\text{mg.L}^{-1}$ em 03/95). Pela Tab. IV, uma aparente similaridade entre os locais de coleta 02, 03, 04 e 08 e uma discrepância, destes em relação aos pontos 05 e 06 nos teores médios anuais de fosfato foi encontrado (ver também Fig. 3). Em síntese, a jusante do local 05 (ETE de Pardinho), ocorre uma diminuição acentuada do teor de fosfato total, sendo que na Captação de Botucatu (local 08) o teor médio anual foi de $1,2\text{mg.L}^{-1}$.

A concentração de N total no decorrer do período de coleta variou de $0,9\text{mg.L}^{-1}$ (ponto 03 em 03/95) para $14,0\text{mg.L}^{-1}$ (ponto 05 em 04/95). Os teores destas espécies químicas na época seca foram menores e elevaram-se na época chuvosa ao longo do rio. A Fig. 3 nos permite observar que não houve variação significativa de Ntotal (Tab. IV) para os pontos de coleta 01, 02, 03 e 08, em relação aos outros locais.

DISCUSSÃO

A maior amplitude de temperatura foi observada no inverno ($14,5^{\circ}\text{C}$ a $28,8^{\circ}\text{C}$), pois trata-se de um rio cuja formação rochosa torna-o muito mais frio do que o ar que o envolve; essas variações ocorreram devido a alterações climáticas bruscas como frentes frias; ao contrário de regiões temperadas (Necchi et al., 1996), onde ocorre tipicamente no verão. E também conclue-se que em alguns pontos, tem-se uma extensa vegetação ripária que ocasi-

Tabela IV: Resultados do teste de Tukey para as variáveis Sulfato (mg.L^{-1}), Ferro (mg.L^{-1}), N total (mg.L^{-1}), Fosfato total (mg.L^{-1}).

Média Sulfato	Local	Média Ferro	Local	Média Ntotal	Local	Média Fosfato	Local
26,8	L5 A	5,1	L5 A	12,6	L5 A	7,5	L5 A
13,2	L6 B	4,2	L6 B	10,1	L6 B	4,4	L6 B
13,2	L2 B	2,3	L2 C	3,0	L7 C	1,5	L7 C
10,0	L7 C	1,8	L4 C D	2,5	L4 C D	1,2	L8 C D
9,7	L3 C	1,8	L3 D	2,0	L8 D E	1,0	L4 D
8,7	L4 C D	1,7	L7 D	1,9	L2 D E	0,9	L2 D
8,0	L8 D E	1,4	L8 D	1,4	L3 E	0,8	L3 D E
6,7	L1 E	0,6	L1 E	1,3	L1 E	0,5	L1 E

Valor crítico da Amplitude Studentizada = 4,39

Locais seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

ona, mesmo no verão, valores de temperatura da água, mais baixos em relação aos outros locais de coleta, se for considerada a mesma estação do ano.

O pH é importante para as comunidades vegetais aquáticas, particularmente por determinar a forma de carbonato inorgânico disponível para fotossíntese (Wetzel, 1983). Os danos aos organismos começam quando o pH está abaixo de 6,0 e com valor inferior a 5,0 provoca o desaparecimento de vida aquática normal (Saunders III & Lewis Jr., 1988). Em estudo efetuado em curso de água, próximo ao rio Pardo, Afonso & Henry, (1997), encontraram valores de pH sempre próximos da neutralidade e sem diferenças significativas entre os trechos de estudo do Córrego Itaúna (Itatinga). Os valores de pH obtidos neste trabalho estão dentro do intervalo (6,0-9,0) dos critérios definidos pela legislação do CONAMA (1986), exceto para a estação de tratamento de esgoto de Pardinho (Ponto 05) e aquela à jusante (ponto 06, imediatamente após a deposição de esgoto tratado). Fermentações e outros fenômenos característicos da presença de grande quantidade de material orgânico provenientes de fontes pontuais como é o caso nestes locais, são os responsáveis pelos de pH alcalino (Andersen, 1994). Não houve variação significativa de pH entre a nascente e na Captação de Botucatu (Tab. II), mesmo considerando que este último ponto de coleta está situado à jusante da ETE de Pardinho.

Segundo Rios & Calijuri (1995), em estudo na bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão, no centro-leste do estado de São Paulo, a variação de condutividade elétrica foi de $15,88-121,33\mu\text{S.cm}^{-1}$, que representa águas com alto teor de eletrólitos. Nas águas "Branças" na região do médio Amazonas, a condutividade é mais elevada ($44,8$ a $83,8\mu\text{S.cm}^{-1}$) do que as águas negras, ($1,06$ a $44,1\mu\text{S.cm}^{-1}$) que percorrem rochas mais pobres arquiâneas e terciárias (cristalino e diabásico) (Sioli, 1993). A condutividade elétrica no rio Pardo nas estações de amostragem 05 e 06, mostrou maiores valores (água mais salina). O ponto 05, por ser o local do esgoto tratado de Pardinho, o ponto 06 a jusante (Fig. 1), onde há ainda presença destes resíduos, recebem elevadas quantidades de íons dissolvidos. Comparando os valores de condutividade elétrica no ponto 01 (nascente) e Captação de Botucatu (local 08), na tabela 2, concluímos que houve diluição dos íons introduzidos no rio, após o trecho que engloba os pontos 05 e 06.

Os sólidos em suspensão se acumulam durante o trajeto do rio porque apresentam

valores baixos nas nascentes e mais altos próximos a saída da bacia de drenagem (Karnchanawong & Koottatep, 1993). Necchi et al. (1996), concluíram que a turbidez foi maior em período chuvoso devido a influência de chuvas fortes. A turbidez nas estações de amostragem ao longo do Pardo apresentou valor inferior ao limite máximo permitido de 100 unidades nefelométricas de turbidez (UNT), segundo os critérios do CONAMA(1986). No ribeirão Lavapés (afluente do rio Tietê), no centrosul do estado de São Paulo que recebe os esgotos da cidade de Botucatu, a turbidez variou de 0,98 a 79,8 UNT (Zuccari, 1991). No Pardo, o valor mais elevado (61,9 UNT) foi verificado na estação de amostragem 05, sendo decorrente do despejo de esgotos da cidade de Pardinho, e do escoamento superficial, que contribuíram para tal aumento.

As médias anuais de pH, condutividade e turbidez em alguns locais ultrapassaram os índices especificados pela Organização Mundial de Saúde (Galal-Gorchev et al., 1993). Isto foi devido a contribuição da estação de tratamento de esgoto de Pardinho (local 05) e à jusante (local 06). No âmbito geral, houve uma aparente similaridade nos parâmetros, pH e condutividade elétrica nas estações 01 e 08 (Tab. II).

O grau de contaminação de uma fonte de água pode ser avaliada pela análise da Demanda Bioquímica e Química de Oxigênio(DBO e DQO), sendo a primeira a quantidade de oxigênio necessária para que ocorra a oxidação (decomposição) biológica da matéria orgânica e a segunda a decomposição (oxidação) química da matéria orgânica presente na água (Karnchanawong & Koottatep, 1993).

A Tab. III mostra que, na estação 05 foram observados os valores mais elevados de DBO, DQO e Coliformes fecais encontrados ao longo do rio Pardo. Além disso, a quantidade de coliformes fecais (*Escherichia coli*) presentes na água é indício da contaminação por fezes de animais de sangue quente (Henry & Lopes, 1978). No local 05, a influência de esgotos despejados justifica suas médias mais altas em relação aos demais pontos. O material transportado pelos rios não é inteiramente proveniente do desnudamento da porção superficial das bacias de drenagem. Outras fontes, como por exemplo precipitações seca e úmida, CO₂ atmosférico, fixação biológica de nitrogênio e vários resíduos de atividades antropogênicas (como fertilizantes-fontes difusas, poluentes orgânicos e águas domésticas-fontes pontuais), introduzem material nas águas dos rios (Henry & Gouveia, 1993). Do ponto de vista microbiológico e de DBO, ao longo do trajeto do curso de água, algumas peculiaridades foram constatadas. O ponto 02 está situado próximo à áreas de pastagens, criação de gado, e intensa utilização agrícola (circunvizinhanças de Pardinho) e os pontos 03 e 04 recebem carga de dejetos da população (via escoamento superficial de áreas urbanas, proveniente de águas pluviais e possivelmente também de esgotos clandestinos).

A composição química da água é decorrente de uma interação entre diversos fatores: intemperismo das rochas da bacia de drenagem; intensidade e composição das águas das chuvas que ocorrem no local; reações químicas que ocorre entre água e solo ou sedimento; processos pela biota aquática; poluição (fonte pontual) e ação antrópica na bacia (fonte não pontual) como adubação, desmatamento e práticas agrícolas inadequadas (Afonso & Henry, 1997).

Rios tropicais em geral tem menor concentração de constituintes químicos comparados com rios temperados. Isto decorre porque os primeiros estão mais predispostos (influenciados) pela precipitação. Contudo, a geologia regional também é importante (Allan, 1995).

O nível de fosfato encontrado (Tab. IV) foi alto nos locais 05 (ETE de Pardinho) e 06 (a jusante da ETE), devido à ação de fontes pontuais (esgotos). A contribuição da agricultura (local 06- Fig. 1) intensa na região, com uso frequente de fertilizantes (Yeates & Clarke,

1993) fosfatados (fontes difusas), devido as características do solo da região é outro fator que pode acarretar elevadas concentrações nestes locais. No Córrego Itaúna, Afonso & Henry, (1997), encontraram uma variação anual de fosfato de $1,72 \cdot 10^{-3} \text{mg.L}^{-1}$ a $34,4 \cdot 10^{-3} \text{mg.L}^{-1}$ na área de vegetação herbácea e, na área de mata de galeria, uma amplitude de $17,6 \cdot 10^{-3} \text{mg.L}^{-1}$ a $29,7 \cdot 10^{-3} \text{mg.L}^{-1}$. As concentrações de fosfato encontradas no rio Pardo, foram também maiores em comparação com aquelas obtidas por Rios & Calijuri (1995), nos trechos eutróficos do ribeirão do Feijão de $5,69 \cdot 10^{-3} \text{mg.L}^{-1}$ a $88,58 \cdot 10^{-3} \text{mg.L}^{-1}$.

Valente et al. (1997), avaliaram a contribuição de nitrogênio no ribeirão do Lavapés, provocada pelo lançamento de esgotos domésticos não tratados da cidade de Botucatu e encontraram $0,65 \text{mg.L}^{-1}$ (nascente); $3,6 \text{mg.L}^{-1}$ (cidade) e $3,0 \text{mg.L}^{-1}$ (fz) os autores concluíram que a poluição pelo esgoto inviabiliza o uso da água como fonte de abastecimento e além disso contribui para agravar a eutrofização. No monitoramento do rio Main, no norte da Irlanda, Stevens & Smith (1978) encontraram concentração média de nitrogênio total de $3,05 \text{mg.L}^{-1}$, devida aos dejetos orgânicos, como também fertilizantes. Dentre os problemas causados pela eutrofização, pode-se citar a alteração da acidez da água, pois consome gás carbônico pela absorção fotossintética. A alteração na acidez pode causar a morte de determinadas formas de vida aquáticas (Esteves et al., 1996). Os teores de nitrogênio total encontrados no rio Pardo (Tab. IV) apresentaram valores comparáveis, aqueles observados por Valente et al., (1997) e a Stevens & Smith (1978), exceto nos locais 05 e 06 pois neste trecho do rio, houve influências de fontes pontuais e antrópicas (dejetos orgânicos e uso de fertilizantes).

Conte (1992), analisando o comportamento de espécies químicas no ribeirão Lavapés (Botucatu), encontrou uma amplitude de $0,50$ a $7,30 \text{mg.L}^{-1}$ nas concentrações de ferro. O maior valor foi atribuído não aos dejetos de esgoto, mas possivelmente à lixiviação dos solos da bacia de drenagem. Maier (1983), estudando a bacia do rio Jacaré Pepira detectou para o ferro valores de $0,25$ a $4,20 \text{mg.L}^{-1}$ ao longo de todo o percurso do rio, que eram provenientes tanto das rochas como dos solos da região, ambos ricos nesse elemento. Os teores de ferro encontrados no rio Pardo (Tab. 4) são comparáveis às amplitudes encontradas por Maier (1983) e Conte (1992). Segundo Esteves (1988), o ferro é um elemento abundante na superfície terrestre encontrado consequentemente em todos os corpos de água.

Meybeck (1996) relaciona os teores de sulfato de rios e riachos do mundo tendo como nível extremo: 1300mg.L^{-1} - 270mg.L^{-1} , extremo normal, de $2,2$ a 48mg.L^{-1} variação normal dos rios; concentração natural mais comum $4,8 \text{mg.L}^{-1}$, enquanto que o padrão da OMS, para água potável é de 250mg.L^{-1} . Nas amostras coletadas no ribeirão Lavapés (Conte, 1992), obteve elevado valor de sulfato $66,0 \text{mg.L}^{-1}$, devido ao fato do curso de água receber dejetos de indústrias e cargas poluidoras urbanas. No rio Pardo, e no trecho estudado, o teor de sulfato está dentro dos limites o aceitos pela OMS (Galal-Gorchev et al., 1993), para água potável.

Como a Tab. V mostra, o primeiro componente principal responde por 74,89% de informação fornecida pelas variáveis estudadas, e o segundo responde por 16,06%; ambas respondendo por 90,95% da variação total. Cerca de 30% da soma dos valores de todas as variáveis (com exceção da temperatura da água e do ar) resulta do valor do primeiro componente principal. Aproximadamente 70% da soma dos valores da temperatura da água e do ar resulta do valor do segundo componente principal. Observa-se também que, todas as variáveis encontram-se correlacionadas positivamente com o primeiro componente principal (Tab. V).

A Fig. 4 apresenta a ordenação dos componentes principais dos locais de coleta ao longo do rio Pardo, para o período de fevereiro/95 a 01/96. Observa-se que o local 01

Tabela V- Correlações das variáveis com os dois primeiros componentes principais e percentual de variância retida em cada componente no período do estudo.

Variáveis	Componentes principais	
	I	II
CE	0,328	-0,036
Coliformes	0,298	-0,072
DBO	0,288	-0,056
DQO	0,328	-0,046
Ferro	0,306	0,022
Fosfato	0,329	-0,009
Nitrogênio Total	0,318	0,007
pH	0,318	-0,024
Sulfato	0,309	0,007
Temperatura da água	0,005	0,703
Temperatura do ar	0,064	0,700
Turbidez	0,322	-0,050
Autovalor	8,987	1,927
% de variação explicada	74,89	16,06
% de variação acumulada		90,95

(nascente 0m) é o primeiro à esquerda do gráfico, posteriormente aparecem os locais 02 (captação de Pardinho 2300m), 03 (a jusante da cidade de Pardinho 3200m); 04 (a montante da descarga de esgoto 4800m); 07 (ponte da divisa a 16670m) e 08 (captação de Botucatu, a 29000m). Estes locais apresentam valores menores das variáveis, que estão positivamente correlacionadas com o primeiro componente principal. As estações de coleta 06 (a jusante da descarga de esgoto 7300m) e local 05 (a jusante do Pardo, afluente Água Amarela, onde desemboca o esgoto de Pardinho tratado pela ETE, (a cerca de 900m do rio Pardo) estão à direita do gráfico e apresentam características opostas aos anteriores (altos índices nos parâmetros estudados, ver também Fig. 2-3). Em síntese, pode-se interpretar o primeiro componente principal no período estudado, como um gradiente de poluição.

A Fig. 1 apresenta a localização dos pontos de coleta em relação à cidade de Pardinho e Botucatu, a montante ou a jusante do lançamento realizado pela ETE da primeira cidade. Verificamos que o local 01, está isenta de descargas de esgotos orgânicos urbanos (fontes pontuais). Isso explica sua posição como a primeira na extremidade esquerda no gradiente de poluição orgânica.

Em corpos de água lóticos, o intercambio de nutrientes e energia acontece das nascentes para a foz. No perfil longitudinal hipotético, algumas variáveis tendem a decrescer, como a saturação de oxigênio e velocidade da água, enquanto outras apresentam comportamento inverso como temperatura, consumo de oxigênio, carga de nutrientes e substâncias em suspensão (Haase & Possoli, 1993).

Pelas análises dos componentes principais, a nascente (local 01), e os locais 02, 03, 04, 07 e 08 apesar das distâncias entre si (no total cerca de 29 km) assemelham-se. Porém, a diferença entre os locais 05 e 06, apesar da baixa distância entre si (2 km) é bastante pronun-

ciada. Isto se deve basicamente à carga poluidora (emissário da ETE de Pardinho) que é lançada no Corrego Água Amarela (afluente do rio Pardo) a montante de sua foz com o Pardo no local 05 (com grande carga poluidora de esgoto). Tal córrego tem água de boa qualidade (Santini, 1993), que dilui este esgoto tratado para, posteriormente lançá-lo no rio Pardo. Assim, no local 06, valores menores em termos de carga poluidora foram encontrados. Isso evidencia a alteração imediata que as cargas de esgotos tratados ou não (Camargo et al., 1996), causam nos ecossistemas aquáticos, alterações essas que podem afetar a biota aquática e também disseminar doenças transmitidas por dejetos orgânicos (Geldrich, 1970), como por exemplo amebíases, micoses, colera, etc..

No ponto 04 (a montante da descarga de esgoto, local 05), com índices de poluição ligeiramente elevados (condutividade elétrica, coliformes, DBO, DQO, Ferro, Ntotal, Fosfato), há possivelmente influência das descargas de esgotos orgânicos em suas características limnológicas. Deste modo, pode-se inferir que a estação 04 recebe uma carga poluidora proveniente de águas pluviais, escoamento superficial e talvez de esgotos clandestinos.

Os resultados deste estudo mostraram que os parâmetros estudados foram eficazes na identificação e no monitoramento de corpos d'água alterados pelas descargas de esgotos orgânicos. Margalef (1983), chama a atenção para o uso de variáveis com altos valores de correlações com o primeiro componente principal, que indicam que a mensuração desta, seria suficiente para alcançar alguns objetivos, como diagnóstico de ambientes alterados.

Os locais 07 e 08, mesmo estando a jusante da descarga da ETE de Pardinho (local 05) apresentam-se menos impactados por carga poluidora. Um dos fatores a ser considerado é que ao longo do rio Pardo na região compreendida entre os locais 06 a 08, não foram detectadas influências consideráveis de fontes pontuais (esgoto urbano/rural), visto que neste trecho, a região é agropastoril e de uso misto (Fig. 1).

Outros fatores a considerar: a ocorrência de vários afluentes do Pardo, além de uma cachoeira e uma represa (Henry, 1981), no trajeto desde a nascente até a captação de Botucatu (local 08), que contribuem para a diluição, a sedimentação e a autodepuração das cargas poluidoras.

Descy (1976), utilizando a análise de componentes principais também identificou um processo de autodepuração em rios da França. Este fenômeno no rio Pardo reflete sua capacidade (parcial) de autopurificação, embora seja bastante difícil quantificar essa potencialidade. O efluente (esgoto da cidade de Pardinho tratado na ETE do município local 05) lançado no córrego Água Amarela afluente do Pardo é quase totalmente depurado quando chega ao local 08 (captação de Botucatu).

Entretanto, Orhon et al. (1994) citam que o fato de um corpo d'água restabelecer o valor parcial de oxigênio dissolvido após alguns metros do aporte da carga poluente, mas isto não significa que este restabeleceu totalmente sua integridade sanitário-ecológica. Portanto, a qualidade da água do rio Pardo é alterada, pois recebe (água mais salina, com maior condutividade), e entre os causadores de prejuízos temos os sais inorgânicos (fosfatos, nitratos por exemplo), que causam a sua degradação. Assim sendo, os resultados no local 08, mostram que o mesmo praticamente depurou os dejetos nele lançados. No entanto, a alta DQO, DBO, Ferro, Fosfato e Turbidez encontrado neste local permite concluir que os produtos da depuração contribuem para alterar a qualidade da água do Pardo que, segundo os critérios do CONAMA (1986), está destinada ao abastecimento (Classe 03), após tratamento convencional, sendo o processo de tratamento do esgoto, realizado pela cidade de Pardinho

adequado, dando condições às águas deste rio serem utilizadas para abastecimento da população de Botucatu após tratamento convencional (CONAMA, 1986). Este estudo é um primeiro diagnóstico da situação; atualmente está sendo detalhado, para cada afluente, no sentido de observar as influências de cada curso de água da bacia de drenagem do rio Pardo, suas fontes pontuais e não pontuais.

Agradecimentos

Agradecemos ao Sr. Evandro Paganini Listoni e à Sr^a Vania Aparecida Oliveira, pelo auxílio na obtenção dos resultados nas análises realizadas e aos serviços de Lisabete Bueno Sacomani.

REFERÊNCIAS CITADAS

- Afonso, A.A. de O. & Henry, R. 1997. Caracterização físicas e químicas de um pequeno curso d'água na Cuesta de Botucatu, SP: Comparação entre dois trechos de estudo com vegetação ripária em diferentes estágios de preservação. *Acta Limnol. Brasil.* (submetido).
- Allan, J.D. 1995. *Stream Ecology- Structure and function of running waters-*. Chapman & Hall Editors, Great Britain. 388 p.
- Andersen, J.M. 1994. Water quality management in the river Gudena, a Danish lake-stream-estuary system. *Hydrobiologia.* 275/276: 499-507.
- Camargo, A.F.M., Ferreira, R.A.R., Schiavetti, A. & Bini, L.M. 1996. Influence of physiography and human activity on limnological characteristics of lotic ecosystems of the south coast of São Paulo, Brazil. *Acta Limnol. Brasil.* 8: 231-243.
- CETESB São Paulo 1989. *Legislação Federal; controle da poluição ambiental*, p. 21-31.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). 1986. *Classificação das águas doces, salobras e salinas em níveis de qualidade da água. Resolução nº 20. CONAMA, Brasília-DF.* p. 09-23.
- Conte, M.L. 1992. *Comportamento de espécies químicas no ribeirão Lavapés, Botucatu São Paulo. Dissertação de Mestrado, FCA-UNESP, Botucatu*, 113p.
- Descy, J.P. 1976. Utilisation des algues benthiques comme indicateurs biologiques de la qualité des eaux courantes. In: Pesson, P. (ed) *La pollution des eaux continentales. Incidence sur les biocénoses aquatiques.* Boras et Gauthier-Villars. Paris, 285 p.
- Esteves, F. de A. & Barbosa, F. A. R. 1996. Eutrofização Artificial. *Ciência Hoje.*, 5: 57-61.
- Esteves, F. de A. 1988. *Fundamentos de Limnologia.* Rio de Janeiro: Interciências FINEP, 575 p.
- Famiglietti, T., Galasso, M. & Mignolam, M. 1983. Indagine sul fiume Sabato. Nota 1. Aspetti generali: misure di temperatura, pH e torbidità. *Inquin.*, 1:63-65.
- Flores, E. M. M., Gonçalves Júnior, A., Mortari, S. R., Santos, I. & Martins, A. F. 1991. Qualidade da água do Rio São Sepé (RS)- Avaliação físico-química. *Quim. Nova*, 4: 98-99
- Fonseca, O. J. M., Salcm, J. I. & Guarim, V. L. 1982. Poluição e autopurificação do rio Negro nas cercanias de Manaus. *Acta Amaz.* 12: 271-278.
- Fumes, M. E. 1993. Programa de Educação Ambiental "Conhecendo a Região de Botucatu", Solos do Município de Botucatu. Casa da Agricultura de Botucatu. p. 04.
- Galal-Gorchev, H., Ozolins, G. & Bonnefoy, X. 1993. Revision of the WHO guidelines for drinking water quality. *Ann. Inst. Super. Sanita*, 29(2): 335-345.
- Geldrich, E.E. 1970. Applying bacteriological parameters to recreation with quality. *Jour. Amer. Water Work Assoc.* 62: 113-121.

- Greenberg, A. G., Clesceri, L. S. & Eaton, A.D. (Ed.). 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18TH. Washington: American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation .,p.5-1,5-9,4-50,3-66.
- Haase, J. & Possoli, S. 1993. Estudo da utilização da técnica de análise fatorial na elaboração de um índice de qualidade da água: Comparação entre dois regimes hidrológicos diferentes, RS. *Acta Limnol. Brasil.*, 6: 245-255.
- Henry, R., & Curi, P. R. 1981a. Influências de parâmetros climatológicos sobre alguns fatores físico-químicos da água na represa do rio Pardo (Botucatu, SP). *Rev. Brasil. Biol.* 41:299-306.
- Henry, R. 1977. Ciclo sazonal e variação diurnas de fatores ecológicos e plancton da Represa do Rio Pardo (Botucatu, SP). Tese-Mestrado-I B-USP-São Paulo. 250 p.
- Henry, R. 1981. Estudos ecológicos na represa do Rio Pardo(Botucatu, SP, Brasil).I O ambiente e variações diurnas de alguns fatores ambientais. *Rev. Brasil. Biol.*41:153-161.
- Henry, R. & Curi, P.R. 1981b. Análise de parâmetros hidrológicos da represa do rio Pardo (Botucatu,SP). *Rev. Brasil. Biol.* 41:321-326.
- Henry, R. & Lopes, C.A. 1978. Estudos ecológicos na represa do Rio Pardo (Botucatu,SP,Brasil).III. "Standing-stock", variação anual e distribuição vertical de bactérias coliformes e *Escherichia coli*. *O Biológico* 44:183-188.
- Henry, R. & Curi, P. R. 1983. Estudos ecológicos na represa do Rio Pardo (Botucatu,SP,Brasil).II. Distribuição Horizontal e Variação Anual do Material em Suspensão. *Rev. Bras. Biol.*, 43:311-316.
- Henry, R. & Gouveia, L. 1993. Os fluxos de Nutrientes e Seston em Cursos de água do Alto Paranapanema (São Paulo)- sua relação com usos do solo e morfologia das bacias de drenagem. *An. Acad. bras. Ci.*, 65: 439-451.
- Ivahnenko, T. I., Renton, J. & Rauch, H. W. 1988. Effects of Liming on Water Quality of Two Stream in West Virginia, *Water Air Soil Pollut.*, 41: 331-357.
- Jardim, W. F. 1992. A contaminação dos recursos hídricos por esgotos doméstico e industrial. *Quim. Nova.*, 15: 144-146.
- Karnchanawong, S. & Koottatep, S. 1993. Monitoring and Evaluation of Shallow well water quality near a waste disposal site. *Environ. Inter.* 19: 583.
- Listori, J.J. & Banco Mundial 1990. Environmental health components for water supply, sanitation and urban projects. Washington, D.C. ; Banco Mundial, 142p.
- Maier, M.H. 1983. Geocologia, hidrografia, hidroquímica, clima e processos antrópicos da bacia do rio Jacaré Pepira (SP). Tese de doutoramento. UFSCAR. São Carlos, 303p.
- Margalef, R. 1983. *Limnologia*. Omega, Barcelona 951 p.
- Martinelli, L. A., Sgrillo, R. B., Ferreira, J. R. 1983. Variação na concentração de algumas espécies químicas inorgânicas nas águas do rio Piracicaba, São Paulo. *Rev. DAEE- São Paulo*, 43: 91-94.
- Martins, D. 1989. Clima da região de Botucatu. In: I Encontro de Estudos sobre a Agropecuária na Região de Botucatu. *Anais ... Botucatu : Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista*, p. 08-19.
- Meybeck, M. 1996. River water quality Global ranges, time and space variabilities, proposal for some redefinitions. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26: 81-96.
- Morrison, D. F. 1990. *Multivariate Statical Methods*, 3 ed. Mc Graw-Hill Publishing Company. 495p.
- Necchi Jr., O., Branco, L.H.Z. & Branco, C.C.Z. 1996. Análise nictemeral e sazonal de algumas variáveis limnológicas em um riacho no noroeste do Estado de São Paulo. *Acta Limnol. Brasilien.* 8: 169-182.
- Orhon, D., Uslu, O., Meriço S., Salihoglu & Filibel, A. 1994. Wastewater management for Istanbul: Basis for treatment and disposal. *Envir. Pollut.*, 84: 167-178.
- Rios L. & Calijuri, M. C. 1995. A bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão: Uma proposta de ordenação das sub-bacias através de variáveis limnológicas. *Acta Limnol. Brasil.* 8: 151-161.

- Rocha, J. C. & Hirche R. N. 1994. Determinação de metais totais e metais solúveis em "Água Bruta" e em água tratada amostradas em represas de captação e estação de tratamento de águas (ETA) de Araraquara, SP. Parte I. Eclética. *Quim.*, 19: 106-117.
- Santini, J. A. 1993. Qualidade de águas no Estado de São Paulo. *Água e Energia Elétrica- Casa da Agricultura*, (panfleto) n° 14, p.11-22.
- Saunders III, J.F. & Lewis, Jr., W.M 1988. Transport of phosphorus, nitrogen, and carbon by Apure river, Venezuela. *Biogeochemistry*. 5: 323-343.
- Sioli, H. 1984. *The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a mighty tropical river and its basin* W. Junk, Dordrecht, W. Junk, 763 p.
- Souza, H. B. & Derísio, J.C. 1977. Guia técnico de coleta e preservação de amostras de água. 1ª ed. São Paulo: CETESB. p.15-54.
- Stevens, R.J. & Smith, R.V. 1978. A comparison of discrete and intensive sampling for measuring the loads of nitrogen and phosphorus in the river Main, county antrim. *Water Res.* 12: 823-830.
- Valente, J. P. S., Padilha, P. M., Silva, A. M. M. 1997. Contribuição da cidade de Botucatu-SP com nutrientes ("Fósforo e Nitrogênio) na eutrofização da represa de Barra Bonita. *Eclética Quim.* (in press).
- Wetzel, R.G. 1983. *Limnology*, 2nd ed. Philadelphia, Saunders, 767 p.
- Weber, R. 1992. Sistemas costeiros e oceânicos. *Quim. Nova*, 15: 137-143.
- Yeates, J.S. & Clarke, M.F. 1993. Developing alternatives to phosphate fertilizers of high water solubility. *Fertil. Res.* 36: 141-150.
- Zuccari, M.L. 1991. *Caracterização Físico-Química e Biológica do Ribeirão Lavapés (Botucatu, SP)*. Tese de mestrado. FCA-UNESP, Botucatu. 114 p.