

**EUTROFIZAÇÃO NO RESERVATÓRIO PAIVA CASTRO
DO SISTEMA CANTAREIRA NA
REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO
(1987-1997)**

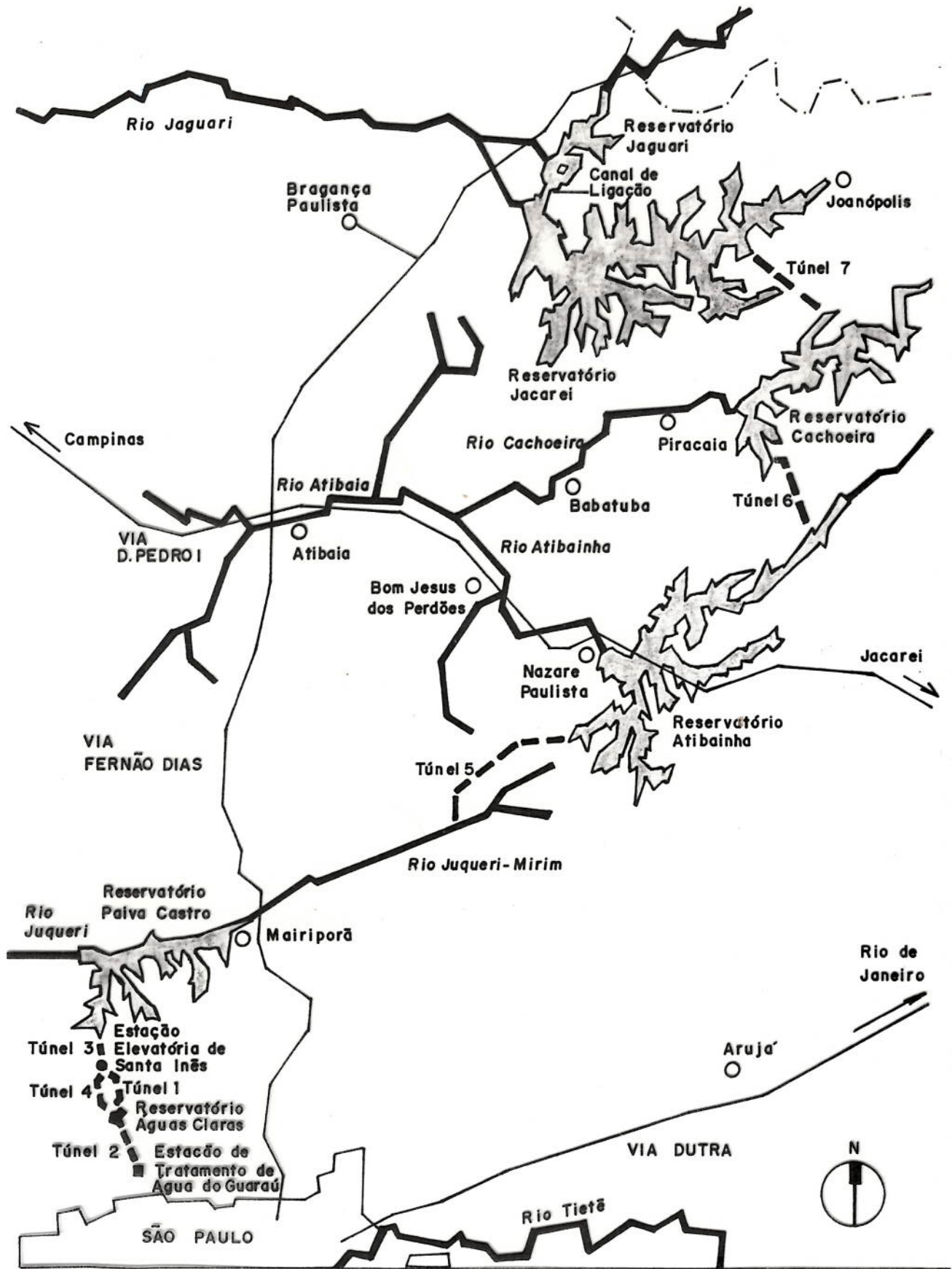
ELIANA APARECIDA SARAIVA DA SILVA

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Departamento de Saúde Ambiental da
Faculdade de Saúde Pública da
Universidade de São Paulo para
obtenção do Grau de Mestre em Saúde Pública.

Área de Concentração: Saúde Ambiental.

Orientador: PROF. DR. ARISTIDES ALMEIDA ROCHA

São Paulo
2002



FONTE: Sabesp, 1989

LCS

“O que move os homens geniais, em lugar de inspirar seu trabalho, não são as novas idéias, mas a sua obsessão pela idéia de que o que já foi dito ainda não é suficiente”.

Eugène Delacroix

Homenagens Especiais

A Deus, pela oportunidade da vida.

Para a minha mãezinha Nair, a Didi , com tanto amor, carinho, superando todas as dificuldades, com o coração de uma criança, ensinou-me a respeitar a vida.

Para o meu paizinho José, o Saraiva (in memoriun), doação, é assim que lembrarei de você; com sua sabedoria mostrou que a vida não tem sentido sem amor, alegria, e solidariedade.

Para meus filhos Vitor e Leonardo. Representam o amor, a continuidade da vida, incentivo para um mundo melhor com amor e harmonia.

Para o Hélio, meu amor, agradeço a compreensão, incentivo e amizade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Dr. Aristides Almeida Rocha, pela oportunidade e disposição em ser meu orientador, sempre com paciência e sabedoria.

Agradeço ao Professor Dr. Roque Passos Piveli, pela cooperação, a atenção nas dificuldades no decorrer do trabalho.

Agradeço ao Professor Dr. Alejandro Jorge Dorado, pelo incentivo, pelas críticas construtivas, sempre sugerindo novos caminhos para a dissertação.

Agradeço ao Professor Dr. Carlos Celso do Amaral e Silva, pelo apoio, sempre bem humorado.

Aos amigos e funcionários do Departamento de Saúde Ambiental, em especial à Teodósia Basile Amiantis e à Belinda Manfredini da Silva, pelo apoio e amizade nas diversas situações deste trabalho.

À Maria Luiza D. Pierries, minha amiga, do Departamento de Saúde Ambiental, com muita disposição, atenção em todos os momentos agradeço seu incentivo.

Aos funcionários da Biblioteca, sempre com atenção atendendo às solicitações.

Claudete Possani, amiga das longas conversas sobre a vida, sobre metafísica, obrigada pelo apoio no Abstract.

Agradeço a atenção do Eng^o Armando Peres , da SABESP, bem como, a todo pessoal da coleta, especialmente ao Edvaldo Sonini, à Maria Aparecida Brandino da Silva e ao Sérgio Bueno Pinheiro.

Ao Sr. Darcy Brega Filho, superintendente da SABESP, pela disponibilidade do Banco de Dados, que serviu de base para esse trabalho, e, aos colegas Josué e Sandra pelo auxílio com as cópias.

Ao Sr. Osmar Rivelino, da SABESP, pela disposição de gráficos de seu trabalho, que serviu de ilustração para esta dissertação.

Ao Professor Dr. Mario Motidome, do Laboratório de Produtos Naturais do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, pelos primeiros ensinamentos sobre a prática na pesquisa, no laboratório, até hoje me apoiando.

À Dra. Walquíria Bueno, do Laboratório de Bioquímica Fitopatológica do Instituto Biológico de São Paulo, pelas palavras de incentivo e confiança que me passava, não há dimensões para dizer o quanto foram importantes.

A Sr. José, seu Zezinho, e à Marina (in memoriun) do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, pelo incentivo desde o início da profissão.

Aos meus irmãos: Gilberto, Lúcia, Ana Marta e Patrícia, pelo amor, carinho e solidariedade em todos os momentos. À Sônia e ao Nelson, -cunhados, mas, posso incluí-los aos irmãos.

Aos sobrinhos, em ordem alfabética, pois o amor é a todos: Ana Carolina, André, Beatriz, Carla, Daniela, Eric, Felipe, Flávia, Flávia Milena e Juliana.

Aos meus sogros, Hélio e Maria pelo incentivo.

Ao Cláudio e à Isabel, amigos desde a infância, obrigada pela companhia, pelo entendimento, pela presença.

Agradeço a todos amigos do SENAC-CEA, em especial à Ana Paula Brandino, pelo trabalho de editoração desta dissertação.

Agradeço a Eutália Araújo pela ajuda na estatística.

Agradeço ao CNPQ pela bolsa concedida.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
1.1 O Município de Mairiporã	03
1.1.1 A História	03
1.1.2 O Desenvolvimento	07
1.2 O Sistema Cantareira e o Reservatório Paiva Castro	10
1.2.1 Características do Reservatório Paiva Castro	17
1.2.1.1 O Caminho das Águas	17
1.2.1.2 Características da Bacia Paiva Castro	17
1.3 A Problemática Relação – Água e a Região Metropolitana de São Paulo	19
2 JUSTIFICATIVA	24
3 OBJETIVOS	25
4 EUTROFIZAÇÃO	26
4.1 Conceito	26
4.2 Nitrogênio	29
4.3 Fósforo	32
4.4 Fator Limitante	35
4.5 Causas da Eutrofização	35
4.6 Conseqüências da Eutrofização	36
4.7 Eutrofização e as Algas	38
4.8 Casos e Controles da Eutrofização	41
5 MATERIAL E MÉTODO	45
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
6.1 Dados Institucionais – Tabelas	48
6.2 Trabalho Estatístico – Gráficos	53
6.3 Mapas Temáticos	59
6.4 Resultados no Contexto Ambiental	69
7 CONCLUSÕES	76
8 RECOMENDAÇÕES	77
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
10 ANEXO 1	
11 ANEXO 2	

SUMÁRIO DAS FIGURAS

Figura 1	Localização dos pontos fluviométricos da bacia do Piracicaba, utilizados no estudo do Sistema Cantareira.	14
Figura I	Pontos de monitoramento da qualidade da água dos mananciais da RMSP	Anexo 1
Figura 2	pH nos pontos de coleta: P1, P101, P102, P103, P104, P2, P210 e P211 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	Anexo 1
Figura 3	pH nos pontos de coleta: P212, P213, P214, P215, P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	Anexo 1
Figura 4	Coliformes Fecais (NMP/100mL) nos pontos de coleta: P1, P101, P102, P103, P104, P2, P210 e P211 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	Anexo 1
Figura 5	Coliformes Fecais (NMP/100mL) nos pontos de coleta: P212, P213, P214, P215, P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	Anexo 1
Figura 6	Coliformes Totais (NMP/100mL) nos pontos de coleta: P1, P101, P102, P103, P104, P2, P210 e P211 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	Anexo 1
Figura 7	Coliformes Totais (NMP/100mL) nos pontos de coleta: P212, P213, P214, P215, P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	Anexo 1
Figura 8	Condutividade (umho/cm) nos pontos de coleta: P1, P101, P2, P210, P211, P212, P213 e P214 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	Anexo 1
Figura 9	Condutividade (umho/cm) nos pontos de coleta: P215, P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	Anexo 1
Figura 10	Cor (U.C.) nos pontos de coleta: P1, P101, P2, P210, P211, P212, P213 e P214 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	Anexo 1
Figura 11	Cor (U.C.) nos pontos de coleta: P215, P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	Anexo 1
Figura 12	Fosfato Total (mg/LPO ₄) nos pontos de coleta: P1, P101, P102, P103, P104, P2, P210 e P211 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	Anexo 1
Figura 13	Fosfato Total (mg/LPO ₄) nos pontos de coleta: P212, P213, P214, P215, P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	Anexo 1
Figura 14	Nitratos (mg/LN) nos pontos de coleta: P1, P101, P102, P103, P104, P2, P210 e P211 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	Anexo 1
Figura 15	Nitratos (mg/LN) nos pontos de coleta: P212, P213, P214, P215, P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	Anexo 1
Figura 16	Nitrogênio Nitrito (mg/LN) nos pontos de coleta: P1, P101, P102, P104, P2, P210 e P212 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	Anexo 1

- Figura 17 Nitrogênio Nitrito (mg/LN) nos pontos de coleta: P214, P215, P217, P218, Anexo 1 P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.
- Figura 18 Nitrogênio Total (mg/LN) nos pontos de coleta: P 1, P 101, P 102, P 104, P2, Anexo 1 P210 e P211 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.
- Figura 19 Nitrogênio Total (mg/LN) nos pontos de coleta: P212, P213, P214, P215, Anexo 1 P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.
- Figura 20 Sulfatos (mg/LSO₄) nos pontos de coleta: P 1, P 2, P 210, P 211, P 212, P 213, Anexo 1 P214 e P215 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.
- Figura 21 Sulfatos (mg/LSO₄) nos pontos de coleta: P216, P217, P218, P220 e P301 no Anexo 1 Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.
- Figura 22 Turbidez (NTU) nos pontos de coleta: P1, P101, P102, P103, P104, P2, P210 e Anexo 1 P211 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.
- Figura 23 Turbidez (NTU) nos pontos de coleta: P212, P213, P214, P215, P216, P217, Anexo 1 P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.
- Figura 24 Cloretos (mg/LCl) nos pontos de coleta: P1, P101, P2, P210, P211, P212, P213 Anexo 1 e P214 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.
- Figura 25 Cloretos (mg/LCl) nos pontos de coleta: P215, P216, P217, P218, P220 e P301 Anexo 1 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.
- Figura 26 Nitrogênio Amoniacal (mg/LN) nos pontos de coleta: P1, P101, P102, P103, Anexo 1 P104, P2, P210 e P211 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.
- Figura 27 Nitrogênio Amoniacal (mg/LN) nos pontos de coleta: P212, P213, P214, P215, Anexo 1 P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.
- Figura 28 Sólidos em Suspensão (mg/L) nos pontos de coleta: P1, P2, P210, P211, P212, Anexo 1 P213, P214 e P215 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.
- Figura 29 Sólidos em Suspensão (mg/L) nos pontos de coleta: P216, P217, P218, P220 e Anexo 1 P301 no Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.
- Figura 30 Evolução dos Teores de Fósforo (mg/LP) no Rio Juqueri e alguns Tributários Anexo 2 – 1987-1997 – Mairiporã – SP.
- Figura 31 Evolução dos Teores de Nitrogênio (mg/LN) no Rio Juqueri e alguns Tributários Anexo 2 – 1987-1997 – Mairiporã – SP.
- Figura 32 Evolução dos Teores de Manganês (mg/LMn) no Rio Juqueri e alguns Tributários Anexo 2 – 1987 – 1997 – Mairiporã – SP.
- Figura 33 Evolução dos Teores de Ferro (mg/LFe) no Rio Juqueri e alguns Tributários Anexo 2 – 1987 – 1997 – Mairiporã – SP.
- Figura 34 Evolução dos Teores de pH no Rio Juqueri e alguns tributários – 1987 – 1997 Anexo 2 – Mairiporã – SP.

Figura 35 Evolução dos Teores de Condutividade (umho/cm) no Rio Juqueri e alguns Tributários – 1987- 1997 – Mairiporã – SP. Anexo 2

Figura 36 Evolução dos Teores de DQO (mg/LO₂) no Rio Juqueri e alguns Tributários – 1987 – 1997 – Mairiporã – SP. Anexo 2

Figura 37 Evolução dos teores de Turbidez (NTU) no Rio Juqueri e alguns tributários – 1987 – 1997 – Mairiporã – SP. Anexo 2

SUMÁRIO DE GRÁFICOS E TABELAS

Gráfico 1	Pluviosidade – Chuvas de 1987- 1997- SP.	47
Gráfico 2	População Total de Mairiporã –SP –1987-1997.	48
Gráfico 3	Temperaturas Máximas, Médias e Mínimas Anuais – SP de 1987 – 1997.	52
Gráfico 4	Variação Espacial das Medianas – Nitrogênio Total (mg/LN), Nitrogênio Amoniacal (mg/LN) e Nitrogênio Nitrito (mg/LN) em todos os pontos de coleta do Reservatório Paiva Castro (1987 – 1997).	53
Gráfico 5	Variação Espacial das Medianas – Coliformes Fecais (NMP/100mL) e Coliformes Totais (NMP/100mL) em todos os pontos de coleta do Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	54
Gráfico 6	Variação Espacial das Medianas – Sólidos em Suspensão (mg/L) e Condutividade (umho/cm) em todos os pontos de coleta do Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	55
Gráfico 7	Variação Espacial das Medianas – pH e Sulfatos (mg/L SO ₄) em todos os pontos de coleta do Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	56
Gráfico 8	Variação Espacial das Medianas – Fosfato Total (mg/L PO ₄) e Fósforo Total (mg/L P) em todos os pontos de coleta do Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	57
Gráfico 9	Variação Espacial das Medianas – Turbidez (NTU) e Cor (U.C.) em todos os pontos de coleta do Reservatório Paiva Castro – 1987 – 1997.	58
Tabela 1	Mediana dos valores das amostras nos pontos de coleta: P 1, P 101, P 102, P1203, P104, P2, P210, P211, P212, P213, P214, P215, P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro – Mairiporã – SP.	Anexo 1
Tabela 2	Relação do Nível Trófico de Lagos e Reservatórios com a concentração de Fósforo Total.	34
Tabela 3	Pontos Fluviométricos da Bacia Juqueri, segundo SABESP – 1989.	19
Tabela 4	Abastecimento de Água. Recebimento de água com tratamento, proveniente de manancial de superfície por tipo de controle de qualidade na água bruta e na água tratada no município de Mairiporã – SP – 1989.	48
Tabela 5	Abastecimento de Água – Recebimento de água com tratamento, proveniente de manancial de superfície, com alguma forma de contaminação antes da captação, por tipo de tratamento no município de Mairiporã – SP – 1989.	49
Tabela 6	Abastecimento de Água – realização do controle de qualidade na água bruta e tratada, por tipo de freqüência no município de Mairiporã – SP – 1989.	49

Tabela 7	Abastecimento de Água – Realização de Controle de Qualidade na rede de distribuição, por tipo de frequência no município de Mairiporã – SP – 1989.	49
Tabela 8	Abastecimento de Água – Ligações de Água, economias abastecidas da Rede Distribuidora e Estações de Tratamento, no município de Mairiporã – SP – 1989.	50
Tabela 9	Evolução do Número de ligações de água, no município de Mairiporã – SP – 1994 – 1996.	50
Tabela 10	Evolução da Extensão da Rede de Abastecimento de Água, no município de Mairiporã – SP – 1994 – 1996.	50
Tabela 11	Evolução do número de ligações de esgoto, no município de Mairiporã – SP – 1994 – 1996.	50
Tabela 12	Evolução da extensão da rede de esgotamento sanitário, no município de Mairiporã – SP – 1994-1996.	51
Tabela 13	Domicílios particulares permanentes, por abastecimento de água, existência de banheiro ou sanitário, tipo de esgotamento sanitário e destino do lixo, no município de Mairiporã – SP – 2000.	51
Tabela 14	Domicílios particulares permanentes, por abastecimento de água no município de Mairiporã – SP – 2000.	51
Tabela 15	Domicílios particulares permanentes, por uso de esquadro da instalação sanitária, no município de Mairiporã – SP – 2000.	52
Tabela 16	Domicílios particulares permanentes, por destino do lixo, município de Mairiporã – SP – 2000.	52

SUMÁRIO DOS MAPAS

Mapa 1	Região Metropolitana de São Paulo.	8
Mapa 2	Coroa Metropolitana de São Paulo.	11
Mapa 3	Represa Paiva Castro rodeada pela Serra da Cantareira e Parque Estadual do Juquery.	Anexo 2
Mapa 4	Unidades de Conservação.	Anexo 2
Mapa 5	Zoneamento do Município de Mairiporã-SP.	Anexo 2
Mapa Temático I	Reservatório Paiva Castro/Canal do Rio Juqueri –Proteção aos mananciais – 1999.	Anexo 2
Mapa Temático II	Reservatório Paiva Castro/Canal do Rio Juqueri – Drenagem – 1999.	Anexo 2
Mapa Temático III	Reservatório Paiva Castro/Canal do Rio Juqueri – Sistema Viário Básico – 1999.	Anexo 2
Mapa Temático IV	Reservatório Paiva Castro/Canal do Rio Juqueri – Geologia – 1999.	Anexo 2
Mapa Temático V	Reservatório Paiva Castro/Canal do Rio Juqueri – Geomorfologia – 1999.	Anexo 2
Mapa Temático VI	Reservatório Paiva Castro/Canal do Rio Juqueri – Assentamento – 1999.	Anexo 2
Mapa Temático VII	Reservatório Paiva Castro/Canal do Rio Juqueri – Uso e Ocupação do Solo – 1999.	Anexo 2
Mapa Temático VIII	Reservatório Paiva Castro/Canal do Rio Juqueri – Uso do Solo Atual – 1999.	Anexo 2
Mapa Temático IX	Reservatório Paiva Castro/Canal do Rio Juqueri – Águas/Esgotos – 1999.	Anexo 2

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi selecionar alguns parâmetros que pudessem sinalizar alguma fonte de poluição, especificamente a eutrofização, devido ao aporte de nutrientes, principalmente Nitrogênio e Fósforo, no Reservatório Paiva Castro, em Mairiporã.

Mairiporã, município ao norte da Grande São Paulo, 80% de sua área considerada de preservação ambiental, e inserida na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo, comportando o mais importante manancial da Região Metropolitana de São Paulo, o Reservatório Paiva Castro do Sistema Cantareira.

Este município, devido à sua proximidade com São Paulo, participa de conflitos semelhantes como o do interesse imobiliário com o uso e ocupação do solo; a utilização múltipla dos recursos hídricos e a preservação de seus mananciais; o crescimento desordenado e a desarmonia nos setores de saneamento e políticas públicas.

O Reservatório Paiva Castro, último do sistema, é o mais próximo à capital, estando mais suscetível aos impactos recebidos, daí a necessidade de seu monitoramento constante, realizado pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), que tornou acessível um banco de dados com os parâmetros de interesse à manutenção da água para o abastecimento público, no período de 1987 a 1997.

Complementando este banco de dados, inseriu-se dados populacionais e de saneamento do município, obtidos de fontes como IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), EMLASA (Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo SA), SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados), bem como, dados da CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo) no período selecionado..

A análise dos parâmetros permitiu verificar o baixo nível de poluição nas águas no reservatório, no período estudado, mas já indicando os impactos no sistema e na região.

ABSTRACT

The purpose of this work was to pick out a few parameters in order to signalize some sources of pollution, specifically the eutrophication, due to the input of nutrients, mainly nitrogen and phosphorus in the Paiva Castro Reservoir in Mairiporã.

Mairiporã is located in the northern part of the Metropolitan Region of São Paulo, 80% of its area is considered environmentally protected thus inserted in the Biosphere Reserve at São Paulo City's Green Belt, where is located the most important water supply reservoir of The Metropolitan Region of São Paulo, The Paiva Castro Reservoir in the Cantareira System.

Since Mairiporã is very close to São Paulo, it has been confronting similar conflicts such as those of illegal real estate operations and use of soil and land occupation; multiple utilization of its water resource and water supply preservation; the unplanned population growth and the disagreement in the sanitary and public policies.

The Paiva Castro Reservoir, in the last water body in the system, the one nearest São Paulo, being more susceptible to the impacts received, then, the necessity of constantly monitoring done by SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), which made available a data bank with the parameters of interest to aiming the water supply treatment for the population, from 1987 until 1997.

Complementing this data bank, it was also added population and sanitary data from the Metropolitan Region, which were obtained from sources such as: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), EMPLASA (Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo SA), SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados), as well as, CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo) for the period selected.

The analysis of these parameters show low levels of pollution in waters coming from The Reservoir, in the analysed period, but indicating the impacts in the system and this area.

“A água é um projeto de viver”.

Carlos Drummond de Andrade

1. INTRODUÇÃO

A vida em nosso planeta ocorre numa fina camada de solo, ar e água – o meio inorgânico – fornecendo os elementos abióticos que formam os ecossistemas juntamente com os componentes bióticos. A água é o componente abiótico mais abundante nos seres vivos e ocupa a maior parte da superfície terrestre, contribuindo para regular o clima (SÃO PAULO – ESTADO, 1989).

A água, o solvente universal, constituiu a base para que as moléculas mais simples interagindo com as moléculas mais complexas, se entrecrocando por milhões de anos, introduzisse a vida. Assim a água sempre ocupou papel central nas filosofias naturais sobre a origem da vida (biogênese) (MASCARENHAS, 1981).

Os registros disponíveis das antigas civilizações do Nilo, Tigre – Eufrates, Creta, Índia já mostravam a preocupação com os cuidados para com a água destinada ao consumo humano. Os primeiros registros do conceito de água pura e água suja e, seus métodos de purificação, foram encontrados há aproximadamente 2000 AC, no Sânscrito, num compêndio médico. Hipócrates chegou a sugerir uma correspondência entre abastecimento de água e saúde.

Quando César conquistou Alexandria, em 47 AC, dizem que encontrou na cidade aquedutos subterrâneos com o objetivo de trazer água do Rio Nilo, para cisternas, nas quais essa água era clarificada por sedimentação (BATALHA, 2000).

Embora a maior parte da Terra seja água (1.380.000km³), 97,3% é água salgada e apenas 2,7% água doce (DAEE, 2002).

Os seres humanos e a maioria dos ecossistemas dependem desses 2,7% de água doce, estando o Brasil em situação privilegiada dispondo de 12% de toda a água doce do planeta. No Estado de São Paulo encontra-se 1,6% da água doce brasileira (DAEE, 2002).

Compreender o complexo comportamento das águas pode ser um instrumento importante para a manutenção de regiões urbanizadas mais saudáveis (RUTKOWSKI, 1999).

O destino do homem no planeta está intrinsecamente ligado às questões do meio ambiente. Ele necessita tanto do desenvolvimento tecnológico como do seu meio ambiente ecologicamente equilibrado, esta é sua busca ao desenvolvimento sustentável.

A preocupação com os recursos naturais teve início na década de 70, e, em 1992, formaram o foco da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, tendo como resultado o fundamento da “Agenda 21”, documento reconhecido internacionalmente (SÃO PAULO – ESTADO, 1997).

A Agenda 21 traz o conceito de desenvolvimento sustentável o qual almeja o crescimento econômico concomitantemente com a preservação ambiental, planejando a exploração dos recursos. Um plano de desenvolvimento sustentável bem elaborado pode gerar renda e emprego, contribuindo para uma melhor qualidade de vida da população (SÃO PAULO – ESTADO, 1997).

“A sustentabilidade requer que o gerenciamento urbano tenha resultado um produto social (não o mero “produto” administrativo): uma cidade saudável. Então, uma cidade não poderá ser saudável se não for, antes, sustentável. A sustentabilidade é a pré-condição da saudabilidade”(COIMBRA, 1999).

De acordo com a resolução CONAMA 020/86, que estabelece padrões físicos e químicos para avaliar a qualidade da água de mananciais, é de interesse da comunidade e do poder público municipal, classificar seus corpos d’água para projetar um desenvolvimento auto-sustentado da cidade, com o objetivo de que as empresas que se instalarem ao longo dos mesmos, se adaptem aos padrões, proporcionando um melhor controle das alterações antropogênicas (GOBB et al,1999).

Ao longo da história, é notória a procura das populações pelas margens dos cursos d’água para o assentamento. Um dia percebeu-se que a água estava “suja”, aí, segundo SPERLING (1983), estava criado o conceito de “poluição”.

Qualquer atividade humana traz como consequência a poluição das águas; é uma questão complexa pois, há interações de situações que ainda estão longe de serem resolvidas.

COSTA (1994), vê o saneamento num sentido amplo: a intervenção do homem no meio para propiciar o bem estar da população, refletindo diretamente na qualidade de vida das pessoas, interagindo com os fatores sócio-econômicos-políticos-culturais da população; uma ação de saúde pública.

A água bruta de boa qualidade é subsídio para que uma ETA (Estação de Tratamento de Água) produza água de boa qualidade e com baixo custo. Manancial de pior qualidade implica num processo de tratamento oneroso. A qualidade da água depende então de quatro fatores, a saber: proteção aos mananciais, gestão de riscos, tecnologias adequadas ao manejo dos ecossistemas aquáticos e o devido tratamento da água (BORN, 2000).

“Ao utilizar os recursos naturais, renováveis ou não, é preciso não esquecer da imprescindível atitude preservacionista” (ROCHA, 1986, p.73).

Para que não se destrua o capital ecológico e ambiental, objetivando lucros, há que se moderar com o uso dos recursos naturais, só assim poderemos permitir a continuidade da vida na superfície do planeta (AB’SÁBER, 1994).

1.1 Município de Mairiporã

1.1.1 A História

A data exata da fundação de Mairiporã não é conhecida, porém, desde 1642, já era citado, como vila, em carta de data de sesmaria a José Ortiz de Camargo (IBGE, 1957). Convém citar as definições de áreas como vila, sesmarias, segundo o Instituto Geográfico Cartográfico (1995), organizado por SEADE (2002).

“Vila – Sede do termo; unidade político-administrativa autônoma equivalente a município, trazida de Portugal para o Brasil no início da colonização (a primeira vila criada no Brasil foi São Vicente, em 22/01/1532), tendo perdurado até fins do século XIX; toda vila deveria possuir câmara e cadeia, além de um pelourinho – símbolo de autonomia; termo empregado em substituição a município, pois este não podia ser empregado na colônia, ou seja, em terras não emancipadas”.

“Sesmarias – Fração de terra da capitania concedida a terceiros, para exploração econômica, sob pagamento de apenas um tributo, o dízimo – décima parte da produção; sistema português transplantado para o Brasil, previsto nas cartas de doação e forais das capitanias hereditárias; extensão de terra definida, tendo por base a “légua em quadra ou forma retangular”.

Segundo FAGUNDES (2000), o povoamento de Mairiporã começou por volta de 1600 e deveu-se aos padres jesuítas e à expansão do bandeirismo paulista. Esse processo de povoamento teve início com Salvador Pires de Medeiros que recebeu em 1600 a doação de uma sesmaria, que ia da margem direita do Anhembi, passava a Serra da Cantareira e chegava às margens do Rio Juqueri. A esposa de Salvador Pires mandou construir uma capela (pequena igreja de um só altar, sem pastor próprio) em louvor a Santa Inês, mais tarde a capela passou a ter outra padroeira, Nossa Senhora do Desterro, devido ao devoto desta santa o bandeirante Fernão Dias Paes Leme, primo de Salvador Pires de Medeiros.

Em 1696 o povoado foi elevado à categoria de Vila de Nossa Senhora do Desterro de Juqueri – palavra tupi que designa uma planta leguminosa – conhecida também como dormideira, mas, segundo (FERREIRA, 1989) essa leguminosa tem a grafia “juquiri”. Em 1783 tornou-se paróquia; a capela transformou-se em igreja e passou por diversas modificações (1841, década de 40 e 1982) (AZEVEDO, 2001). Assim, o povoado se fazia em torno da capela construída por Antônio de Souza Del Mundo.

Situado em território pertencente ao município da Capital do Estado, foi elevado à freguesia (circunscrição eclesiástica que forma a paróquia) com o nome de Juqueri, sendo incorporado a Guarulhos pela Lei nº 34, de 24 de março de 1880 e elevado a município pela Lei Provincial nº 67, de 27 de março de 1889 (IBGE, 1957), até então era considerado um distrito (divisão territorial e administrativa) de São Paulo, como Guarulhos, Santana e Tremembé.

Um ano antes da emancipação, a São Paulo Railway (Estrada de Ferro Santos-Jundiaí) construiu a Estação do Juqueri, assim, a região passou a ser mais conhecida, pois até então, era de difícil acesso.

A vila de Juqueri entrou para o século XVIII como fonte de produtos agrícolas para São Paulo, produzindo algodão e vinho para exportação. Não prosperou como as demais localidades ligadas às regiões de lavras de ouro e pedras preciosas; caracterizou-se como pouso de tropeiros que faziam o abastecimento, vindos de Minas Gerais e vice-versa (AZEVEDO, 2001).

Em 1769, a Câmara paulistana determinou a abertura de uma estrada entre Juqueri e São Paulo. O “Caminho de Juqueri” seria mais tarde a Estrada Velha de Bragança. Em 1898, o Governo inaugurou o primeiro hospital psiquiátrico do estado, o Hospital-colônia de Juqueri, dirigido pelo médico Franco da Rocha, próximo à Estação Juqueri; a região passou a ser conhecida como vila de loucos, pois, ao chegar à estação o maquinista informava: “*Estação Juqueri. Quem é louco desce aqui!*”.

A associação do nome de Juqueri ao hospital, causou grande confusão na entrega de correspondências e desconforto aos juquerienses; foi criado um movimento para mudança do nome do *município*, ou seja, *a menor unidade territorial político-administrativa autônoma, que substitui o termo “vila” a partir da República, tendo aparecido pela primeira vez na legislação brasileira através da Carta Régia de 29 de outubro de 1700 (SEADE, 2002).*

Em 1948 o prefeito Bento de Oliveira solicitou à Assembléia Legislativa autorização para a mudança. Na ocasião, o deputado Ulisses Guimarães apoiou o pedido e pronunciou a célebre frase: “*Juqueri, terra de loucos. Loucos por cidadania*”.

No dia 24 de dezembro do mesmo ano, foi aprovada a Lei nº 233, permitindo a mudança do nome. Com uma ressalva no trabalho de BORN (2000) que cita o mês da aprovação da lei abril e, as demais fontes dezembro. O nome Mairiporã, entre outros de origem tupi-guarani, foi sugerido pelo jornalista e poeta Araújo Jorge, significando cidade (mairi) bonita (porã). Ficando conhecida como a “aldeia pitoresca”.

Na década de 50, Mairiporã é marcada pela vinda da Companhia Cinematográfica Multifilmes, dirigida pelo cineasta Mário Civelli. Hoje ainda existem os barracões da companhia, onde foi rodado o primeiro filme colorido do Brasil (AZEVEDO, 2001).

No final dos anos 50 a Multifilmes foi vendida para a Werill, indústria de instrumentos musicais, que funcionou até os anos 80 (O ESTADO DE SÃO PAULO, 2002).

A região desenvolveu e valorizou rapidamente, pois alguns artistas compraram lotes e sítios na cidade; a frase do criador da Multifilmes, falecido em 1993, está na memória dos moradores de Mairiporã que participaram daquela época: “A cidade foi descaracterizada pelo tempo, mas as imagens gravadas mostram uma Mairiporã autêntica” (O ESTADO DE SÃO PAULO, 2002).

Em matéria do Jornal O Estado de São Paulo: “Mairiporã quer erguer um museu”, em 04 de fevereiro de 2001, é colocado o desejo do prefeito de Mairiporã, Jair Oliveira, em buscar apoio para criar o Museu Nacional do Cinema nos galpões onde, há 40 anos, funcionava a Multifilmes.

Em 1950 foi instalada na cidade a indústria de Artefatos de Alumínio, funcionou até 1980, mas planos econômicos afetaram também a fábrica, que trabalha hoje com poucos funcionários (BORN, 2000).

Com o término da pavimentação da Rodovia Fernão Dias, ligando São Paulo à Minas gerais, na década de 60, ocorreu uma intensa valorização de Mairiporã, em razão dos seus recursos naturais, podendo abrigar residências secundárias de alto padrão e também moradia fixa, região privilegiada circundada pela Serra da Cantareira e Parque do Juquery (nas citações somente o nome do Parque é escrito com “y”); no item referente ao Sistema Cantareira e a Represa Paiva Castro, será discutido o impacto causado à região decorrente destas obras.

1.1.2 O Desenvolvimento

O boom imobiliário ocorreu a partir do final da década de 70 e anos 80, contrapondo à Lei de Proteção dos Mananciais, que sustenta a preservação dos recursos hídricos responsáveis pelo abastecimento de grande parte da região metropolitana; considerando que em 1992, a região da Cantareira foi reconhecida como Patrimônio da Humanidade pela UNESCO.

Um levantamento realizado pela Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente indicou que os loteamentos clandestinos causaram a derrubada de 1 milhão de árvores, somente em 1997, na Serra da Cantareira.

O assoreamento dos corpos d'água e a contaminação destas águas contam como prejuízos provocados pelos loteamentos, é o que mostra a reportagem do Jornal O Estado de São Paulo, em 02 de abril de 2001 intitulada “Loteamentos Clandestinos”.

Mairiporã, às margens do rio Juqueri, com grande parte da população na zona rural, a atividade econômica era a produção de tijolos e cerâmica nas olarias beirando o rio. Nos anos 70 chegou a ter mais de 300 olarias, empregando aproximadamente 5 mil operários (BORN, 2000).

Quanto às considerações econômicas da época dos anos 60 e 70, citamos o texto original contido no anteprojeto de aproveitamento do rio Juqueri (DAEE, 1964):

“.... A única indústria de importância, existente a montante de Franco da Rocha, é a da cerâmica. Existem várias olarias que fabricam tijolos. Os tijolos, principalmente, da zona denominada Rio Abaixo, já não são de boa qualidade. A jusante de Franco da Rocha existem várias indústrias extrativas: cal e caolim e, em Caieiras, algumas fábricas de importância, sobressaindo-se a Companhia Melhoramentos, com sua grande indústria de papel. Em Perus existe a Fábrica de Cimento Perus”.

O auge das olarias seguiu até a construção da Represa Paiva Castro, quando a maioria destas foi submersa pelas águas.

O Parque Estadual da Cantareira assegura a proteção de seus mananciais, abriga diversas espécies animais ameaçadas de extinção como o bugio, o gato do mato, a jaguatirica, o macuco, o gavião-pomba, o jacuguaçu e o bacurau-tesoura-grande. O Parque possui também diversas espécies vegetais, como a imbuia, a canela-preta e a canela-sassafrás, ameaçadas de extinção; condição possível devido a um trabalho intenso de recuperação da floresta (SÃO PAULO – ESTADO – 2002a).

Mairiporã também está próximo ao Parque Estadual do Juquery, situado na região noroeste da Grande São Paulo, formando um mosaico de ilhas de Cerrado e de trechos de Mata Atlântica.

Com 1927,7 hectares, pertencentes aos municípios de Franco da Rocha e Caieiras, abrigando diversas espécies da fauna silvestre, como siriemas, antas, bugios e outras. O Cerrado já fez parte da formação vegetal que cobria grande extensão do Estado de São Paulo, daí a importância do Parque abrigando os últimos remanescentes deste (SÃO PAULO – ESTADO, 2002b).

O Parque Estadual do Juquery foi criado em 5 de junho de 1993, através do Decreto nº 36859, justamente em razão da necessidade de conservação do remanescente de vegetação nativa na Fazenda Juquery, de propriedade do Estado. Sua criação teve como objetivo o aperfeiçoamento da integração entre as atividades voltadas para a saúde mental e a conservação do meio ambiente, numa pioneira iniciativa das Secretarias de Estado da Saúde e do Meio Ambiente (SÃO PAULO – ESTADO, 2002b).

O município de Mairiporã com uma extensão territorial de 307 km², sendo a urbana 114 km² e a rural 193 km², possui limites ao norte com Atibaia; ao sul com São Paulo; a leste com Bom Jesus dos Perdões, Nazaré Paulista e Guarulhos; a oeste com Caieiras e Franco da Rocha. Localiza-se numa altitude de 875 metros na cidade e 965 metros no distrito de Terra Preta (AZEVEDO, 2000). Com localização geográfica em longitude W 46°35'18'' e latitude S 23°19'12'', o município tem uma topografia montanhosa e clima subtropical, com vegetação densa. O solo é argiloso e arenoso.

O clima da região é considerado tropical de altitude, com precipitações entre 1500 e 1800 mm segundo AB'SÁBER (1978); apresentando temperaturas de 10°C a mínima, 28°C a média e 38°C a máxima e, umidade relativa do ar de 80% no verão e 65% no inverno, o município de Mairiporã possui aproximadamente 80% de sua superfície dentro da área de proteção aos mananciais.

Com população de 60111 habitantes (SEADE, 2002); a rede de água e esgoto está sob responsabilidade da SABESP, mas grande parte da cidade ainda usa o sistema de poços artesianos e fossas sépticas ou negras (SÃO PAULO – ESTADO, 1999).

O município de Mairiporã não dispõe de qualquer norma relativa ao ordenamento do uso e ocupação do solo, não possui a lei de zoneamento municipal, está no aguardo do Plano Diretor (EMPLASA, 1999).

Com ICM ecológico recolhido em 1999 por volta de R\$ 33.458,45, poderia ser aplicado em programas de proteção de áreas naturais e de ecossistemas degradados (SILVA, 2000).

Mairiporã está distante apenas 35 Km do centro de São Paulo, com localização que permite rápido acesso com os eixos rodoviários Fernão Dias, Dutra/Ayrton Senna, Anhanguera/Bandeirantes e D. Pedro I, também com os principais aeroportos da região.

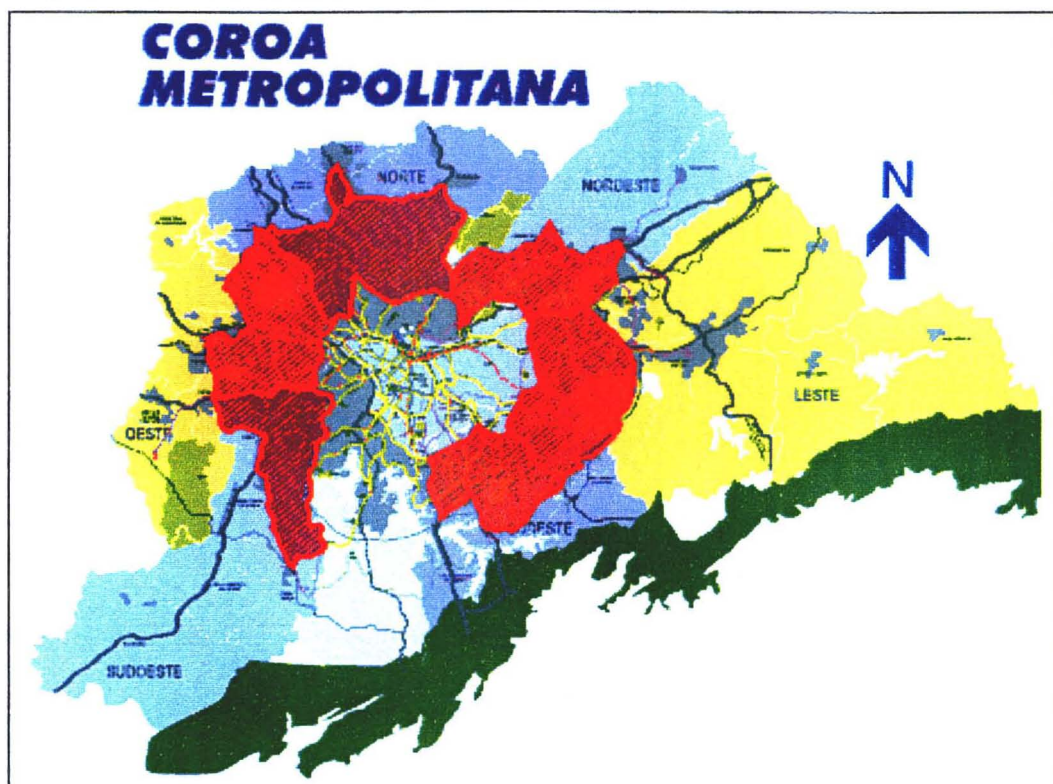
A cidade oferece condições para o turismo, repouso e lazer. Estima-se que 1,5 milhão de pessoas das classes A e B residam em Mairiporã e regiões vizinhas.

1.2 O Sistema Cantareira e o Reservatório Paiva Castro

São Paulo, assim como os grandes centros urbanos, vêm enfrentando sérios problemas decorrentes da escassez das águas superficiais e de contaminação das águas subterrâneas para suprimento de suas crescentes demandas de abastecimento público. Então participa de um conflito entre explorar os seus recursos hídricos, ocupar o solo e a proteção de seus mananciais.

O crescimento demográfico (Ver mapa 2), acompanhado da ocupação desordenada de áreas marginais aos grandes reservatórios de água, a concentração das populações nessas metrópoles, geram esgotos que retornam ao meio ambiente na maioria das vezes sem tratamento adequado.

Mapa 2 – Coroa Metropolitana da Região Metropolitana de São Paulo.



Fonte – Secretaria de Transportes Metropolitanos do Estado de São Paulo - 2002

Os principais mananciais de abastecimento de água da região metropolitana de São Paulo acham-se situados em áreas sujeitas à ocupação urbana, nem sempre ideais à preservação das águas (HIDROPLAN, 1995).

Dentro do contexto da ocupação das bacias hidrográficas dos mananciais as Leis nº 898, de 18 de dezembro de 1975, e 1172, de 17 de novembro de 1976, delimitando as áreas de proteção aos mananciais correspondentes a 54% do território da região metropolitana estabelecendo parâmetros de uso e ocupação do solo para estas áreas, a fim de evitar o adensamento populacional e a poluição das águas (SÃO PAULO – ESTADO, 1997).

Atualmente, o sistema integrado a cargo da SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), mantém em operação na grande São Paulo cinco sistemas produtores de água potável, mais outros dez sistemas isolados.

O maior sistema produtor em operação hoje é o Cantareira, com capacidade de $33\text{m}^3/\text{s}$, representando 56,70% do abastecimento da região metropolitana, cujos reservatórios encontram-se fora dos limites administrativos da mesma (SÃO PAULO – ESTADO – 1997).

O Sistema Cantareira localiza-se a o norte da região metropolitana de São Paulo abrangendo seis represas: Jaguarí, Jacaréi, Cachoeira, Atibainha, Paiva Castro e Águas Claras, interligadas por túneis e canais com bombeamento de água para a Estação de Tratamento de Água (ETA) Guaraú. Nela são produzidos os trinta e três mil litros de água potável por segundo (SÃO PAULO – ESTADO, 1989).

As águas são transferidas a partir das cabeceiras da bacia ao sul de Minas Gerais, para a ETA do Guaraú e também para a bacia do rio Piracicaba. Assim, a proteção dos mananciais do Sistema Cantareira está diretamente ligada à vida de duas regiões paulistas importante.

A bacia do Piracicaba, seus principais rios e o esquema da reversão interbacias de $31\text{ m}^3/\text{s}$ para o abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo pelo Sistema Cantareira, são mostrados na (figura 1 – página 14).

O problema da Bacia do Piracicaba, já tem sido evidenciado desde 1954, quando proibiu-se o lançamento “in natura” dos líquidos residuais das usinas de açúcar e álcool (SABESP, 1989).

O início da construção desse sistema se deu em 1965, implantado em duas etapas, com a primeira compreendendo o aproveitamento dos rios Juqueri, Atibainha e Cachoeira, fornecendo a vazão nominal de $11\text{ m}^3/\text{s}$ para São Paulo, iniciando as operações em 1974 (SABESP, 1989). As obras relativas à segunda etapa tiveram início em 1976, compreendendo as barragens dos rios Jaguarí e Jacaréi propiciando adução de $33\text{ m}^3/\text{s}$, dos quais $31\text{ m}^3/\text{s}$ vindos da bacia do Rio Piracicaba e $2\text{ m}^3/\text{s}$ da bacia do Rio Juqueri, em operacionalização no ano de 1981 (DAEE, 1986).

“O Rio Juqueri tem suas cabeceiras na Serra Negra e no prolongamento da Serra do Bananal; corre, a princípio, em direção leste-oeste, passando por Mairiporã a té Franco da Rocha, onde inflete para sudoeste, a té a s proximidades de Perus, onde toma novamente a direção leste-oeste, até encontrar o Tietê entre Santana do Parnaíba e Pirapora... As terras da bacia são pouco férteis e a produção agrícola é relativamente pequena. Existem algumas áreas reflorestadas com eucaliptos e pinheiros. Não existem mais matas virgens. Toda área é coberta por capoeiras, cerradões e pastarias” (DAEE, 1964).

O Eng^o José de Paiva Castro desenvolveu os primeiros trabalhos no sentido de reverter às águas da bacia do rio Juqueri para a área metropolitana de São Paulo. No início da década de 60 a situação do consumo de água na Região Metropolitana de São Paulo estava crítica e não havia planejamento em longo prazo para tais necessidades. Nessa época o DAEE criou uma comissão de planejamento CPA, coordenada pelo Eng^o Paiva Castro, para trazer a água do rio Juqueri (CAVALCANTI, 1998).

Ainda segundo CAVALCANTI (1998), havia um plano anterior sugerido pela LIGHT, com o objetivo único da energia elétrica. O Eng^o Eduardo Yassuda lembra que o plano para abastecimento surgiu em função dos problemas de esgotos, poluição e da consciência que o problema hídrico da região era interligado.

“.... Pode-se indagar a razão pela qual não se pensou há mais tempo no aproveitamento dessa fonte de suprimento, tão perto da cidade, principalmente da zona norte, sempre tão mal servida de água, preferindo-se buscar água a 80 km (Rio Claro) e 30 km (Cotia) de São Paulo... A resposta a essa indagação não é difícil, se considerarmos que, na época em que foram projetadas essas obras, o processo de tratamento de água, por filtração rápida ainda estava em desenvolvimento, e que, dava-se grande preferência às possibilidades de adução por gravidade....

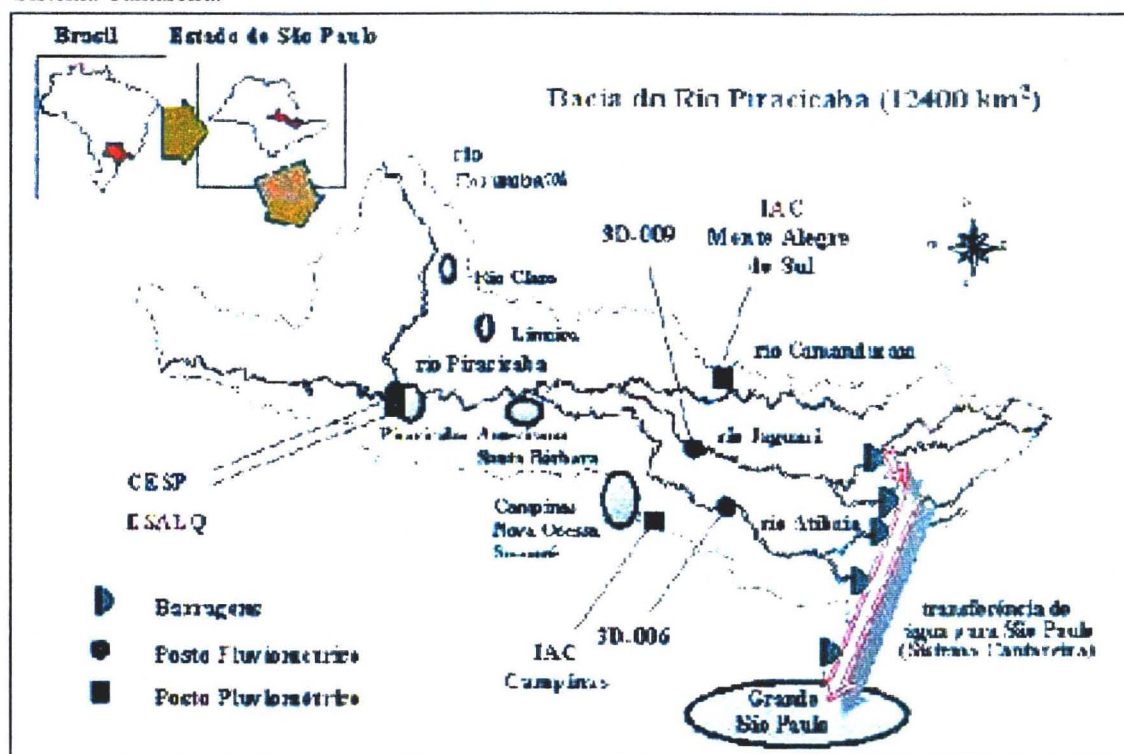
Quando um pouco mais tarde, foi iniciado o aproveitamento do Guarapiranga para suplementar o abastecimento de água à cidade, pensou-se que essa fonte teria capacidade, com folga, para fornecer toda a água que São Paulo necessitasse... Não se tinha idéia, e não se podia ter, do grande desenvolvimento que a cidade teria” (DAEE, 1964).

A construção desse complexo causou diversos impactos ambientais diretos e secundários. As barragens de terra exigiram a extração significativa de quantidades de argila e desmonte de rochas, gerando as áreas de empréstimo. Devido ao fato dessas áreas não terem sido protegidas imediatamente depois da obra, elas sofreram grande processo de erosão (SABESP, 1999).

A ação do intemperismo criou intenso transporte de material sólido, formando voçorocas (grandes erosões), bem como, assoreamento (SABESP, 1999).

Todas as áreas de empréstimo no Sistema Cantareira estão sendo reabilitadas pela SABESP, totalizando 216,7 hectares de sítios degradados que voltarão a ser povoados (SABESP, 1999).

Figura 1 – Localização dos pontos fluviométricos da bacia do Piracicaba, utilizados no estudo do Sistema Cantareira.



Fonte: CENA – USP – Fonte: Projeto PIRACENA, 2002.

Reservatórios, segundo CHAPMAN (1996), são corpos d'água formados ou modificados por atividade humana para propósitos específicos, em condições de abastecer uma fonte confiável e controlável.

Vale a ressalva de CHAPMAN (1996) que, muitas vezes há conflitos no que diz respeito à nomenclatura de corpos d'água artificiais. O termo "represa" é aplicado tanto para a estrutura física que retém a água, como para a água retida. Este trabalho está em concordância com o citado autor, o termo represa é usado somente para descrever a estrutura física, e o termo reservatório para denotar corpos d'água artificiais.

Os reservatórios podem ser formados visando usos simples ou múltiplos como navegação, controle de enchentes, geração de energia elétrica, agricultura e pecuária, abastecimento de água, abatimento da poluição, recreação etc...(HESPANHOL, 1978). O Reservatório Paiva Castro foi gerado para armazenar águas captadas com a finalidade específica de garantir o abastecimento de água potável à Região Metropolitana de São Paulo, podendo até expandir seus usos (AB'SÁBER, 1978).

Apesar de estar tão próximo a regiões densamente povoadas, possui uma grande proteção de área florestal, a Serra e Parque Estadual da Cantareira, mas, como cita AB'SÁBER (1978), é uma proteção ilusória, pois, a maior parte das águas captadas para o médio vale do Juqueri provém de regiões totalmente desprotegidas, como o sul de Minas, e, atualmente não há estudos sobre os impactos causados pelas cidades mineiras.

Sendo o último reservatório do sistema, o Reservatório Paiva Castro sofreu impacto cumulativo dos efeitos nas suas bacias hidrográficas e nos outros reservatórios, da deterioração da qualidade da água a montante nas represas Jaguari, Jacareí, Cachoeira e Atibainha (TUNDISI, 1999).

"... a vocação do uso das terras ribeirinhas à represa foi aí descoberta antes que qualquer planejamento disciplinado fosse intentado. A região está muito bem para as finalidades a que se destina, ainda que um grande espaço de terras esteja nas mãos de poucos proprietários" (AB'SÁBER, 1978).

A fisiologia do Reservatório Paiva Castro representa uma transição entre características da Mata Atlântica e da Serra da Mantiqueira, comportando um alto potencial de diversidade biológica (SÃO PAULO – ESTADO – 1999).

Há uma situação que merece atenção, a extensão da porção superior da bacia do rio 'Juqueri está além do limite do Município de Mairiporã com o de Nazaré Paulista, o que a coloca fora, tanto da Grande São Paulo, como da área objeto da legislação de proteção aos mananciais metropolitanos, vigente esta até que se promulguem as normas específicas de proteção daquela bacia (EMPLASA, 1999).

O Reservatório Paiva Castro, em Mairiporã, constitui hoje grande atrativo para atividades de recreação e lazer trazendo assim um significativo adensamento da ocupação da bacia. Com a ampliação da Rodovia Fernão Dias (BR381) que cruza o território da bacia em direção aproximadamente N/S, de fora a fora, por uma extensão de 12 km, extensão esta totalmente no território de Mairiporã (EMPLASA, 1999), junta-se ao surgimento do Rodoanel, está aberta a uma expansão de sua ocupação, comprometendo a qualidade de suas águas (TUNDISI, 1999).

Quanto ao Rodoanel Mário Covas ou Via Perimetral Urbana, extensão total de 170 km, que circunda o núcleo central da Região Metropolitana de São Paulo, interligando as dez principais rodovias, é um empreendimento que tem como principal objetivo tornar o trânsito ágil, deixando a cidade livre para transportes coletivo e individual, com isso melhorando a qualidade de vida da Grande São Paulo (DERSA, 2002).

A construção de reservatórios traz o progresso, na medida em que produz abastecimento de água potável, irrigação e outros, traz também, alterações de caráter hidrológico, com repercussões climáticas e ecológicas, afetando a flora e a fauna aquáticas e terrestres.

O crescimento populacional e industrial da região, leva à geração de maiores volumes de esgotos domésticos e resíduos com altas cargas de nutrientes orgânicos e minerais (BRANCO e ROCHA, 1977), acarretando problemas como a eutrofização dos corpos d'água, decorrente do excesso de nutrientes provocando a proliferação desenfreada de algas e plantas aquáticas, que passam a consumir todo oxigênio disponível na água, matando peixes e outros organismos aquáticos; promovendo ainda o aumento de doenças de veiculação hídrica.

1.2.1 Características do Reservatório Paiva Castro

1.2.1.1 Os Caminhos das Águas:

Do Reservatório Jaguari, próximo à Bragança Paulista, segue o fluxo para o Reservatório Jacareí, em Nazaré Paulista, através do canal de ligação. Continua para o Reservatório Cachoeira, próximo a Piracaia, pelo túnel 7; através do túnel 6 para o Reservatório Atibainha, nas adjacências de Nazaré Paulista, seguindo pelo túnel 5 até o canal retificado do Rio Juqueri, chegando ao Reservatório Paiva Castro ou Juqueri, onde, através do túnel 3 chega à Estação Elevatória de Santa Inês, pelo conduto de recalque até o túnel 4 chegando ao Reservatório de Águas Claras, que passando através do túnel 2 chega à ETA do Guaraú, de onde é distribuída, esta é uma parte do caminho da maior parte da água que abastece a Grande São Paulo.

1.2.1.2 Algumas características da Bacia Paiva Castro ou Juqueri:

Os dados aqui citados são retirados das fontes citadas na Referência Bibliográfica da SABESP e EMLASA de 1999.

Três municípios têm seus territórios pertencentes à Bacia Contribuinte para o Reservatório Paiva Castro e Canal do Juqueri:

- Município de Caieiras 1.863,86 há 6,56% na participação no total da Bacia;

- Município de Franco da Rocha 664,20 há 2,34 % na participação no total da Bacia; e

- Município de Mairiporã 25.848,58 há com 91,09 % de participação no total da Bacia.

A área corresponde à gestão do Sub-Comitê Juqueri/Cantareira, do Comitê de Gestão do Alto Tietê pertencente à UGRHI 6 (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos), e também ao Comitê Piracicaba/Capivari/Jundiaí (UGRHI 5), que, embora não abrangendo qualquer área da bacia Paiva Castro/Canal do Juqueri, deverá fazer parte das articulações de propostas do Plano de Gestão.

Tabela 2 – Pontos Fluviométricos da Bacia do Juqueri segundo a SABESP (1989).

Rio	Nome	Entidade Responsável e código	Início Operação
Juqueri	Barragem Juqueri	SABESP 62350100	OUT/68
Juqueri	Franco da Rocha	DAEE 62358001	JUN/62
Juqueri	Caieiras	SABESP 62360100	OUT/68

1.3 A problemática Relação: Água – Região Metropolitana de São Paulo.

Para elaborar esta seção foram pesquisados: Lei Estadual nº9866/97– Uma Nova Política de Mananciais – Secretaria do Meio Ambiente (SMA), Relatório Final de 1996 da Comissão Especial para a Revisão da Lei de Proteção aos mananciais¹ e outras fontes citadas no decorrer do texto.

Sempre que é falado sobre a preservação da qualidade de vida, não se pode mais deixar de citar a questão ambiental, cada vez mais presente no cotidiano da população, principalmente nas grandes cidades, como é São Paulo.

Devido ao acelerado crescimento e do agravamento progressivo das condições sanitárias, foi se tornando necessária uma legislação predominando a correção, destacando-se as leis e decretos promulgados a partir do início dos anos 50.

Com a intensificação dos problemas e a necessidade de adoções para um planejamento urbano-territorial, foi elaborado o Plano Metropolitano de Desenvolvimento Integrado – PMDI – pelo GEGRAN (grupo executivo ligado à Secretaria de Economia e Planejamento do Governo do Estado) em 1971. Porém suas metas para um desenvolvimento integrado (saneamento básico, habitação, industrialização e transporte) não foram adequadamente cumpridas.

Então, com o objetivo de orientar a ocupação das bacias hidrográficas dos mananciais de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, foram promulgadas as Leis 898, de 18 /12/75 e 1172 de 1/11/76, já citadas neste trabalho, delimitando áreas de proteção aos mananciais e estabelecendo parâmetros de uso e ocupação do solo para estas áreas, com objetivo de evitar o adensamento populacional e a poluição das águas.

¹ Na Biblioteca da CETESB.

Ao disciplinar a ocupação do solo, a legislação criou duas categorias de áreas de proteção – APA's – que segundo a resolução CONAMA nº 010, de 14/12/88 são unidades de conservação, destinadas a proteger a qualidade ambiental e os sistemas naturais ali existentes, objetivando a melhoria da qualidade de vida da população local, bem como dos ecossistemas regionais (ver mapa 4 – Área de Proteção Ambiental – anexo 2) para as quais estabeleceu parâmetros urbanísticos, elencou os usos permitidos e os critérios para a implantação dos sistemas públicos de abastecimento de água, coleta e disposição de resíduos sólidos e de esgotos.

As áreas de *primeira categoria*, ou de maior restrição de uso, são aquelas situadas às margens das represas, dos rios e córregos, as áreas cobertas por matas, as áreas inundáveis próximas às represas e cursos d'água e as áreas de grande declividade.

As áreas de *segunda categoria* correspondem ao restante das sub-bacias, apresentando as seguintes subdivisões: *classe A*; área urbana com densidade superior a 30 hab/ha. Para empreendimentos posteriores às leis, a densidade máxima permitida passou a ser de 50 hab/ha. *Classe B*; Áreas situadas no entorno daquelas consideradas urbanas e as destinadas à expansão urbana. A densidade de ocupação varia entre 25hab/ha e 34hab/ha. *Classe C*; As demais áreas, com densidade entre 6 hab/ha e 24 hab/ha.

Coube ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH), criado em 1987, a elaboração, em 1991, do Plano estadual de Recursos Hídricos e do Sistema estadual de recursos Hídricos, que formam a política estadual de Recursos Hídricos, prevista na Constituição paulista.

Reconhece, então, o recurso hídrico como um bem político, de valor econômico e cuja utilização deve ser cobrada. A Política Estadual de Recursos Hídricos é formada por três grandes instrumentos: o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH) este contendo os Comitês de Bacias Hidrográficas, e o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO).

Em 31/03/92 é definida a Lei nº 7550, a qual atende aos artigos 213 e 215 da Constituição Paulista. Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento e dá outras providências. A Política de Saneamento é implementada através do Sistema Estadual de Saneamento (SES), Plano Estadual de Saneamento (PES) e Fundo Estadual de Saneamento (FESAN).

As Constituições brasileiras anteriores à de 1988 não traziam nada especificamente sobre a proteção ao meio ambiente natural. Desde a de 1946 citavam apenas orientações protecionistas sobre a proteção à saúde e sobre a competência da União para legislar sobre água, florestas, caça e pesca e traziam a possibilidade da elaboração de leis protetoras como Código Florestal e os Códigos de Saúde Pública, de Água e de Pesca (SILVA, 1995).

A Constituição de 1988 foi a primeira a tratar da questão ambiental, dizem os juristas que é uma Constituição eminentemente ambientalista. Ela dedica um importante capítulo ao meio ambiente, que é o Cap. VI do Tít. VIII sobre a Ordem Social. Há ainda outras citações expressas ao meio ambiente ou a recursos ambientais, como:

“Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações....” (OLIVEIRA, 1994).

A Constituição do Estado de São Paulo não prevê a matéria no título da ordem social, mas no da ordem econômica. Nos arts. 192 a 204 cita que o Estado e os Municípios providenciarão com a participação da coletividade, a preservação, conservação, defesa, recuperação e melhoria do meio ambiente natural, artificial e do trabalho (SILVA, 1995).

Já a Lei Orgânica do Município também cuida da questão, como no Cap. V do Tít. V, dedicado ao desenvolvimento do Município. Disciplina a matéria nos arts. 180 a 190.

Declara que o Município em cooperação com o Estado e a União promoverá a preservação, conservação, defesa, recuperação e melhoria do meio ambiente. Impedirá qualquer atividade que implique em degradação ambiental. Cooperará com o Estado e a União na fiscalização da manipulação do material radioativo. Protege também, os Parques Municipais (SILVA, 1995).

O processo de ocupação nas Bacias da Represa Billings e Guarapiranga já estava acontecendo de maneira intensiva antes da Lei de Proteção aos Mananciais; com a promulgação da Lei nº 898/75, não houve a esperada mudança no quadro de ocupação, nem o desejado isolamento dos corpos d'água, previsto em lei.

Perante a estes fatos percebeu-se que o tecido urbano ainda estava a se expandir podendo comprometer a qualidade das águas, principalmente devido à remoção da Mata Atlântica no entorno das represas, assoreamento, entrada de material carregado pelo escoamento superficial das águas da chuva, resíduos sólidos e principalmente esgotos domésticos não tratados.

Verificou-se a necessidade de aperfeiçoamento e revisão das normas; o governador do Estado de São Paulo, na época, através de Decreto nº 40225 de 27/07/95, criou uma Comissão Especial, sob coordenação da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, objetivando a orientar, acompanhar e controlar os trabalhos relativos à revisão dessa legislação.

Após dois anos de estudos e discussões públicas, a lei que dispões sobre a Nova Política de Proteção aos Mananciais foi aprovada pela Assembléia Legislativa, a Lei nº 9866/97 (Decreto Estadual nº 43022 de 7/4/98).

Alguns dos elementos contidos nessa nova legislação são:

1. A vinculação ao Sistema Estadual de Recursos Hídricos que adota as bacias hidrográficas como Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI, estabelecendo um sistema de gestão descentralizado (Comitês de Bacias) e participativo (Estado, Município e sociedade civil), reforçando assim os princípios já estabelecidos pela Lei Estadual nº 7663/91 e pela Lei Federal nº 9433/97.

2. A adoção da Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento e gestão. O manejo integrado dos recursos hídricos inclusive a integração dos aspectos relacionados à terra e à água, deve ser feito no âmbito de bacia ou sub-bacia de captação (Agenda 21, cap.18.9).

3. Áreas de proteção e Recuperação dos Mananciais – APRMs – A lei considera uma ou mais sub-bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional como unidades de planejamento e gestão. Estas unidades, chamadas de APRM – Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais, estão inseridas nas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI, previstas pelo Sistema Integrado de Gerenciamento de recursos Hídricos – SIGRH.

4. Área de Intervenção – Não pretende a criação de um zoneamento rígido, mas sim, a criação de Áreas de Intervenção, que orientem a implementação de políticas públicas. Delimitadas as APRMs, as leis específicas deverão criar estas áreas e determinar as diretrizes de uso e ocupação para cada uma delas.

5. Instrumentos de Planejamento e Gestão nas APRMs que são: a- áreas de intervenção nas quais serão aplicados os dispositivos normativos; b- Leis Específicas para cada APRM; c- PDPA- Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental; d- Suporte Financeiro para garantir meios de implementação das políticas e ações necessárias à proteção dos mananciais; e- Controle e Monitoramento da Qualidade Ambiental; f- Sistema gerencial e Informações; g- Gradação das penalidades à Lei geral e às Leis Específicas para cada APRM e h- Normatização sobre implementação de infra-estrutura sanitária ; e

6. O sistema de Gestão das APRMs se dará através do Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SIGRH, garantida a articulação com os Sistemas de Meio Ambiente (CONSEMA) e Sistema de Desenvolvimento Regional (CDR).

É imprescindível a preservação e a recuperação dos mananciais do estado de São Paulo essenciais ao abastecimento público. Através dos novos instrumentos legais.

2. JUSTIFICATIVA

A região em estudo apresenta um grande potencial hídrico sendo considerada um berço de nascentes; fonte de abastecimento para a grande São Paulo, Campinas e a própria região.

Os vários corpos d'água, rios, córregos, riachos, lagos, represas e nascentes – desempenham um papel importante no abastecimento urbano/industrial e também na irrigação; contando ainda com o desenvolvimento do turismo e o equilíbrio ecológico.

O crescimento econômico da região está interferindo na qualidade das águas, devido aos lançamentos urbanos/industriais – da parcela mineira da bacia que drena para o Estado de São Paulo. Já estão sendo observados os efeitos provocados pelas cidades mineiras. Alguns desses impactos deletérios já estão à vista nos corpos d'água. A proliferação de algas nos períodos de estiagem, devido ao lançamento de esgotos domésticos sem qualquer tipo de tratamento, com possível mortandade de peixes no período chuvoso, decorrente do revolvimento de lodos de fundo (SÃO PAULO – ESTADO, 1999).

Não há informações completas sobre a dimensão dos impactos e fenômenos que ocorrem sazonalmente na estiagem e no período chuvoso, nem sobre a contaminação por substâncias tóxicas, ou mesmo sobre o impacto dos depósitos irregulares dos resíduos domésticos; também não há dados sobre a carga poluidora vinda de Minas Gerais (SÃO PAULO – ESTADO, 1999).

Uma observação relevante é que em 9 de junho de 1994, a UNESCO declarou a RESERVA DA BIOSFERA DO CINTURÃO VERDE DA CIDADE DE SÃO PAULO, parte integrante da biosfera da Mata Atlântica, que inclui o Parque da Cantareira.

3. OBJETIVOS

- Através do banco de dados fornecido pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico de São Paulo), juntamente com o resultado de um estudo feito com alguns parâmetros físico-químicos nos tributários do Rio Juqueri pela SABESP, complementado com dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), EMPLASA (Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo) SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados) e CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo), verificar o comportamento de alguns parâmetros tendo em vista a qualidade da água do Reservatório Paiva Castro do Sistema Cantareira em Mairiporã no período de 1987 à 1997.

- Relacionar o resultado do tratamento estatístico de alguns parâmetros, nos pontos de amostragem, com os dados sobre o crescimento populacional, uso e ocupação do solo e saneamento básico, sinalizando possível fonte poluidora.

- Verificar a associação entre a tendência de eutrofização e o aporte de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, no reservatório Paiva Castro.

- Obter uma visão global do comportamento dos parâmetros nos pontos, quando possível, sazonalmente.

4. EUTROFIZAÇÃO

4.1 Conceito

O termo eutrofização (eutrophein), derivado do grego eu, significando bom e trophein, nutrir. Então, eutrófico: bem nutrido.

Piscicultores alemães, adicionando carbonato de cálcio CaCO_3 nos tanques de piscicultura construídos em solos ácidos observaram que provocava tanto a elevação de pH, quanto o aumento na produtividade do sistema. O termo eutrofia era usado então, para denotar aumento de fertilidade nos ecossistemas aquáticos continentais (ESTEVEES, 1988).

Os próprios alemães fizeram uso do termo “Eutrophierung” e os ingleses “Eutrophication”, ambos significando eutrofia, que raramente é usado (ESTEVEES, 1988).

Introduzidos por weber, em 1907 os termos Eutrófico, Mesotrófico e Oligotrófico (do alemão Nährstoffreichere, Mittehreiche e Nährstoffarme) significando respectivamente: bem nutrido ou rico em nutrientes, semi-nutrido e mal nutrido ou pobre em nutrientes referindo-se aos solos pantanosos da Alemanha (AMARAL E SILVA,1972; ROCHA E BRANCO,1986), e foi logo estendido a lagos por NAUMANN (1919).

AZEVEDO NETTO (1988) enfatiza a eutrofização como sendo um processo de tornar bem alimentado (com excesso de nutrientes básicos), e que o termo se aplica à fertilização excessiva, permanente e contínua de um corpo d'água, podendo ter como resultado o desenvolvimento indesejado de algas e macrófitas. Ocorrendo com maior gravidade no caso de lagos, reservatórios e lagos naturais, embora com grande freqüência em ambiente marinho, estuários e também em cursos d'água, particularmente nos de baixa velocidade.

Os ecossistemas aquáticos, geralmente, podem demonstrar sinais e sintomas de fadiga biológica sofrendo alterações em sua capacidade de se adaptar e autodepurar, podendo chegar a um ponto no qual não mais retorna ao estado de equilíbrio natural (homeostase), em decorrência, há o aumento na frequência de florações de algas, excessivo crescimento de macrófitas nas margens dos corpos d'água e diminuição do oxigênio, provocado pelo enriquecimento das águas com muita matéria orgânica e nutrientes (compostos de nitrogênio e fósforo), esse é o processo da eutrofização (HUTCHINSON,1973; BRANCO, 1986; ESTEVES E BARBOSA, 1986).

SPERLING (1996) considera que, em termos práticos, a água está depurada quando as suas características não estão mais em conflito com a sua utilização prevista; pois considera que não há depuração absoluta, sendo que o ecossistema atinge novamente o equilíbrio, mas em condições diferentes das anteriores; houve a adição de produtos e subprodutos da decomposição; a comunidade aquática, mesmo que esteja em novo equilíbrio, está de uma forma diferente das anteriores.

ESTEVES (1988) considera eutrofização nos sistemas aquáticos, quando há o aumento da concentração de nutrientes, especificamente fósforo e nitrogênio, trazendo como consequência o aumento da produtividade desse sistema.

A produtividade de uma massa d'água qualquer é definida por BRANCO (1986), como a capacidade de alimentar organismos, ou seja, a riqueza de nutrientes que possibilitam a vida e a reprodução de organismos aquáticos.

Eutrofização normal ou simplesmente eutrofização, pode ser entendida como a ação decorrente do desequilíbrio do meio aquático pela chegada de nutrientes no mesmo, vindos da bacia de drenagem a que pertencem, sendo que a eutrofização chamada de acelerada, artificial ou antrópica num ecossistema aquático, é aquela causada pela atividade humana, quando no meio aquático há o lançamento de esgotos sanitários ou industriais, ou ainda, atividades agrícolas. (VIEIRA e MORAES, 1976).

A eutrofização artificial é um processo dinâmico, onde ocorrem profundas modificações qualitativas e quantitativas nas comunidades aquáticas, é responsável pelo “envelhecimento precoce” de ecossistemas lacustres (ESTEVES, 1988).

O nível de eutrofização está usualmente associado ao uso e ocupação do solo predominante na bacia hidrográfica (SPERLING, 1996).

A erosão do solo e a perda de nutrientes de uma floresta perturbada, ou mesmo um cultivo inadequado, empobrecem estes ecossistemas, provocando impactos ao longo do corpo d'água. Assim sendo, e, em se tratando de interesses humanos, a bacia hidrográfica num todo, deve ser considerada a unidade mínima do ecossistema, não somente a massa de água, mas também, certo trecho de vegetação (ODUM, 1988).

Para que o estágio de eutrofização de um corpo d'água possa ser caracterizado, e, possibilitar a adoção de medidas preventivas, ou mesmo corretivas, é interessante ter como parâmetro um sistema de classificação. É usual as seguintes classificações para os níveis de trofia: oligotrófico, corpos d'água claros e com baixa produtividade; mesotróficos aqueles corpos d'água com produtividade intermediária e eutróficos já estando com elevada produtividade, quando comparada ao nível natural (SPERLING, 1996).

Se a introdução de nutrientes permanecer dentro dos limites da capacidade biológica da água, seu efeito fertilizante será benéfico. Se estiver acima, a eutrofização torna-se um processo de poluição (TOMMASI, 1979, apud PEREIRA, 1985).

ESTEVES e BARBOSA (1986), lembram que a eutrofização artificial geralmente está relacionada com alguma forma de poluição, mas, não devem ser confundidas, pois, a poluição tem efeitos negativos imediatos, enquanto que os efeitos da eutrofização artificial podem ser sinalizados somente após vários anos.

A poluição é seletiva para as espécies, há uma redução na diversidade destas, pois, somente aquelas bem adaptadas às novas condições ambientais sobrevivem, até proliferam, provocando assim, um alto número de indivíduos nessas poucas espécies (SPERLING, 1996).

Embora sendo um fenômeno que esteve sempre presente na sociedade humana, somente foi notado há cerca de cem anos. No Brasil, as primeiras notícias registradas dizem respeito ao lago Paranoá (Brasília) e à lagoa Rodrigo de Freitas (Rio de Janeiro). Em seu trabalho sobre o rio Tietê, Saturnino de Brito apenas citou a fertilização das águas, sem mencionar o fenômeno da eutrofização (AZEVEDO NETTO, 1988).

Segundo TUNDISI (1999), a eutrofização, a contaminação com substâncias tóxicas e resíduos diversos serão os grandes problemas para a saúde humana no século XXI.

4.2 Nitrogênio

Nitrogênio, presente em todos os seres vivos, participa da formação das proteínas, um dos componentes básicos da biomassa. As principais fontes naturais de nitrogênio são: a chuva, material orgânico e inorgânico de origem alóctone e a fixação de nitrogênio molecular dentro do próprio corpo d'água (ESTEVES, 1988).

O nitrogênio elementar não pode ser metabolizado pela maioria dos seres vivos. O nitrogênio somente se torna biologicamente ativo quando é fixado, ou seja, incorporado a certas moléculas, principalmente amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-), assim fixado, segue por toda a cadeia alimentar. Então absorvido pelas plantas, em seguida pelos animais herbívoros, e então pelos seus parasitas e predadores.

Os organismos procariontes (bactérias e algas cianofíceas), possuem a capacidade de transformar o nitrogênio molecular em nitrogênio protéico, isto é, são capazes de fixá-lo (ESTEVES, 1988).

A química do nitrogênio é complexa devido aos muitos estados de oxidação que assume e, às conseqüências que estas mudanças podem trazer para a vida dos organismos (SAWYER et al, 1994).

Do ponto de vista da química inorgânica, o nitrogênio pode se apresentar em sete estados de oxidação: NH_3 (-3); N_2 (0); N_2O (+1); NO (+2); N_2O_3 (+3); NO_2 (+4); N_2O_5 (+5) (SAYWER et al, 1994). Nos sistemas aquáticos, está presente sob várias formas, como Nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), amônia (NH_3), íon amônio (NH_4^+), óxido nitroso (N_2O), nitrogênio molecular (N_2), nitrogênio orgânico dissolvido (peptídeos, purinas, aminas, aminoácidos, etc), nitrogênio orgânico particulado (bactérias, fitoplâncton, zooplâncton e detritos), etc (ESTEVEES, 1988).

Dentre estas diferentes formas, o nitrato e o íon amônio são de grande importância para os sistemas aquáticos, na medida em que representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários. Além das formas inorgânicas, os produtores primários podem assimilar formas orgânicas como: uréia, aminoácidos, peptídeos, etc. Estes, e outros compostos (muitos ainda não identificados quimicamente), formam um grupo de compostos denominado de nitrogênio orgânico dissolvido, sendo que as principais fontes são: a lise celular, decomposição e excreção pelo fitoplâncton e macrófitas aquáticas (ESTEVEES, 1988).

O nitrogênio nas águas pode estar na forma de nitratos e nitritos, são as formas oxidadas, ou nitrogênio orgânico e amoniacal, as chamadas formas reduzidas. Associa-se a idade da poluição com as formas de nitrogênio. Quando prevalecer as formas oxidadas, considera-se que as descargas de esgotos se encontram distantes, caso prevaleçam às formas reduzidas entende-se que o foco da poluição se encontra próximo (PIVELI, 1998).

Somente quando a concentração das formas inorgânica de nitrogênio atinge valores muito baixos ou é esgotada, as formas orgânicas são aproveitadas (ESTEVEES, 1988).

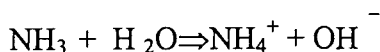
O nitrogênio é capaz de transformar-se rapidamente e formar compostos bastantes solúveis e facilmente conduzidos (AZEVEDO NETTO, 1988). No ciclo biogeoquímico do nitrogênio os microorganismos tomam parte em quatro processos básicos: amonificação, nitrificação, desnitrificação e nitrato-amonificação:

- Amonificação

A amonificação é a formação da amônia (NH_3) durante o processo de decomposição da matéria orgânica, dissolvida e particulada. A amônia formada é resultante da decomposição aeróbia e também da anaeróbia da parte nitrogenada da matéria orgânica por organismos heterotróficos. ESTEVES (1988) mostra a liberação da amônia, a partir da uréia, podendo ser assim representada, como exemplo:



No meio aquático, com valores de pH ácido e neutro a amônia é instável, sendo convertida a íon amônio:



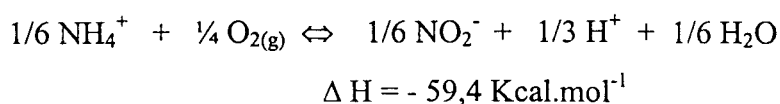
- Nitrificação

Devido a decomposição aeróbia e anaeróbia da matéria orgânica, ocorre a formação de compostos nitrogenados reduzidos como a amônia. A nitrificação é um processo que se caracteriza pela utilização de compostos inorgânicos reduzidos, por exemplo, amônio, como doadores de hidrogênio e por meio da oxidação destes, os microorganismos obtêm os equivalentes de redução para processar a síntese (ESTEVES, 1988).

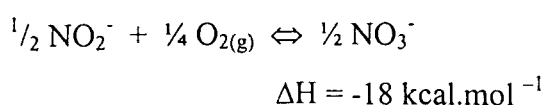
O processo de nitrificação ocorre apenas em meio aeróbio, tendo em vista que não existem bactérias anaeróbias nitrificadoras (PIVELI, 1998); sendo então, aeróbio, só ocorre em regiões onde há oxigênio disponível, como na coluna d'água e na superfície do sedimento.

Na transformação de íon amônio para nitrato (nitrificação) participam dois gêneros de bactérias:

Nitrosomonas - oxidam amônio a nitrito:



Nitrobacter – oxidam o nitrito a nitrato:



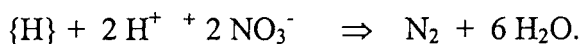
- Desnitrificação

A desnitrificação ocorre em condições anaeróbias. Nos ecossistemas aquáticos, é preferencial nos sedimentos, pois há baixas condições de oxigenação, e também disponibilidade de grande quantidade de substrato orgânico (ESTEVES, 1988).

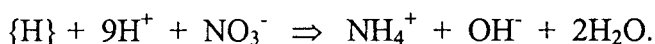
Em condições anaeróbias, algumas bactérias são capazes de utilizar nitrato como aceptor de hidrogênio; neste caso utilizam nitrato como transportador de oxigênio, reduzindo-o a nitrogênio molecular ou a amônia.

Há bactérias que ao invés de oxigênio, utilizam o nitrato como aceptor de elétrons na cadeia respiratória, situação conhecida como respiração do nitrato (SCHLEGEL, 1976, apud ESTEVES, 1988); então esta respiração apresenta duas etapas:

1- Desnitrificação - redução do nitrato a nitrogênio molécula:



2- Amonificação do nitrato - redução do nitrato a amônio:



Alguns efeitos da poluição por nitrogênio podem até ser mais sutis que as eflorescências de algas, mas ainda mais perigosos. Haja vista a acidificação dos solos podendo reduzir a produtividade destes; a chuva ácida devido aos óxidos de nitrogênio produzidos pela queima de combustíveis fósseis. Fertilizantes em excesso podem trazer o mesmo efeito das chuvas ácidas.

4.3 O Fósforo

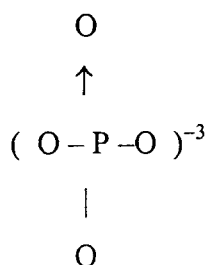
Os compostos de fósforo entram na composição dos corpos d'água naturais, geralmente, em quantidades muito pequenas.

Como cita BRANCO (1978), é um importante elemento da substância viva, em especial das núcleo-proteínas (funções reprodutivas da célula); armazenamento de energia (molécula de ATP), estando ainda ligado ao metabolismo respiratório e fotossintético; sendo assim, é um dos mais importantes fatores limitantes à vida dos organismos aquáticos.

Como em todos os ciclos biogeoquímicos, também no do fósforo as bactérias têm papel importantíssimo na medida em que são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica. Neste processo ocorre a liberação de fosfato para o meio sob a forma inorgânica (ESTEVES, 1988).

O fósforo elementar não ocorre livre na natureza, sempre na forma de fosfato, solúvel ou insolúvel, tanto na água como no solo. Toda forma de fósforo presente nas águas naturais quer na forma iônica, ou na forma complexada encontra-se sobre a forma de fosfato.

Os fosfatos são compostos de fósforo onde cada átomo de fósforo está rodeado por quatro átomos de oxigênio, colocados no vértice de um tetraedro, sendo que os átomos de oxigênio formam que uma ponte entre as estruturas tetraédricas podendo formar cadeias, ou até polímeros. Os ortofosfatos obtidos através de interligações são chamados de fosfatos condensados; os polifosfatos referem-se às cadeias de ortofosfatos e os anéis são chamados de meta-fosfatos (PEREIRA, 1985).



Grupo ortofosfato, representado pelos radicais inorgânicos: PO_4^{-3} , HPO_4^{-2} , H_2PO_4^- e H_3PO_4 , que são as fórmulas solúveis. Os ortofosfatos constituem o fósforo útil ou disponível para a assimilação do fitoplâncton.

O fosfato presente em ecossistemas aquáticos continentais tem origem de fontes naturais e artificiais. Dentre as naturais, as rochas da bacia de drenagem constituem a fonte de fosfato. O fosfato liberado da rocha é carregado pelas águas de escoamento superficial.

Outros fatores naturais que permitem o aporte de fosfato são: material particulado presente na atmosfera e o fosfato resultante da decomposição de organismos de origem alóctone (ESTEVES, 1988).

Dentre as fontes artificiais mais importantes estão os esgotos domésticos e industriais, fertilizantes agrícolas e material particulado contido na atmosfera. Segundo PIVELI (1998), o excesso de fósforo em esgotos sanitários e efluentes industriais, conduz a processos de eutrofização das águas.

A quantidade de fosfato reciclado no ambiente depende das condições físicas e químicas do meio e da taxa de decomposição da matéria orgânica (ESTEVES, 1988).

Os limites de concentração de fosfato para cada estado trófico variam de autor para autor. A EPA dos estados Unidos utiliza os seguintes valores: lagos oligotróficos < 10mg/L; lagos mesotróficos 10-20 mg/L e lagos eutróficos > 20 mg/L de fosfato total. Já a tabela 3 mostra uma outra indicação para nível trófico em relação à concentração de fósforo total.

Tabela 3 - Relação do nível trófico de lagos e reservatórios com a concentração de fósforo total (PIVELI, 1998).

Nível Trófico	Fósforo total mg/L
Oligotrófico	< 0,010
Mesotrófico	0,010 – 0,035
Eutrófico	0,035 – 0,100
Hipereutrófico	>0,100

ESTEVES (1988) corrobora com a tendência de se aceitar a tese segundo a qual o local de maior absorção de fosfato varia de espécie para espécie e é também, dependente da concentração deste íon no sedimento e na água.

Então, dependendo da magnitude da concentração de fosfato na água e no sedimento, as folhas ou raízes de uma espécie podem ou não ser o local de maior absorção de fosfato.

O ciclo do fósforo no sedimento é diretamente influenciado pela concentração de oxigênio da água de contato (água sobre o sedimento). Assim, em hipolímnio aeróbio o fosfato é precipitado, enquanto em hipolímnio anaeróbio é liberado para a coluna d'água (ESTEVES, 1988).

4.4 Fator Limitante

Em 1840, Justus Liebig foi um pioneiro no estudo do efeito de vários fatores sobre o crescimento de plantas, observou que a produtividade muitas vezes estava limitada não pelos nutrientes necessários em grandes quantidades, mas sim pelos que eram escassos; diz-se que qualquer condição que se aproxime de ou exceda os limites de tolerância é uma condição limitante ou um fator limitante (ODUM, 1988).

Em comparação com a abundância natural dos outros importantes componentes da matéria viva como carbono, hidrogênio, nitrogênio e enxofre; o fósforo é o mais escasso e normalmente atua como fator limitante da produtividade biológica (WETZEL, 1981).

Os sais nutrientes em menor quantidade nas águas são os de nitrogênio e de fósforo, pois, as algas têm necessidades fisiológicas por esses sais. Logo, são considerados os “fatores limitantes” para a proliferação das algas. Sendo o fosfato o de mais difícil remoção, pois, não dissolve (AZEVEDO NETTO, 1988).

O carbono, na forma de gás carbônico, ultimamente tem sido estudado por sua influência na eutrofização, tem sua grande participação no processo da fotossíntese, mas não tem sido considerado fator limitante devido a sua abundância, principalmente no meio aquático (BRANCO, 1986).

4.5 Causas da Eutrofização

O fenômeno da eutrofização quando ocorre devido a causas naturais é lento e pode se propagar por séculos. Já a eutrofização cultural, acelerada ou antrópica, decorrente das atividades humanas é intensa e rápida. A contribuição de nutrientes devido às chamadas fontes pontuais, as provenientes de atividades humanas, são passíveis de controle, motivo pelo qual são mais consideradas em termos de medidas de ações de controle do fenômeno de eutrofização (TOLEDO et al, 1983).

As causas da eutrofização podem então, estar associadas a vários fatores ou fontes imediatas de nutrientes como esgotos domésticos; despejos industriais; drenagem urbana; escoamento de áreas agrícolas; contribuições atmosféricas; decomposição de rochas e sedimentos e outros (ROCHA e BRANCO, 1986). Logo, segundo ROCHA e BRANCO (1986), o balanço de nutrientes é essencial para o controle da eutrofização.

O maior fator de deterioração está associado aos esgotos vindos das atividades urbanas. Os esgotos contêm nitrogênio e fósforo, presentes nas fezes e urina, nos restos de alimentos, nos detergentes e outros subprodutos das atividades humanas. Segundo SPERLING (1996) a contribuição de nitrogênio e fósforo através dos esgotos é bem superior à contribuição originada pela drenagem urbana.

A implantação de loteamentos implica em movimentos de terra para as construções. A urbanização reduz a capacidade de infiltração das águas no terreno.

Muitos outros fatores relativos à qualidade da água, a aspectos ecológicos, a morfologia dos corpos d'água, velocidade de escoamento, ao tempo de residência, a condições climáticas, assim como a profundidade dos lagos além da presença excessiva de nutrientes, estão relacionados à eutrofização (AZEVEDO NETTO, 1988).

De acordo com VOLLENWEIDER (1981), a eutrofização acelerada é causada por três características que se interrelacionam e estão ligadas às mudanças demográficas do mundo como o rápido aumento da população seguido de urbanização, com aumento de esgotos domésticos lançados nos corpos d'água.

4.6 Conseqüências da Eutrofização

Reservatórios, assim como os lagos naturais, são afetados pelo processo de eutrofização. Alguns reservatórios passam por processos de envelhecimento de tal maneira que são transformados em lagos, depois em terras alagadas e finalmente se transformam em biomas terrestres (CHAPMAN, 1996).

A eutrofização pode ser considerada benéfica quando controlada, podendo aumentar a produtividade dos lagos. Em excesso, torna-se prejudicial, quebrando o equilíbrio natural das cadeias tróficas, trazendo grandes alterações nos ciclos químicos dos lagos (TOLEDO et al, 1983)

O aumento na concentração de fosfato tem efeitos diretos sobre a densidade de organismos fitoplancônicos e, conseqüentemente sobre a produção primária do sistema. O aumento da concentração de fosfato implica também em mudanças qualitativas na comunidade do fitoplâncton. A eutrofização artificial então, leva inicialmente a um aumento do número de espécies e do número de indivíduos. Só que esse surgimento de espécies ocorre, em detrimento do desaparecimento de outras (ESTEVES, 1988).

O excesso de algas pode prejudicar o manancial como fonte de abastecimento, afetar o uso como local de recreação, desequilibrando o ambiente.

Como conseqüência do processo de eutrofização, surgem odores indesejáveis ao meio aquático; há mudança de cor das águas devido à decomposição de microorganismos. As algas, quando morrem, desprendem substâncias que dão gosto e odor às águas (VIEIRA e MORAES, 1976).

O fenômeno atinge mais diretamente o abastecimento público e industrial, o paisagismo, o turismo, a fauna íctia, a navegação, além de poder provocar intoxicação em animais, quando a alga é tóxica (AZEVEDO NETTO, 1988).

A eutrofização artificial é um processo que pode tornar um corpo d'água inaproveitável para o abastecimento e outros fins a que se destina. Quando os nutrientes provêm de efluentes tratados a deterioração ocorre lentamente.

Quando as fontes de nutrientes são esgotos domésticos e industriais não tratados, o processo de deterioração do ecossistema é mais rápido, pois, esses efluentes são ricos em matéria orgânica, e esta, logo começa a ser decomposta, provocando altos déficits de oxigênio, especialmente no hipolímnio (ESTEVES, 1988).

Ainda segundo ESTEVES, 1988, outra consequência da entrada de esgotos ricos em matéria orgânica é a redução da profundidade média do corpo d'água, em consequência do acúmulo do material não decomposto no sedimento, pela taxa de sedimentação de detritos, trazendo o aumento de bactérias patogênicas e da concentração de gases tóxicos e fétidos, como gás sulfídrico (H_2S) e metano (CH_4).

O estágio final do processo de eutrofização artificial é praticamente irreversível e, somente empregando-se muita energia e alto capital, poderá ser evitado que o ecossistema se torne inútil para o homem (ESTEVES, 1988).

AZEVEDO NETTO (1988), lembra que a eutrofização contribuindo para a multiplicação de algas, pode reduzir a sobrevivência de bactérias patogênicas, sendo nesse sentido benéfica.

A importância da eutrofização na rede alimentar não ocorre apenas pelo aumento da biomassa de algas e pelos menores níveis de oxigênio dissolvido. Ela causa, freqüentemente, alterações na composição das espécies de algas e isto transfere um grande impacto sobre as comunidades que se alimentam das mesmas, e estas por sua vez, afetam os níveis tróficos mais elevados, como peixes e/ou bentos (CROWDER et al, 1988 apud GOPHEN, 2001).

Visto que o processo de eutrofização é um processo que tende à poluição, então deve ser combatido (TUNDISI, 1999).

4.7 Eutrofização e as Algas

Dentre os microorganismos, as algas são os mais importantes para a classificação ecológica dos mananciais, devido à presença quase invariável em todas as águas doces, bem como, possuem espécies tolerantes e outras muito sensíveis à presença da poluição.

Lembrando ainda, a participação das algas nos processos de autodepuração do curso d'água, que só é comparável às bactérias (BRANCO, 1977), continua o autor, a simples presença de uma espécie resistente à poluição ou ausência de espécies sensíveis, não é conclusivo para determinação de poluição no manancial; há a necessidade da verificação da existência de espécies tolerantes em número significativo, além das espécies sensíveis.

O aumento das concentrações de fósforo e nitrogênio nos processos de eutrofização é um dos principais fatores para o aumento do número de organismos fotossintetizantes (ROCHA, 1984). Esse mesmo autor mostra que há um desenvolvimento preferencial das algas azuis, cianofíceas, em águas altamente eutrofizadas. Estas algas têm a tendência a flutuarem, acumulando-se na superfície das águas originando o fenômeno “floração das águas”, devido ao acúmulo destas algas na superfície, formando agregados que podem ser vistos a olho nu.

Há formação de um “caldo esverdeado” prejudicial à aparência da represa; um odor de esgoto séptico provocado pela decomposição anaeróbia das algas. Esses fatores impedem também a penetração da luz, dificultando o crescimento da flora ambiente (ROCHA, 1984).

Vários autores perceberam mudanças entre espécies de algas com as alterações nos quocientes N/P; baixos valores de N/P parecem favorecer as algas azuis fixadoras de nitrogênio, as já citadas cianofíceas; os altos valores na relação N/P, quando há o controle da entrada de fósforo pelo tratamento terciário dos esgotos, provoca uma inversão da floração de algas azuis para algas verdes (ROCHA, 1984).

As florações, além dos odores desagradáveis, causam gosto na água e alteram o equilíbrio ecológico do ecossistema aquático. Entretanto, algumas espécies são capazes de produzir toxinas que podem se acumuladas na rede trófica. A maioria dessas toxinas não são retiradas da água através de tratamentos convencionais das redes públicas de abastecimento, por serem altamente solúveis em água.

Essas florações de algas tóxicas produzem efeitos agudos na população como distúrbios hepáticos e gástricos, levando a casos de óbitos, como ocorreu em Caruaru, Pernambuco, em 1996, o caso mais sério verificado até agora com relação aos efeitos das algas tóxicas.

Alerta deve-se ter aos casos crônicos, os mais difíceis de serem diagnosticados e prevenidos.

Mas o caso de Caruaru não é o único. Em 1990, uma floração de cianobactérias *Anabaena* solitária, na represa de Guarapiranga – SP, provocou forte cheiro de inseticida na água que chegava às casas. Registrou-se imediatamente um aumento de casos de dermatites, diarreias e vômitos, especialmente em crianças. O crescimento de algas em reservatórios brasileiros é uma realidade e tem prejudicado os usos múltiplos da água (ZAGATTO, 2002). Algumas cepas de algas, em especial as do grupo cianofíceas ou cianobactérias, produzem toxinas altamente potentes (hepatotoxinas e neurotoxinas) e podem causar gosto e odor, alterando as características organolépticas das águas (Zagatto, 2002), como no caso de Caruaru citado acima.

A Portaria em vigor, atualmente nº1469, do Ministério da Saúde, estabelece como padrões de potabilidade da água: microcistinas – 1mg/L; saxitoxina (STX) – 3 mg/L, e cilindropermopsinas – 15 µg/l (ZAGATTO, 2002). Ainda segundo ZAGATTO (2002), a CETESB, em 1999, num trabalho conjunto com algumas universidades, isolaram cepas da alga *Cylindropermopsis raciborki*, de represas do Estado de São Paulo, identificando também a presença de neurotoxinas do tipo PSP (Paralytic Shellfish Toxins), que constituem um grupo de toxinas classificadas como carbamatos naturais, com efeitos bioacumulativos em mariscos, ostras; essa foi a primeira evidência da presença de neurotoxinas em algas isoladas no Brasil.

As análises em água tratada ou bruta podem ser feitas através de Cromatografia Líquida de Alta Resolução, onde se quantifica a presença de saxitoxinas e microcistinas para hemodiálise, florações de algas etc.

Na lagoa da Barra, no Rio de Janeiro, uma floração de *Synechocystis aquatilis* f. *salina* causou mortandade de peixes.

Num lago da cidade paulista de Araras, proliferações de *Microcystis aeruginosa*, mataram pombos e, num lago do Jardim Zoológico de São Paulo, causaram a morte de patos (LAMPARELLI e CARVALHO, 2002).

Na Lagoa de Saquarema – RJ, atualmente, as algas estão representadas por espécies microscópicas típicas de ambientes eutróficos, como *Microcystis aeruginosa*, uma cianofíceas; na Lagoa de Araruama, também Rio de Janeiro, observa-se em vários pontos, a alga clorófitas, informa o site da internet www.riolagos.com.br. Ocorrência de surto de gastroenterite, em 1988, em Itaparica na Bahia, registrando 2.000 casos de infecção e 80 óbitos.

O Reservatório Paiva Castro já foi alvo da ocorrência de algas, é o que mostra o trabalho de Osmar Rivelino - SABESP, em 1999, trabalho realizado no período de 1985 a 1998; indicou dois períodos de florações de algas do gênero *Nannochloris*, grupo das clorofíceas. Um dos episódios ocorreu entre outubro de 1991 a fevereiro de 1992 e, ou outro de outubro a dezembro de 1998. RIVELINO (1999) atenta para o fato de que é muito dispendioso o tratamento, que a prevenção, isto é, evitar a eutrofização é muito mais viável e menos custoso para a empresa.

4.8 Casos e Controles da Eutrofização

Um controle efetivo da eutrofização em lagos e reservatórios está intimamente ligado ao controle da excessiva entrada de nutrientes e plantas aquáticas nos corpos d'água. Com base no conceito de fator limitante, os exemplos mostram que o cerne da questão é a redução da entrada da carga externa de fósforo.

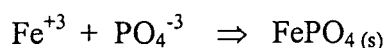
Um dos métodos mais eficientes na eliminação de fosfato e nitrogênio dos efluentes é o seu tratamento em três estágios: mecânico (tratamento primário), biológico (tratamento secundário) e químico (tratamento terciário) (BRANCO, 1971 apud ESTEVES, 1988).

(RAST E RYDING, 1989) citam a eliminação de fósforo pela precipitação química durante o processo de tratamento de esgotos.

Fosfatos são precipitados com o uso de sais de ferro (Fe) ou de alumínio (Al); bem como a redução de fosfatos em detergentes, ou mesmo a substituição desses fosfatos, observando que o substituinte não deverá interferir nos processos de tratamento de esgotos, mesmo no tratamento de água para consumo.

A precipitação química é conseguida com a adição de sais metálicos bivalentes ou trivalentes ao esgoto, que forma um precipitado que pode ser removido do lodo. O metal mais usado é o ferro (Fe) na forma de Sulfato Férrico – $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$, Cloreto Férrico – FeCl_3 , Sulfato Ferroso – FeSO_4 , etc.

A reação pode ser assim representada:



(PIVELI, 1998) cita a precipitação com cal hidratada, onde o fósforo precipita na forma de hidroxí-apatita, $\text{Ca}_5(\text{OH})_4(\text{PO}_4)_2$, um tratamento mais barato, entretanto de rendimento inferior. PIVELI afirma que o caminho mais aconselhável é o de implementar modificações nos processos biológicos.

Controlar o uso do solo, envolvendo a criação de “zonas de proteção”; controlar o carreamento de nutrientes para os corpos d’água; redução de nutrientes nos tributários pelo uso dos chamados “bioreatores”, um tipo de reator biológico, que retêm a água com excesso de nutrientes por um período de tempo antes da sua entrada no reservatório principal, por outro lado aumentam as chances do crescimento de algas nesses tributários. O objetivo é de prevenir o acúmulo de nutrientes no corpo d’água principal (RAST e RYDING, 1989). Os mesmos autores citam também o tratamento físico-químico, também em tributários, usando da floculação e da filtração do fósforo.

(BERNARDI e GIUSSIANI, 2001) deixam claro que o processo de controle biológico-controle na cadeia alimentar – é responsável por grande parte da capacidade de recuperação observada durante a alteração das comunidades no processo de eutrofização de um lago, sobretudo durante processos oligotróficos, que ocorrem como consequência de diversos tipos de tratamentos utilizados para reduzir a carga de nutrientes e, portanto, controlar a produtividade primária de baixo para cima – a biomanipulação – pois, sabe-se que alterações na rede alimentar podem apresentar diferentes formas, umas delas, a eutrofização.

Na década de 80, constatou-se que o Lago Victoria, Leste de África estava passando por eutrofização; foram apontados dois motivos como principais desencadeadores: o efeito de cima para baixo exercido pelo peixe predador exótico Perca do Nilo (*Lates niloticus*), que invadindo o lago, devastou a biodiversidade da fauna nativa; provocou mudanças nas cargas de nutrientes e na dinâmica interna do lago (GOPHEN, 2001).

O principal afluxo de água no Lago Victoria, segundo maior lago do mundo (em área), são as chuvas, assim o aumento das concentrações de nutrientes na atmosfera induzem à eutrofização. Em decorrência, a biomassa e a produtividade do fitoplâncton aumentaram, provocando a substituição de diatomáceas por cianofíceas, efeitos similares provocados pela poluição atmosférica causaram acidificação em lagos da América do norte e da Europa (GOPHEN, 2001).

O Lago Sevan, Armênia é grande, oligotrófico, situado em uma altitude elevada. Durante o período de 1938 a 1978, a água do lago foi desviada, por meio de canais, para irrigar lavouras; durante 40 anos, a retirada de água foi superior à entrada, ocorrendo a redução de 19 m no nível das águas. Foram introduzidas espécies exóticas de peixes. O lago passou por grandes alterações devido à eutrofização; predominância de cianofíceas, aumento da produtividade primária e da biomassa e algas. Este é um exemplo típico de que alterações feitas pelo homem no balanço hídrico podem promover a eutrofização (GOPHEN, 2001).

Outro exemplo, o Lago Cândia, norte da Itália, pequeno lago eutrófico nas proximidades de Turim, importante recurso natural da região; as macrófitas - o termo "macrófitas" significa planta grande; estas cobriam 35% da superfície do lago. As macrófitas submersas, além de controlar a biomassa de algas planctônicas por meio de ações de base para o topo, influenciam as interações no topo da rede alimentar, atuando diretamente sobre o equilíbrio da predação, que regula a população dos peixes piscívoros, dos comedores de zooplâncton e do próprio zooplâncton, esse gerenciamento de plantas aquáticas tinha objetivo de criar condições para que ocorressem mudanças no equilíbrio, para o aumento da densidade e da biomassa do zooplâncton, exemplo de biomanipulação, que pode ser complementar ao controle dos aportes externos de nutrientes para recuperação do lago (GIUSSANI & GALANTI, 2001).

Quanto à biomanipulação, usada durante as últimas décadas, aplicada em lagos temperados europeus e norte-americanos para amenizar ou reverter os sintomas da eutrofização, como a proliferação de algas cianofíceas, ainda não é muito explorada nos trópicos e nos subtropicais (STARLING e LAZZARO, 2001).

No Brasil, o Lago Paranoá, um dos mais estudados no que se refere à eutrofização, possui 3.800 ha de espelho d'água, 14 m de profundidade média e 299 dias de tempo de residência; é um lago artificial urbano, criado em 1959, com objetivo de melhoria do clima e lazer, bem como receber a drenagem urbana e os esgotos de Brasília; a partir de 1987, foram realizados estudos de biomanipulação, devido à favorável manipulação da cadeia alimentar, em decorrência do elevado nível trófico (STARLING e LAZZARO, 2001).

Desde 1993, duas novas estações de tratamento de esgotos, utilizam o processo biológico para a remoção do nitrogênio e do fósforo chamado Phoredox, ainda é aplicado promovendo melhoria na qualidade das águas. O processo prevê três ambientes operacionais: o primeiro é anaeróbio, onde entra o esgoto aflúente (pré-decantado) e a recirculação do lodo dos decantadores secundários, aí as bactérias transportam e estocam o substrato sem a presença de oxigênio. No segundo estágio, em ambiente anóxico, ocorre a desnitrificação, recebendo a recirculação da zona aerada, rica em nitratos para ser convertido em nitrogênio gasoso. Já no terceiro e último estágio, aeróbio, ocorre a nitrificação, onde o nitrato formado será recirculado para a zona anóxica, além da assimilação e estocagem do fósforo pelos microrganismos; este processo atinge remoções de até 90% de nutrientes, modificando o estado trófico do lago (PINTO e CAVALCANTI, 2001).

5. MATERIAL E MÉTODO

Os dados aqui utilizados foram disponibilizados pelo Sr. Darcy Brega Filho, da Coordenadoria de Recursos Hídricos e Proteção Ambiental da SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, em 1999. Consiste num banco de dados referente às coletas em vários pontos ao longo do Reservatório Paiva Castro, no período de 1987 a 1997.

Inicialmente, fez-se um acompanhamento aos pontos de coleta, com os funcionários da SABESP, responsáveis pelos mesmos, em todo o Reservatório Paiva Castro e em alguns outros de represas à montante desta; visita à ETE (Estação de Tratamento de Esgotos) de Mairiporã, bem como, alguns pontos dos tributários.

Segundo informações do laboratório, para as análises, segue-se o Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater 19thed.

Há 55 parâmetros para análises que a SABESP teria disponibilidade de realizar, mas como o objetivo desta empresa é o da vigilância, então nem sempre há uma constância na coleta, ou mesmo frequência, há que se deter a pontos em situações urgentes na maioria das vezes.

Numa primeira fase foi realizado um tratamento estatístico, pois o banco de dados disponibilizado pela SABESP (1999) possui algumas características como: não há uma constância quanto à coleta nem frequência dos parâmetros analisados; há muitos espaços vazios na composição dos dados, muitas vezes com valores extremos que dificulta a visão do todo; desses 55 parâmetros foram disponibilizados 25, sendo que mesmo assim, houve necessidade de selecionar aqueles que seriam representativos.

Esse trabalho estatístico ajudou na organização desse volume de dados; usou-se para isso um aplicativo SPSS (Statistical Package for Social Science) versão 10.0. ambiente windows, para auxiliar a interpretação do comportamento dos parâmetros no período de 1987 a 1997.

Escolheu-se somente os pontos que tinham um volume maior de informações sobre os parâmetros, como visto no trabalho de GIATTI (2000), onde já estão trabalhadas as medianas de todos os pontos.

Os parâmetros trabalhados são: Cloretos, Coliformes Fecais, Coliformes Totais, Fosfatos, Fósforo total, Nitrogênio Total, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Nitrito, Nitratos, pH, Cor, Turbidez, Condutividade, Sulfatos e Sólidos em Suspensão.

Optou-se pelo método das medianas, pois promove a eliminação dos excessos que poderiam eventualmente ocorrer. Sendo assim, obteve-se o gráfico da variação espacial das medianas, e o gráfico seqüencial que ordena pelos valores dos picos, sempre considerando todo o período, caracterizando somente pelos meses, de todos os anos do período; esperando ter-se uma visão global do comportamento dos parâmetros nos pontos, inclusive sazonalmente.

Há um estudo feito pelo Biólogo da SABESP Sr. Osmar Rivelino, com parâmetros físico-químicos dos principais tributários do Rio Juqueri; são gráficos comparativos no período de 1987 a 1999, encontrados no anexo 1.

Num segundo passo, a observação e análise de alguns mapas temáticos (1999) disponibilizados de um convênio da SABESP com EMPLASA, sendo estes mapas de 1999, há possibilidades de traçar um paralelo com o período de 1987 à 1997, visando a relação com o comportamento dos parâmetros, bem como alguns dados sobre a população e saneamento básico, os mapas encontram-se na seção Resultados e Discussão e no anexo 2.

Segue abaixo a caracterização de cada um dos pontos de coleta de interesse, observando que a SABESP denomina esses pontos por PC (referente a Paiva Castro), para diferenciar dos outros reservatórios. Neste estudo usou-se apenas “P” por trabalhar somente com o reservatório Paiva Castro. Ainda há uma diferenciação quanto aos primeiros dígitos onde: 2 (tributários), (1) represa, (3) transferência de bacia e (0) efluentes.

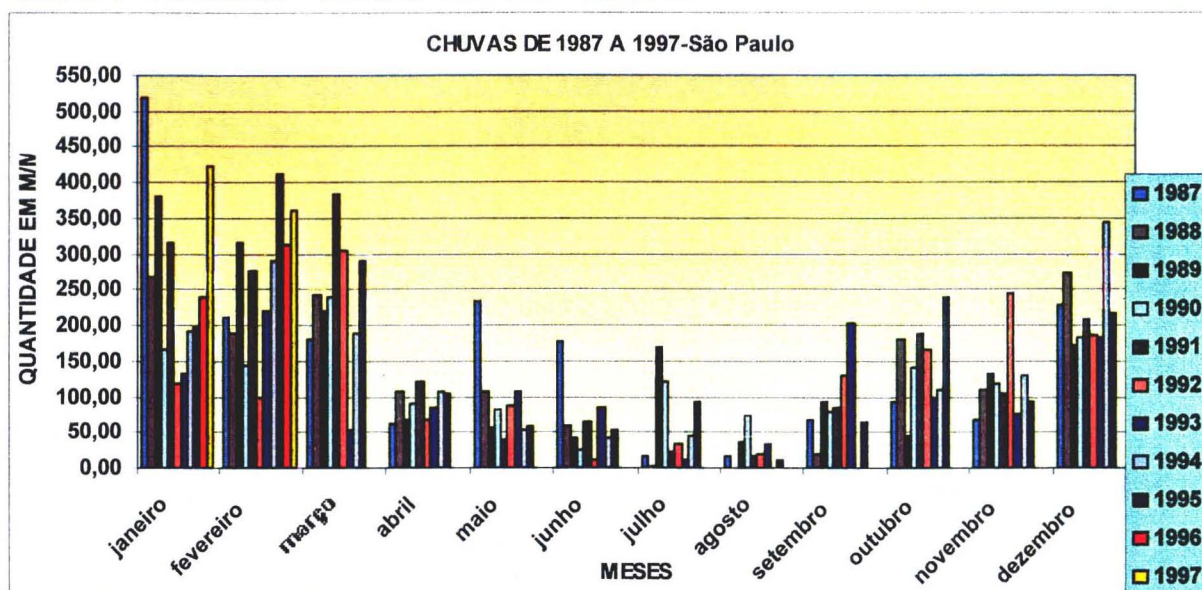
Quanto à fonte CETESB, foram usados os dados das publicações anuais do “Relatório de Qualidade das Águas Interiores”; considerando que a CETESB tem um ponto em comum de coleta com a SABESP, que é o P102, contido no reservatório, codificado como JQJU00900, na Ponte Santa Inês, na rodovia que liga Mairiporã a Franco da Rocha.

Os pontos, que podem ser observados na imagem satélite, (figura I, anexo 1) são: Os pontos dos tributários: P001, P002, P210, P212, P214, P215, P216, P217, P218, P220 e P301. Os pontos no Reservatório são: P101, P102, P103 e P104.

Juntando-se a esses dados, os gráficos de pluviosidade, temperatura e população (nesta seção e em Resultados e Discussão).

(Contando também com alguns dados institucionais tabelados na seção Resultados e Discussão).

Gráfico 1 – Pluviosidade – Chuvas de 1987-1997 – São Paulo

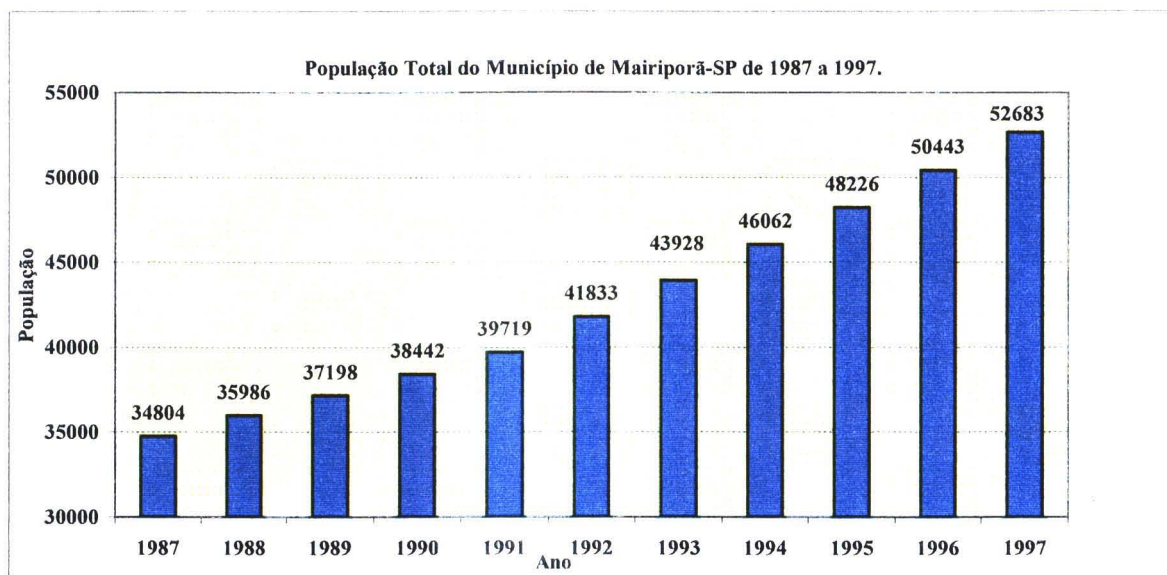


Fonte dos dados: DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica) 2002.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Dados Institucionais – Tabelas

Gráfico 2 – População Total de Mairiporã -SP-1987-1997



Fonte dos dados: SEADE –Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - 2002.

Acima o gráfico 2 relativo à população total de Mairiporã (1987-1997), mostrando um aumento da porcentagem do crescimento a partir de 1991.

A tabela 4 mostra que Mairiporã em 1989 recebe água com tratamento e, quando esta já contém algum tipo de contaminação há tratamento para tal, (tabela 4 – abaixo).

Tabela 4 – Abastecimento de Água. Recebimento de água com tratamento, proveniente de manancial de superfície por tipo de controle de qualidade na água bruta e na água tratada no município de Mairiporã – SP (1989).

Tipo de Controle de Qualidade			
Análise	Análise	Análise Substâncias	Análise Substâncias
Bacteriológica	Físico-Química	Químicas Orgânicas	Químicas Inorgânicas
SIM	SIM	SIM	SIM

Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (1989).

Tabela 8 – Abastecimento de Água- Ligações de Água, economias abastecidas da Rede Distribuidora e Estação de Tratamento, no município de Mairiporã-SP (1989).

Ligações de Água	Com Hidrômetro	3922
	Total	3922
Economias Abastecidas	Residenciais	4386
	Outras	333
	Total	4719
Extensão da Rede e Distribuição (Km)		59
Capacidade (L/s)		37
E.T.A.		1

Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro e Estatística) – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (1989).

Quanto ao abastecimento de água, 3922 ligações com hidrômetro das 4386 residenciais.

Tabela 9 – Evolução do Número de Ligações de Água, no Município de Mairiporã – SP (1994–1996).

Ano	Números Absolutos	%
1994	5.817	0,2*
1995	6.111	0,2*
1996	6.416	0,2*

* Porcentagem em relação a Grande São Paulo.

Fonte: SABESP e Prefeituras Municipais

Elaboração: EMPLASA (1997).

Tabela 10 – Evolução da Extensão da Rede de Abastecimento de Água, no município de Mairiporã-SP (1994-1996).

Ano	Números Absolutos	%
1994	88.960	0,3*
1995	97.100	0,3*
1996	97.099	0,3*

*Porcentagem em relação à Grande São Paulo.

Fonte: SABESP e Prefeituras Municipais

Elaboração: EMPLASA (1997).

Tabela 11 – Evolução do Número de Ligações de Esgoto, no município de Mairiporã-SP (1994-1996).

Ano	Números absolutos	%
1994	2.437	0,1*
1995	2.622	0,1*
1996	2.678	0,1*

*Porcentagem em relação à Grande São Paulo

Fonte: SABESP e Prefeituras Municipais.

Elaboração: EMPLASA (1997).

Tabela 12 – Evolução da extensão da Rede de Esgotamento Sanitário, no município de Mairiporã-SP (1994-1996).

Ano	Números absolutos	%
1994	29.200	0,2*
1995	29.630	0,2*
1996	29.634	0,1*

* Porcentagem em relação à Grande São Paulo.

Fonte: SABESP e Prefeituras Municipais.

Elaboração: EMPLASA (1997).

Tabela 13 – Domicílios particulares permanentes, por forma de abastecimento de água, existência de banheiro ou sanitário, tipo de esgotamento sanitário e destino do lixo, no município de Mairiporã-SP (2000).

Abastecimento de Água	Rede Geral	8865
	Poço ou Nascente	5914
	Outra	1342
	Total	16 121
Existência de Banheiro ou Sanitário	Tinham Rede Geral	4078
	Não Tinham Rede Geral	12
Destino do Lixo	Coletado	14263
	Outro destino	1858

Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Resultado do Universo - Censo Demográfico 2000.

Confrontando as tabelas 9 e 10 (página 50), o número de ligações de água com a evolução da extensão da rede – o número de ligações aumenta progressivamente, a extensão da rede também, sendo que de 1995 para 1996, pouco evoluiu.

Quanto ao esgotamento sanitário, no período de 1994 a 1996 ocorre aumento tanto da extensão como do número de ligações (tabela 11 na página 50 e tabela 12 acima).

Os dados das tabelas 13 a 16 (páginas 51 e 52), correspondem às informações já do censo demográfico de 2000, tratando-se da população efetivamente residente. Pelo censo há 60111 habitantes em Mairiporã, as tabelas indicam 10471 domicílios permanentes ligadas à rede geral 8865; 12725 domicílios ligados a escoadouro sanitário.

Tabela 14 – Domicílios particulares permanentes, por abastecimento de água no município de Mairiporã-SP (2000).

Abastecimento de Água	Com Canalização Interna	
	Total	10474
	Rede Geral	7855
	Poço ou Nascente	1830
	Outra Forma	455
	Sem Canalização	
	Rede Geral	149
	Poço ou Nascente	140
	Outra Forma	45

Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)

Resultado do Universo - Censo Demográfico 2000.

Tabela 15 – Domicílios particulares permanentes, por uso de escoadouro da instalação sanitária, no município de Mairiporã-SP (2000).

Uso e Escoadouro da Instalação só no domicílio	Rede Geral	
	Fossa Séptica	Ligada à Rede Pluvial
	Sem escoadouro	37
	Fossa Rudimentar	1207
	Vala	12
	Outro	30
	Não Sabe	2

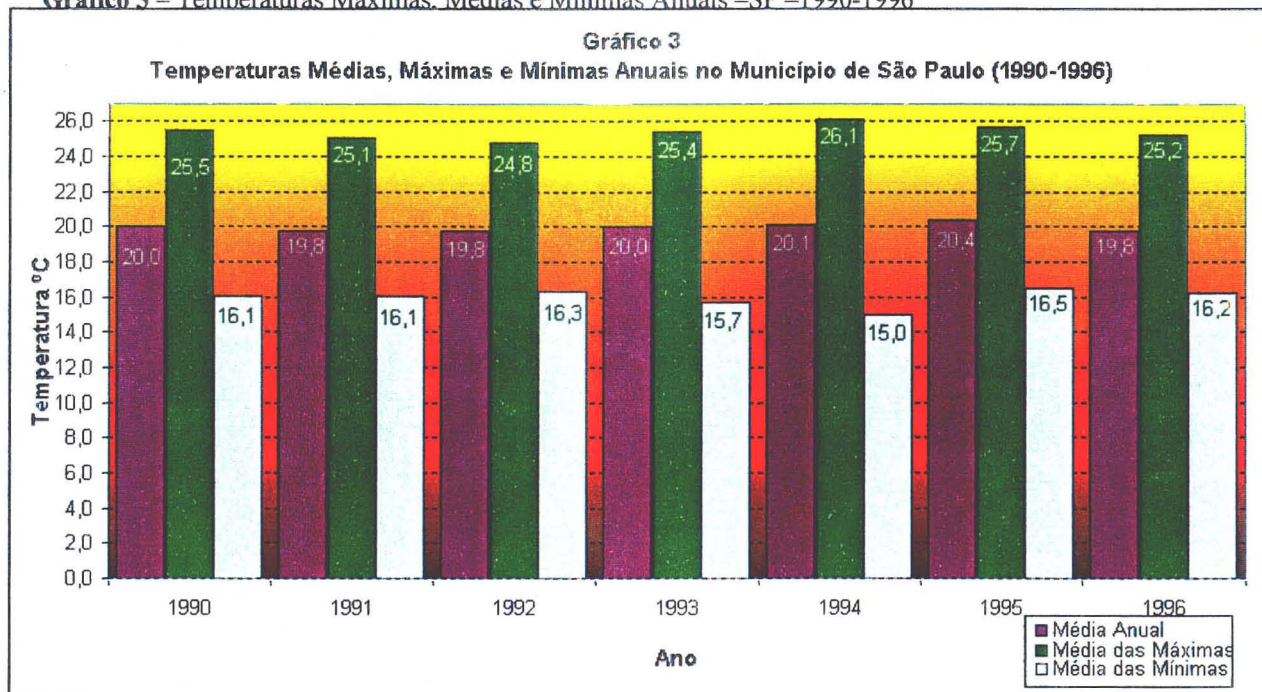
Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)
Resultado do Universo - Censo demográfico 2000.

Tabela 16 – Domicílios particulares permanentes, por destino do lixo, no município de Mairiporã-SP (2000).

Destino do Lixo	Coletado	
	Diretamente	Indiretamente
	Total	334
		7959
	Queimado	1757
	Enterrado	368
	Jogado em Terreno Baldio	342
	Jogado em Rio, Lago ou Mar	32
	Outro	19

Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)
Resultado do Universo - Censo Demográfico 2000.

Gráfico 3 – Temperaturas Máximas, Médias e Mínimas Anuais –SP –1990-1996

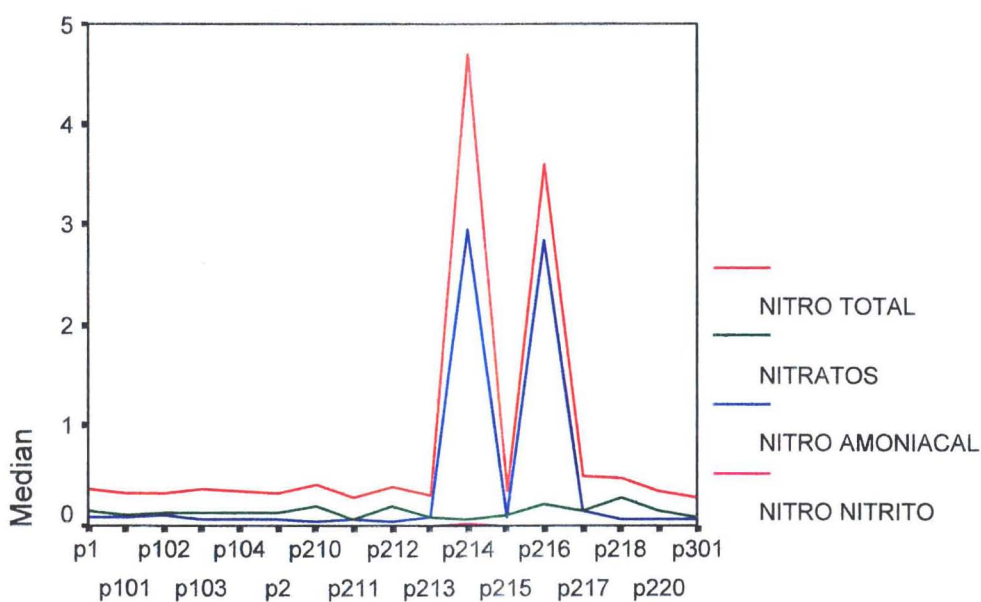


Fonte: Instituto de Meteorologia – INMET, 1996.
Elaboração dos dados EMPLASA, 1997.

6.2 Trabalho Estatístico – Gráficos

Os gráficos de 04 a 09, nesta seção, indicam a variação espacial das medianas, as figuras de 04 a 29 contêm os gráficos seqüenciais, dando uma visão geral, nos meses, do comportamento dos parâmetros no período em estudo; tomando como padrão o gráfico 1 – pluviosidade que mostra os meses chuvosos e os de estiagem. Interessante também, o gráfico 3 – Média das temperaturas para confronto com algum parâmetro que se fizer necessário.

Gráfico 4 – Nitrogênio Total (mg/LN), Nitratos (mg/LN), Nitrogênio Amoniacal (mg/LN) e Nitrogênio Nitrito (mg/LN) em todos os pontos de coleta do Reservatório Paiva Castro (1987-1997).



PONTOS

VARIAÇÃO ESPACIAL DAS MEDIANA

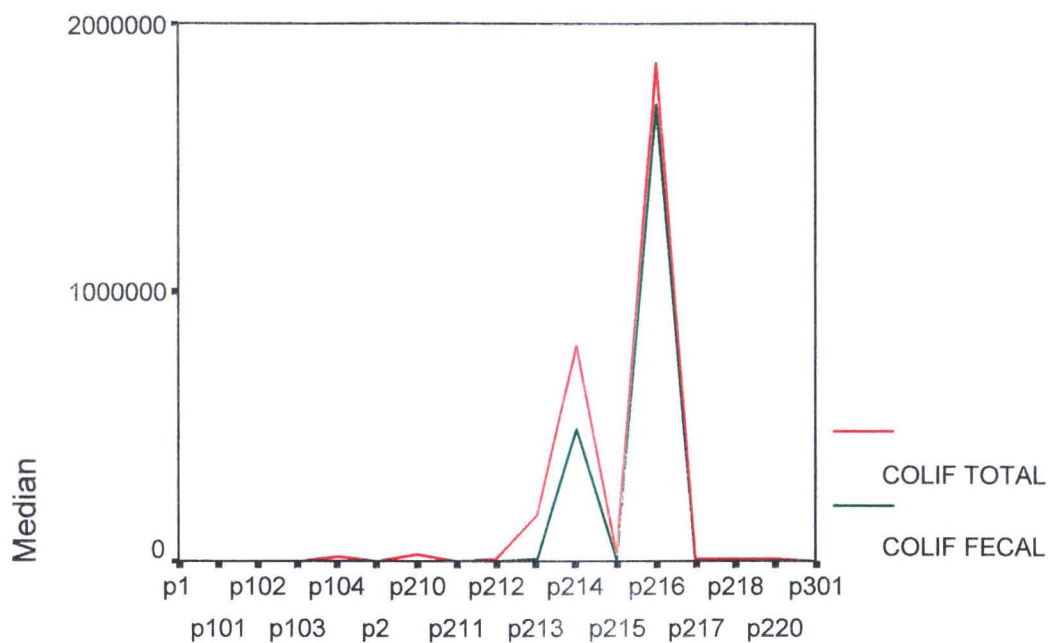
Pontos 102 e 103 – Níveis de nitrato e nitrogênio amoniacal próximos e abaixo de nitrogênio.

P 210 – Apresenta pico de nitrato mais elevado em relação ao nitrogênio amoniacal, o mesmo ocorrendo com P 212.

P 214 – Pico elevado de nitrogênio total e nitrogênio amoniacal.

P 301 – Índices de nitrato e nitrogênio amoniacal estão próximos.

Gráfico 5 - Coliformes Fecais (NMP/100mL) e Coliformes Totais (NMP/100mL) em todos os pontos de coleta do Reservatório Paiva Castro (1987-1997).



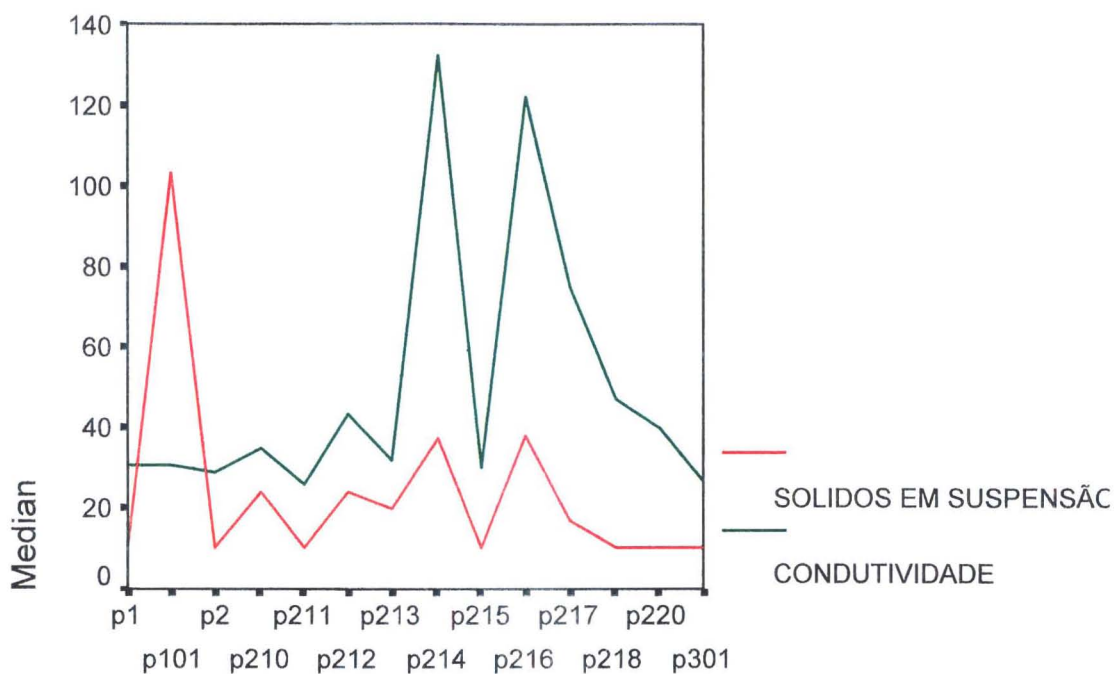
PONTOS

VARIACAO ESPACIAL DAS MEDIANAS

Os pontos P 104 e P 210 apresentam níveis mais baixos tanto de coliformes fecais quanto coliformes totais.

O ponto P 214 apresenta índices altos de coliformes fecais e coliformes totais.

Gráfico 6 – Sólidos em Suspensão (mg/L) e Condutividade (umho/cm) em todos os pontos de coleta do Reservatório Paiva Castro (1987-1997).



PONTOS

VARIACAO ESPACIAL DAS MEDIANAS

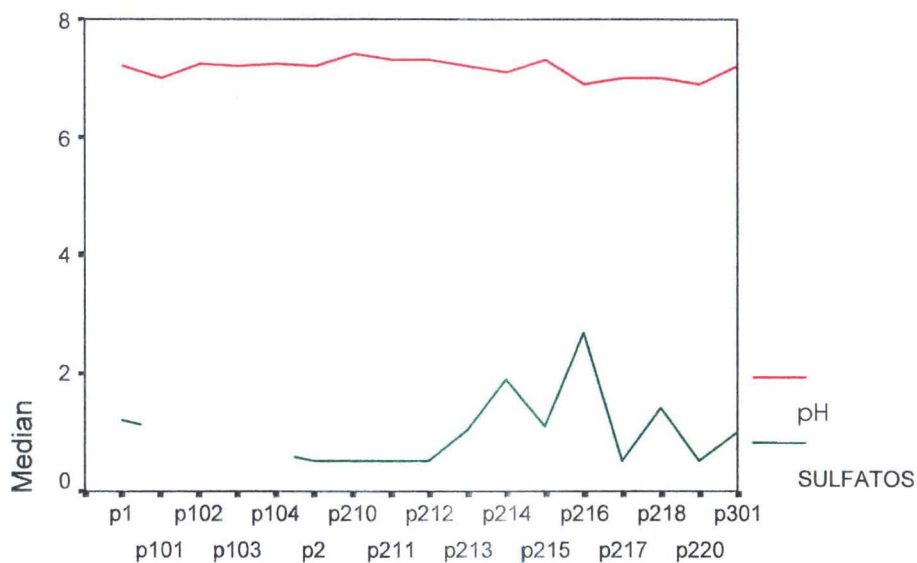
As elevações dos picos comportam-se de maneiras semelhantes para os dois parâmetros.

Os pontos P 210, P 212, P 214 apresentam-se com níveis elevados de sólidos em suspensão.

P 215 ocorre uma queda do pico.

P 217 apresenta uma queda menos acentuada.

Gráfico 7 – pH e Sulfatos (mg/LSO₄) em todos os pontos de coleta do Reservatório Paiva Castro (1987-1997).

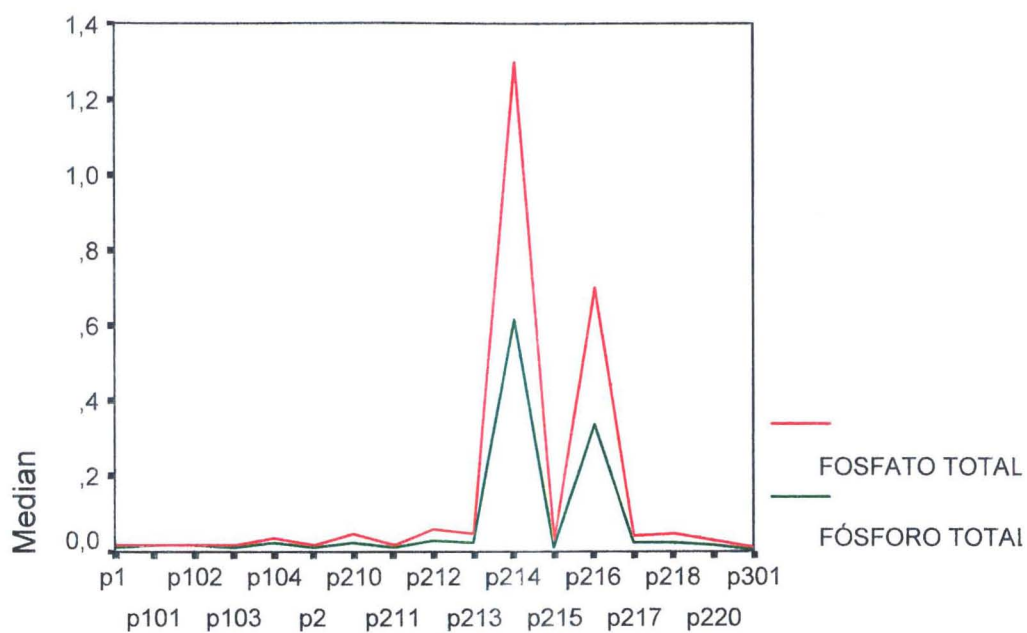


PONTOS

VARIACAO ESPACIAL DAS MEDIANA

pH em todos os pontos os picos se mantiveram com poucas oscilações, somente no P 210 e no P 215 ocorre pequena elevação.

Gráfico 8 – Fosfato Total (mg/LPO₄) e Fósforo Total (mg/LP) em todos os pontos de coleta do Reservatório Paiva Castro (1987-1997).



PONTOS

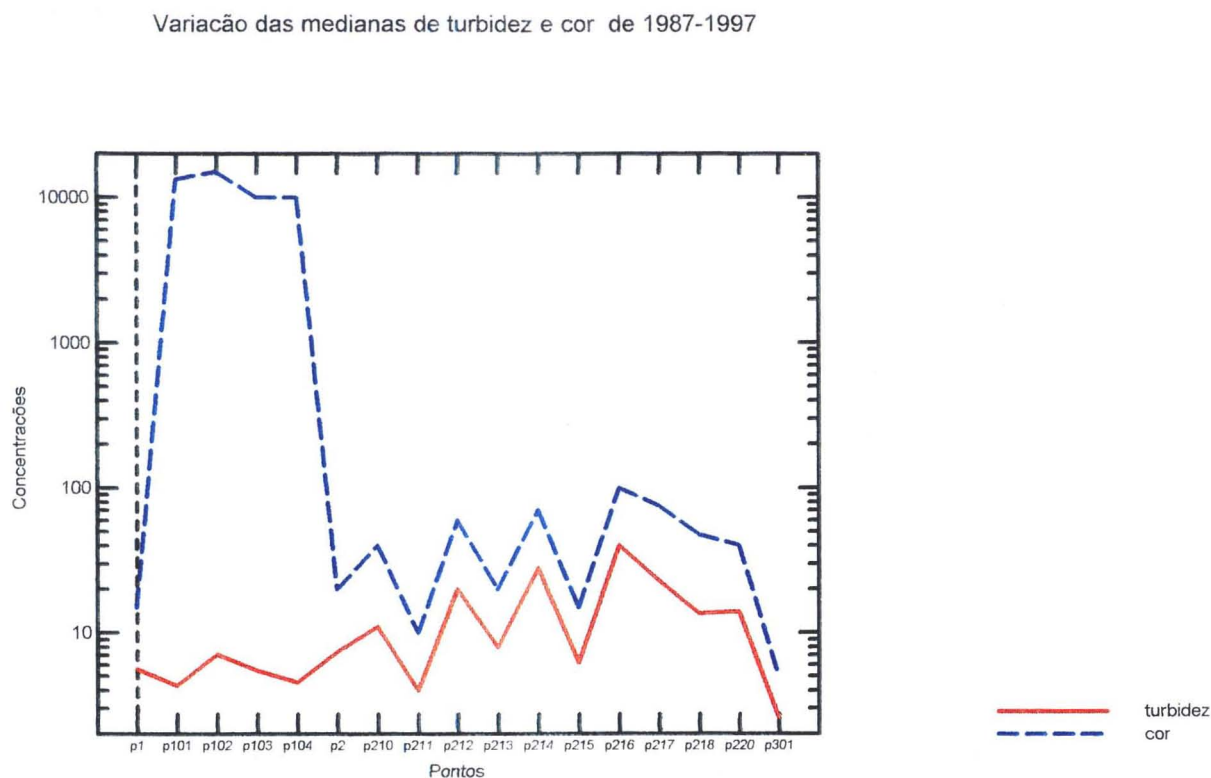
VARIAÇÃO ESPACIAL DAS MEDIANAS

1987-1997

próxima com uma prevalência em P 210 e P 212 para o fosfato e em P 104 um pouco menos.

P 301 praticamente mesmo nível de fósforo e fosfato.

Gráfico 09 – Turbidez (NTU) e cor (U.C) em todos os pontos de coleta do Reservatório Paiva Castro (1987-1997).



Nos pontos P 102, P 103 e P 104 os níveis estão altíssimos, valeu-se do recurso “logaritmo” para uma melhor visualização deste gráfico.

A turbidez para esses pontos tem níveis menores.

Pontos P 210, P 212, P 214 tanto cor como turbidez têm o mesmo comportamento, com a cor em picos em níveis mais elevados que a turbidez.

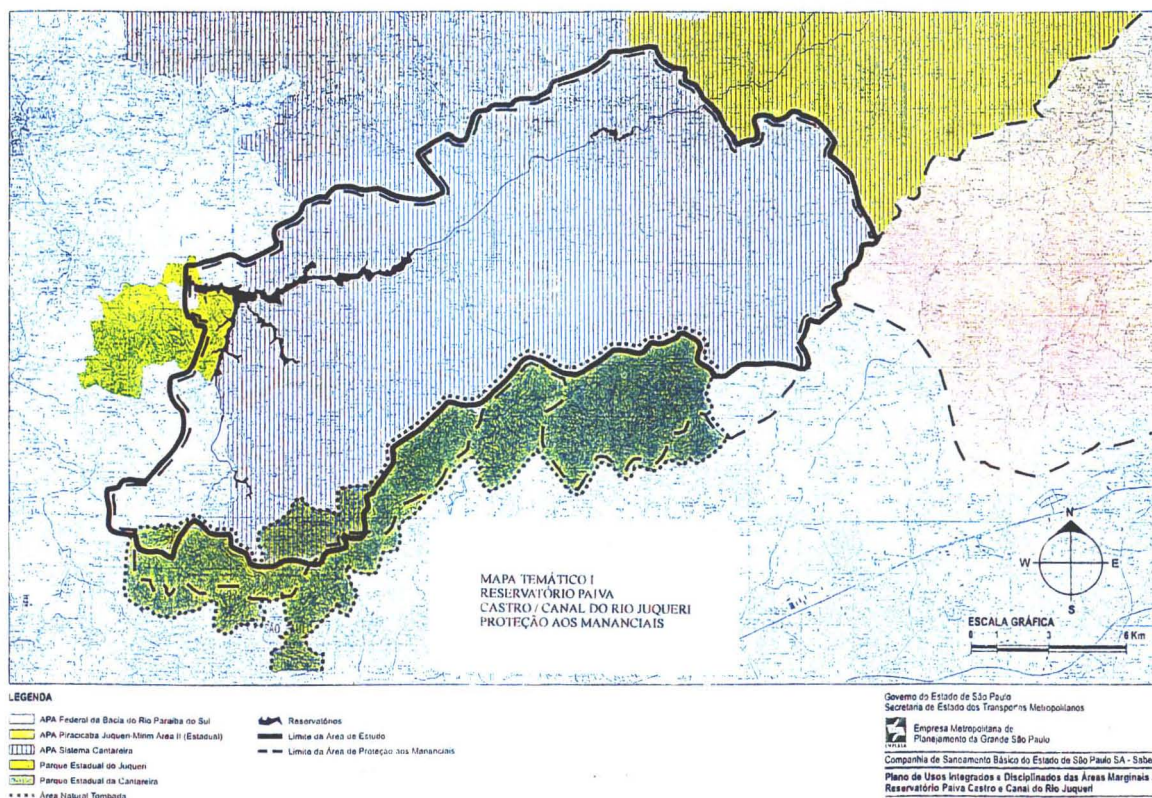
6.3. Mapas Temáticos

Os mapas temáticos foram obtidos do “Plano de Usos Integrados e Disciplinados das Áreas Marginais ao Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri”; esta seção foi escrita com base neste plano e em outras citações que estão no decorrer do texto.

Mapa Temático I

Mostra a abrangência da proteção aos mananciais nos arredores e, o próprio Sistema Cantareira fazendo parte da mesma.

Situa espacialmente as demais formas de proteção que, ao lado dos mananciais, incidem sobre a área da bacia em estudo.

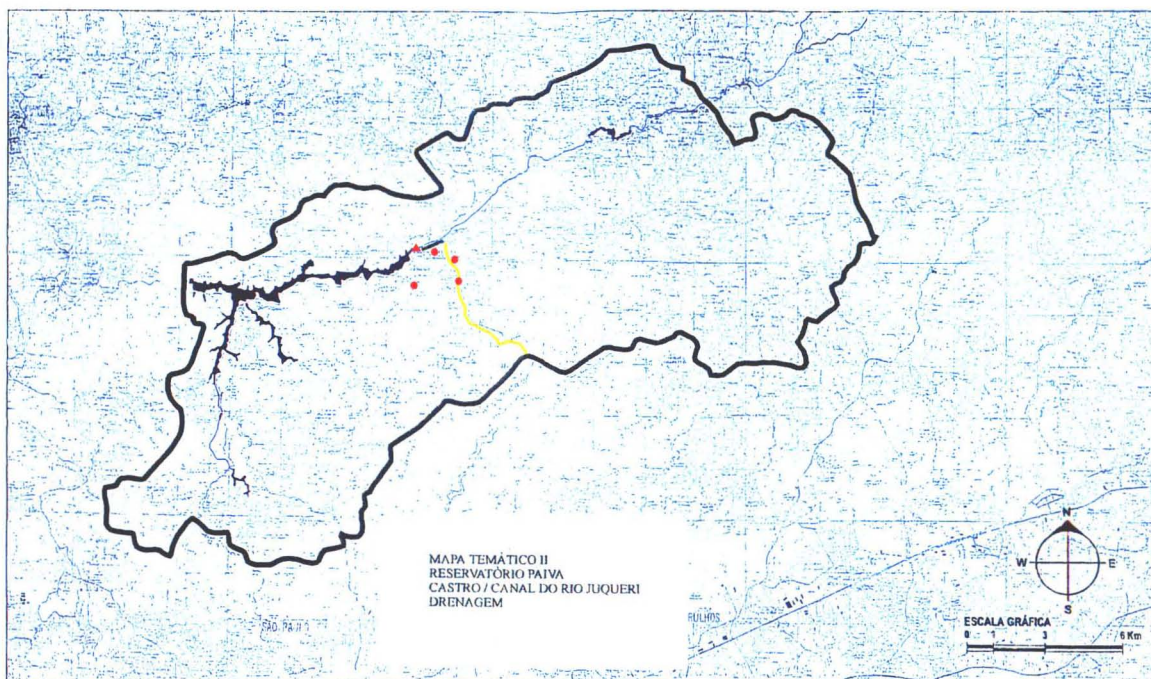


Mapa Temático II

Neste mapa têm-se a visão da infra-estrutura de saneamento básico.

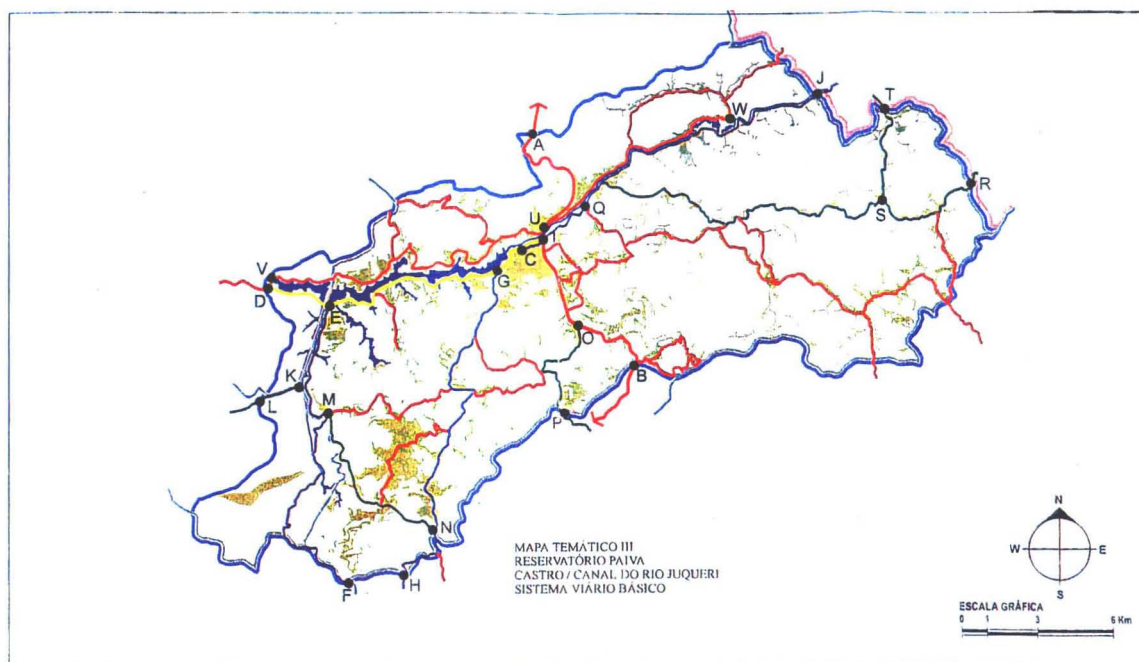
O Rio Juqueri teve o seu regime de escoamento alterado, com a implantação do Sistema Cantareira.

Ainda há áreas de inundação, como o córrego Itaim. Conseqüência da ocupação inadequada das várzeas, encostas e aumento da impermeabilização do solo.



Mapa Temático III

Apresenta a malha viária, com a Rodovia Fernão Dias (BR 381). O eixo comportando os maiores fluxos de veículos da região; essa rodovia atinge, no trecho em estudo, movimento diário de cerca de 23.000 veículos.



LEGENDA

- Reservatórios
- Rio
- Limite da Grande São Paulo
- Limite Municipal
- Limite da Área de Estudo

- Rodovia II Categoria
- Rodovia III Categoria
- Estrada I Categoria
- Estrada II Categoria
- Estrada III Categoria
- Vias do Sistema Urbano
- Mancha Estivamente Ocupada
- Pontos de Intersecção

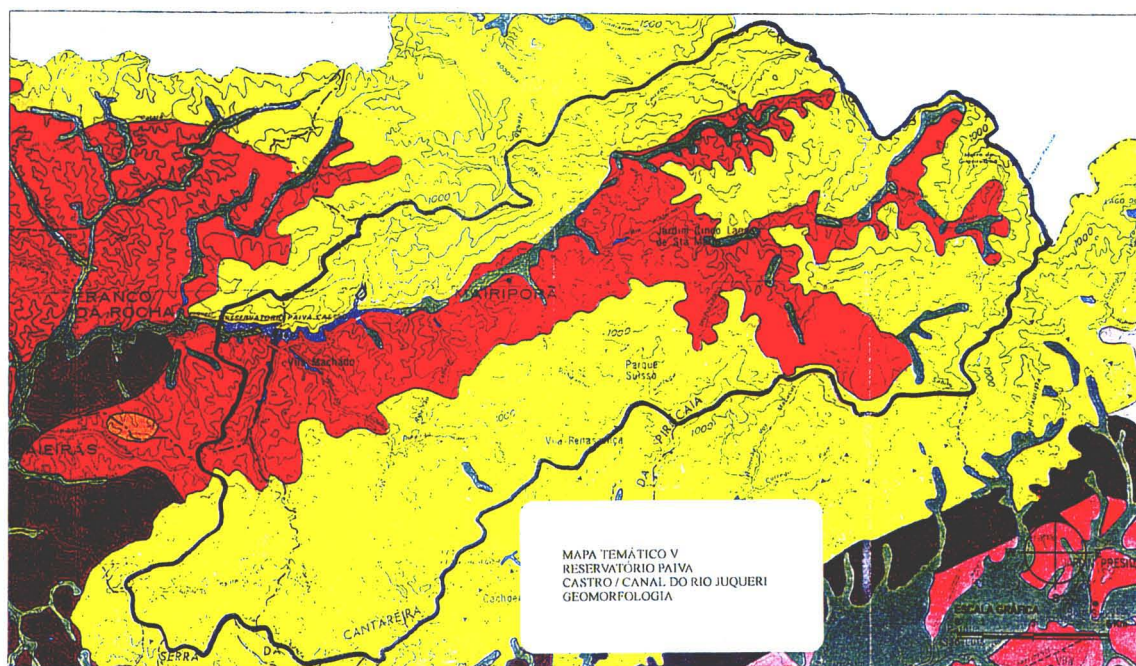
Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Estado dos Transportes Metropolitanos

Empresa Metropolitana de
Planejamento da Grande São Paulo

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo S.A. - Sabesp
Plano de Uso Integrado e Disciplinado das Áreas Marginais ao
Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri

Mapa Temático V

Esse mapa representa a geomorfologia da região. O maciço Serrano da Cantareira engloba grande parte da área em estudo.



MAPA TEMÁTICO V
RESERVATÓRIO PAIVA
CASTRO / CANAL DO RIO JUQUERI
GEOMORFOLOGIA

LEGENDA

ZONA CRISTALINA DO NORTE

Subzona da Serra de São Roque

Maciço Serrano da Cantareira

Morros Agedados com Serres Estreitas

Mar de Morros

Morros Cristalinos Rebaixados

Morros Cristalinos Rebaixados

Morros Cristalinos Rebaixados

Morros Cristalinos Rebaixados

Morros Cristalinos Rebaixados

Morros Cristalinos Rebaixados

Morros Cristalinos Rebaixados

ZONA DO PLANALTO PAULISTANO

Subzona Colinas Sedimentares

Colinas Ampias

Subzona de Transição da Bacia de São Paulo para o Cristalino

Morros Agedados em Transição do Sedimentar para o Cristalino

Altas Colinas e Espigões Secundários

Altas Colinas e Espigões Secundários

Altas Colinas e Espigões Secundários

Altas Colinas e Espigões Secundários

Altas Colinas e Espigões Secundários

Altas Colinas e Espigões Secundários

Altas Colinas e Espigões Secundários

Altas Colinas e Espigões Secundários

Limite da Área de Estudo

Limite Municipal

Reservatórios

Reservatórios

Reservatórios

Reservatórios

Reservatórios

Reservatórios

Reservatórios

Reservatórios

Reservatórios

Reservatórios

Reservatórios

Governo do Estado de São Paulo

Secretaria do Estado dos Transportes Metropolitanos

Empresa Metropolitana de

Planejamento da Grande São Paulo

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

Plano de Uso Integrado e Disciplinado das Áreas Marginais do

Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri

Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri

Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri

Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri

Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri

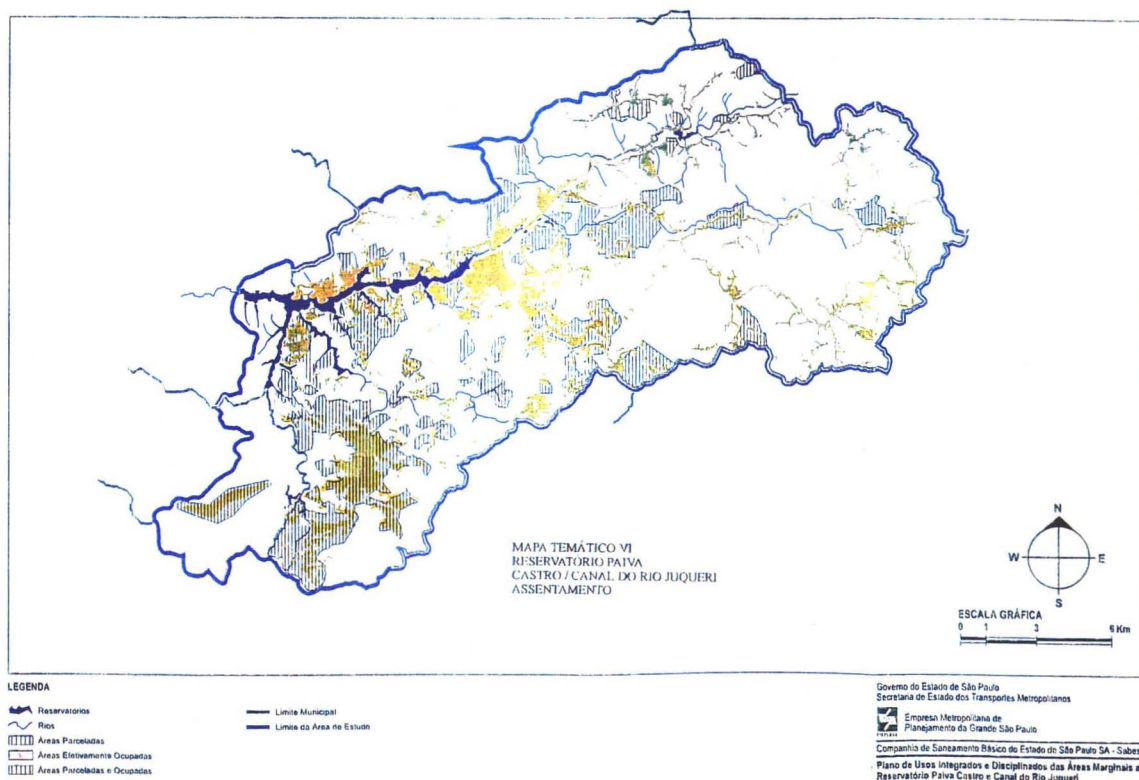
Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri

Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri

Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri

Mapa Temático VI

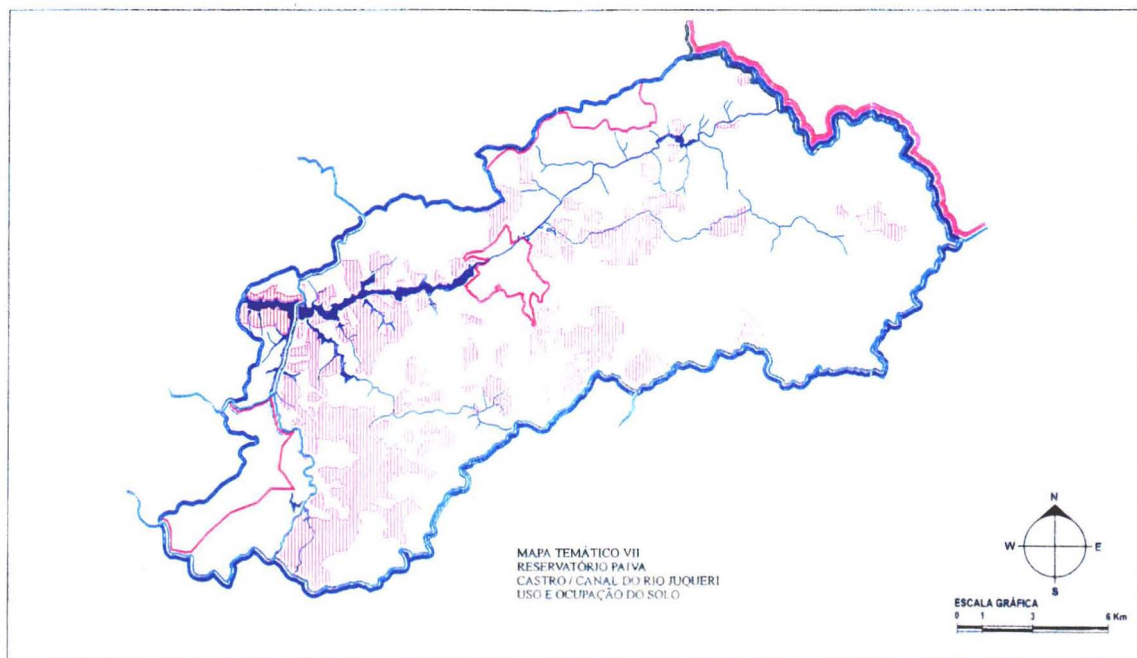
Mostra a distribuição das áreas de assentamento pelo território da bacia em estudo. Caracterizada pela ausência de uma área urbana contínua e destacada das áreas não urbanas. Ocorre a coexistência de áreas urbanizadas de várias formas e áreas não urbanas, que podem ser consideradas rurais.



Mapa Temático VII

Mairiporã, segundo EEMPLASA (1999), tem seu perímetro urbano determinado pela Lei nº 318 de 11/03/69 na qual é definido o perímetro da área principal e arredores.

A Lei nº 941 de 01/03/82 que dá a definição análoga ao povoado chamado Terra Preta onde parte dele pertence à bacia em estudo.



LEGENDA

- | | | | | | |
|---------------|------|----------------------------|------------------|--------------------------|---|
| Reservatórios | Rios | Limite da Grande São Paulo | Limite Municipal | Limite da Área de Estudo | Perímetros Urbanos Delimitados
Mairiporã - Lei nº 318/69 e 941/82
Cabeceira - Lei nº 247/84 |
| | | | | | Áreas de Estacionamento Elevadas à Categoria de Zona Urbana
Mairiporã: Diversas Lotes |
| | | | | | Áreas Não Urbanas Legais |
| | | | | | Restrições Legais |
| | | | | | Setor Estacionamento Residencial R1
Cabeceira - Lei nº 1192/78 |
| | | | | | Sistema de Drenagem
Franco da Rocha |

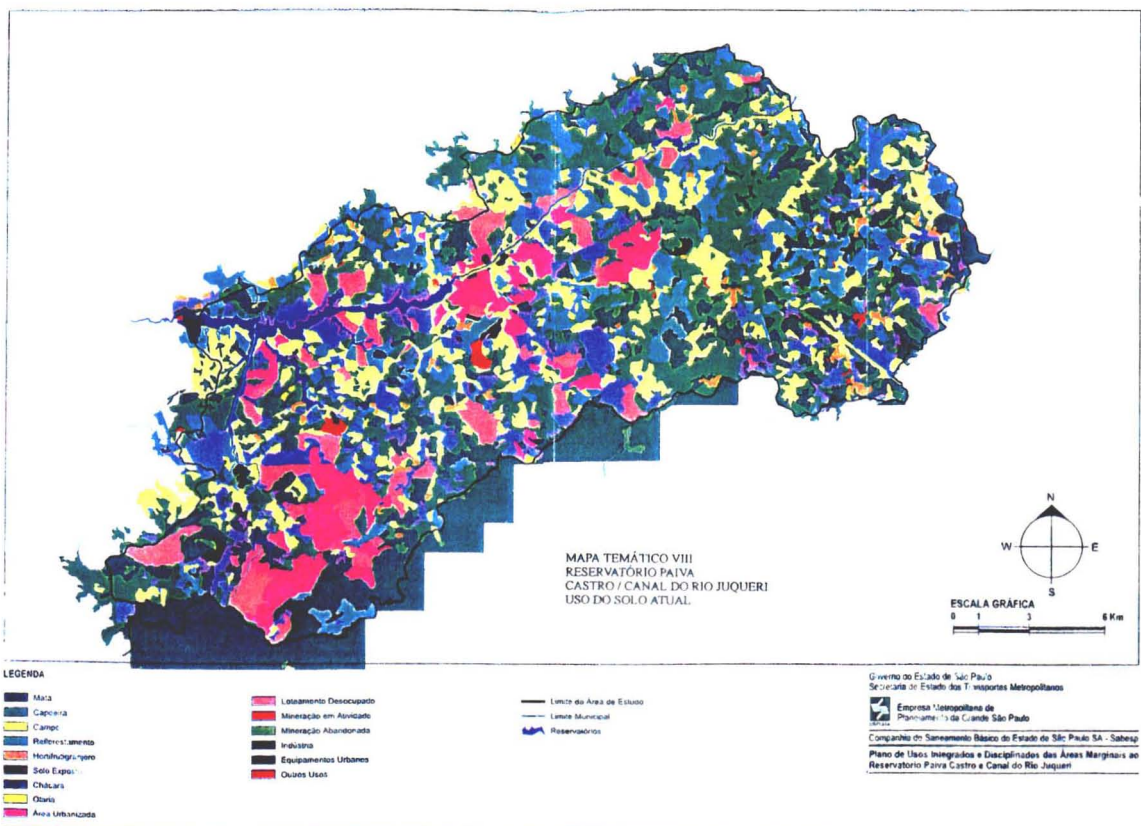
Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Estado dos Transportes Metropolitanos

Empresa Metropolitana de
Planejamento da Grande São Paulo
Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo SA - Sabesp
Plano de Usos Integrados e Disciplinados das Áreas Marginais ao
Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri

Mapa temático VIII

Aqui é indicada a configuração do uso do solo na área da Bacia Paiva Castro/Canal do Juqueri. A EMPLASA (1999), considera as três seguintes divisões:

- 1- As categorias não urbanas contendo a mata; capoeira; campo; reflorestamento e hortifrutigranjeiros.
- 2- As chamadas intermediárias onde aparece o solo exposto; chácaras; olarias; mineração em atividade; mineração abandonada; indústrias e outros usos.
- 3- Já, loteamentos desocupados; equipamento urbano; área urbanizada (urbana efetivamente ocupada), são chamadas urbanas.



Mapa Temático IX

Este mapa refere-se ao abastecimento de água, praticamente concentrado no território do município de Mairiporã. Composto pelo Sistema Isolado Público respondendo por 62% do total do abastecimento, suprido por fontes superficiais, o próprio Reservatório Paiva Castro, e, subterrâneas (4 poços profundos), o Parque Náutico com capacidade de 4 L/s, Jardim Sandra com 0,9 L/s, Vila Sabesp com 1,6 L/s, Ype Ville com 1,7 L/s, dando um total de 14,4 L/s.

No conjunto, o padrão de atendimento pelos sistemas contém déficits, neste sentido a SABESP tem previsões de implantação de uma nova ETA (Estação de Tratamento de Água) com capacidade de 200 L/s, com captação no Rio Juqueri, a montante da ETE (Estação de Tratamento de Esgotos) existente. Há previsão de desativação da ETA hoje em operação.

A insuficiência do sistema coletor vem comprometendo a qualidade das águas superficiais na bacia em estudo (EMPLASA, 1999).

Vários bairros, próximos ao centro de Mairiporã, lançam seus esgotos na rede de água pluviais ou diretamente nos cursos d'água. É o caso dos Jardins Capri, Náutico, Capuavinha, Santana, Suiço, Neri, Santa Cruz, Sandra I e II.

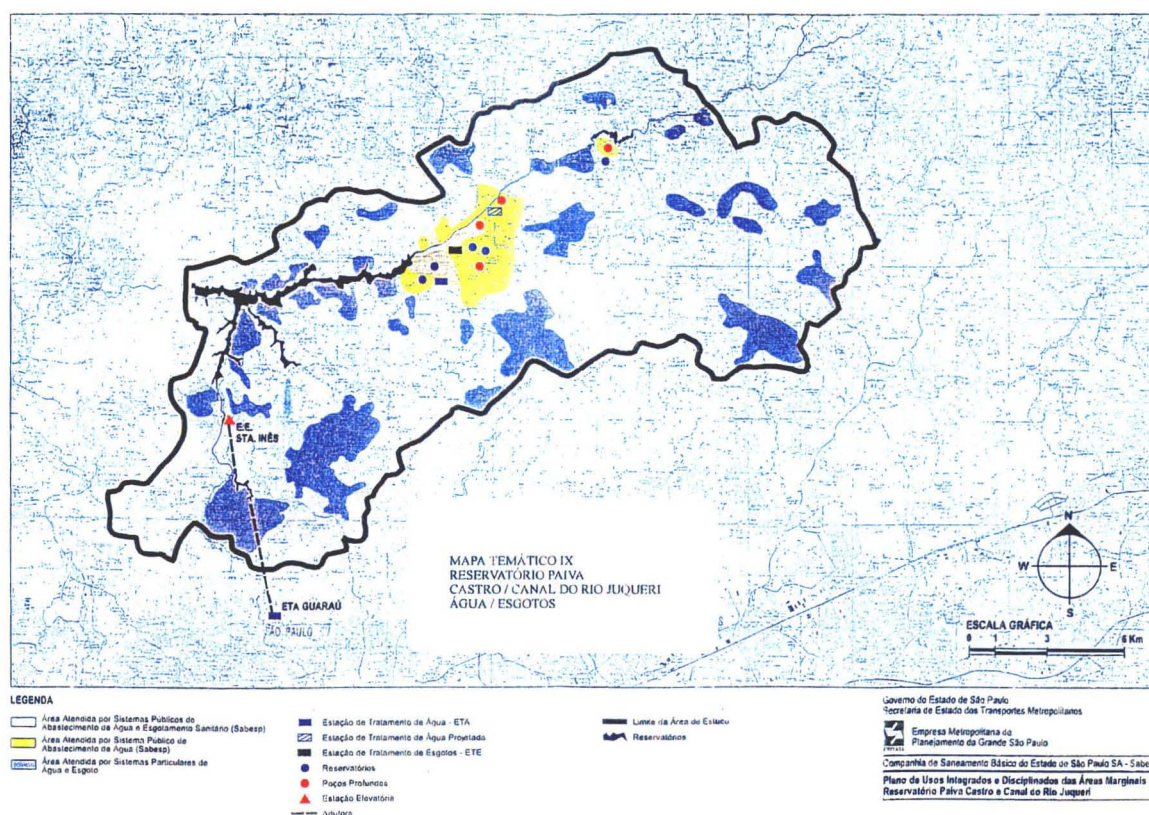
Atualmente, chega à ETE 29 L/s para tratamento de nível secundário, através de lagoas (facultativas e anaeróbias); o efluente tratado é lançado no Rio Juqueri; aqui deve-se observar que essas lagoas já estão quase que totalmente assoreadas; existe um projeto da SABESP para dessassoreamento e remodelagem destas lagoas, passando-as para aeradas seguidas de decantação; este projeto é para antes de 2005.

Dados da prefeitura de Mairiporã (1999) e do Inventário de Resíduos Industriais (CETESB, 1993) indicam estimativa de 44 toneladas de lixo diárias, incluindo resíduos domiciliares, hospitalares e industriais. No momento o serviço é terceirizado.

Já existiu em Mairiporã duas áreas de disposição final a céu aberto; uma no Jardim Suiço, desativada na década de 70 e outra, na Estrada Velha São Paulo- Bragança Paulista que cessou no final da década de 80.

Mairiporã ainda dispõe os seus resíduos coletados a céu aberto em uma área particular no bairro de Mato Dentro, utilizado pela prefeitura, e, ainda há outros de pequeno porte, clandestinos (EMPLASA, 1999).

Há um agravante nos finais de semana, onde ocorre um aumento da geração de lixo em áreas marginais aos corpos d'água.



6.4 Resultados no Contexto Ambiental

- Parecer CETESB

“O Reservatório do Juqueri ou Paiva Castro, enquadrado na Classe Especial, deve obedecer aos padrões da classe 1 da Resolução CONAMA 20/86 ou classe 2 do Decreto Estadual 8468/76. As desconformidades, que ocorrem neste ponto JQJU00900 (P102- SABESP), em 1997, restringiram-se aos coliformes fecais e totais e fósforo total, indicando moderada influência dos lançamentos dos esgotos domésticos do município de Mairiporã sobre as águas deste reservatório. A qualidade da água esteve caracterizada entre aceitável, boa e ótima, permanecendo a maior parte do tempo nesta última categoria. Não ficou evidenciada uma tendência significativa na evolução da qualidade da água nos últimos cinco anos.

O teste de toxicidade foi realizado em cinco amostras, com resultado de efeito crônico em uma delas e não tóxico nas demais (CETESB, 1997)”.

“Os gráficos de evolução temporal, compreendendo os últimos dez anos, dos pontos de amostragem JQJU00900 (reservatório Juqueri) e JQRI03800 (rio Juqueri, próximo à sua foz) mostraram que não existe uma tendência definida para os principais parâmetros sanitários;... constata-se que as águas do rio Juqueri, em seu trecho final, apresentaram resultados de oxigênio dissolvido, DBO_{5,20}, fósforo total e coliforme fecal em desacordo com os padrões de qualidade ao longo de todo esse período.A avaliação da qualidade das águas do reservatório do Juqueri (JQJU00900), através do IQA (Índice de Qualidade das Águas), mostrou classificação variando entre Boa e Ótima, evidenciando assim que a água bruta captada do sistema Cantareira, segundo esse critério, não apresenta problemas de tratabilidade.Embora o reservatório do Juqueri tenha se mostrado livre da presença de metais pesados e fenóis, bem como poucas inconformidades para os parâmetros sanitários, o teste de toxicidade mostrou efeito crônico em algumas amostragens.... supõem-se que o efeito tóxico observado nas suas águas pode estar associado ao carreamento de substâncias tóxicas para o interior do reservatório, devido à existência de depósitos inadequados de resíduos em suas margens CETESB(1998)”.

- Pontos de Coleta

Os pontos de coleta ao longo do reservatório são os já citados anteriormente; nesta seção serão discutidos juntamente com os parâmetros de qualidade das águas, aqueles que contribuem mais para o comportamento da qualidade dessas águas em termos estratégicos de saneamento e tomadas de decisões para uma melhor prevenção e, possível controle.

Ponto P210 no rio Juqueri à montante do túnel 5 que traz as águas dos demais reservatórios.

Ponto P212 pertencente ao Rio Pinheiros, antes da entrada no canal do Juqueri; recebe esgotos domésticos não tratados oriundos de bairros aos arredores. Este ponto é estratégico para visualização de fonte poluidora.

Ponto P214 que localiza-se no Ribeirão Itaim, próximo à Rodovia Fernão Dias.

Ponto P215 ponto no rio Juqueri, na entrada do canal.

Ponto P217 A, este ponto contém a letra A para distinguir de outro ponto que já foi desativado. Situa-se próximo aos despejos de uma pedreira e recebe esgotos de bairros como Jardim Capri e Barreiro.

Ponto P104 situa-se no reservatório, próximo a áreas de adensamento populacional de Mairiporã.

Ponto P103 também situa-se em área de adensamento, após o Ribeirão Barreiro.

Ponto P 102 na ponte de Santa Inês; único ponto de coleta coincidente com o da CETESB.

Ponto P002, ponto localizado na captação de águas da Estação Elevatória de Santa Inês.

Na figura do satélite referente aos pontos de coleta (anexo 1), não consta o ponto P216 que aparece no banco de dados (SABESP). O pessoal da coleta da SABESP informou que este ponto foi desativado para amostragem pela hidrologia. Tornou-se assoreado, localizava-se no centro de Mairiporã; então está neste estudo, mas não será discutido.

- Parâmetros físico-químicos

Informações retiradas da CETESB (2002) e outras fontes citadas no texto.

Na série do Nitrogênio, o Nitrogênio amoniacal (amônia) é uma substância tóxica não persistente e não cumulativa e, sua concentração normalmente é baixa. Não causa danos fisiológicos aos seres humanos e animais. Grandes quantidades podem causar sufocamento dos peixes.

Nitrogênio Nitrato é a principal forma de nitrogênio configurado encontrado nas águas. Concentrações de nitrato superiores a 5 mg/L sinalizam condições sanitárias inadequadas, pois a principal fonte de Nitrogênio Nitrato são dejetos humanos e animais.

Nitrogênio Nitrito é a forma química do nitrogênio normalmente encontrada em quantidades diminutas nas águas superficiais, pois, o nitrito é instável na presença de oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária.

A presença de nitritos em água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica.

A resolução CONAMA 20/86 indica os seguintes valores para padrões de qualidade para corpos d'água das diversas classes (água doce) e padrões de lançamento:

Nitrogênio Nitrito	1 mg/L
Nitratos	10 mg/L

Coliformes Fecais e Coliformes Totais - suas determinações assumem importância como parâmetros indicadores da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, como febre tifóide, disenteria bacilar e cólera. Quando a referência é aos coliformes fecais, estes são restritos ao trato intestinal de animais de sangue quente. Segundo APHA (1989) apud PIERIES (2001), a presença de coliformes fecais nos corpos d'água indica a contaminação por esgoto doméstico.

A Resolução 20/86 CONAMA indica:

Coliformes Totais	1000 NMP/100mL
Coliformes Fecais	200 NMP/100mL

O Fósforo desempenha um grande papel no desenvolvimento de algas ou outras plantas aquáticas desagradáveis em reservatórios ou águas paradas. Sua presença limita, em grande parte das situações, o crescimento desses seres.

Os esgotos sanitários no Brasil apresentam tipicamente concentração de fósforo total na ordem de 10 mg N/L (PIVELI, 1998).

A Resolução CONAMA 20/86 indica:

Fósforo Total 0,025 mg/LP

Fosfato Total 0,025 mg/LP

pH o Potencial Hidrogeniônico - representa a concentração de íons hidrogênio H^+ (em escala anti-logarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. É importante em diversas etapas do tratamento da água; pH muito afastado da neutralidade pode afetar a vida aquática, por exemplo, peixes, e os microorganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos.

Valores elevados de pH podem estar associados à proliferação de algas (SPERLING, 1996).

Resolução CONAMA 20/86:

pH 6 a 9.

Sulfatos – Os despejos domésticos e industriais são importantes fontes de sulfato nos corpos d'água; estima-se que aproximadamente 43% da quantidade presente em águas superficiais seja de origem antropogênica.

Resolução CONAMA 20/86

Sulfatos 250 mg SO_4/L .

Os parâmetros físicos Cor, Condutividade e Turbidez

A cor está associada ao grau de redução da intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (redução por absorção de parte dos raios), devido à presença de sólidos dissolvidos (PIVELI, 1998).

Resolução CONAMA 20/86:

Cor Classe I 30 UC

A turbidez é o grau de redução de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (absorção e espalhamento), devido à presença de sólidos em suspensão (PIVELI, 1998).

Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. A turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas.

Resolução CONAMA 20/86 indica:

Turbidez 40 N.T.U.

A condutividade é uma expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica; a condutividade da água depende de suas concentrações iônicas e da temperatura.

A condutividade fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral; não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes.

Os Cloretos – quando há um aumento no teor destes na água é uma indicação de uma possível poluição por esgotos (excreção de cloreto pela urina) ou despejos industriais.

Resolução CONAMA 20/86 indica:

Cloretos 250 mg/L Cl

Sólidos em Suspensão como cita PIVELI (1998) – em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra, a uma temperatura pré-estabelecida, durante um tempo fixado.

- Relação do Ambiente da Bacia Paiva Castro com Parâmetros e Resultados Obtidos

É necessário lembrar que a região e áreas marginais ao Reservatório Paiva Castro já sofreram diversos impactos que devem ser considerados: uso e ocupação do solos comprometidos; desmatamento; expansão urbana progressiva; cobertura vegetal já interrompida; assentamentos clandestinos; a região já comportou olarias e pedreiras; atividades hortifrutigranjeiras; aterro sanitário e depósitos de lixo e entulho; Rodovia Fernão Dias nas proximidades; operações de abastecimento de águas e esgotos não condizentes.

Como cita TUNDISI (1999), o baixo tempo de retenção do canal do Juqueri, do reservatório e do braço fornecedor de água é um ponto positivo, na medida em que torna as condições limnológicas razoavelmente satisfatórias.

O canal do Juqueri, que neste trabalho pode ser representado pelos pontos P 214 – Ribeirão Itaim, próximo à Rodovia Fernão Dias; P 215 na entrada do canal, é a mais importante entrada de matéria orgânica e inorgânica para o Reservatório. Essa área de entrada do canal contém uma parte alagada que apresenta macrófitas em sua superfície.

Deve-se considerar também o ponto P212, um ponto estratégico, como já foi citado, para sinalização de fonte poluidora, devido ao aporte de esgotos não tratados.

O Rio Juqueri, como mostra a (figura 3 anexo 1), nos pontos P212, P214, P215 e P301 à montante, mantêm o pH por volta de 7, sendo que P212 e P215 nestes dez anos ficou acima deste valor.

Coliformes fecais nestes pontos esteve muito acima dos padrões nestes dez anos, e, não é possível uma diferenciação em épocas de chuva ou de estiagem; o ponto P214, por exemplo, tem um nível alto do pico tanto em meses de junho como em meses de dezembro (figura 5 anexo1).

O mesmo ocorre com coliformes totais; o ponto P212 tem nível de elevação do pico em meses de fevereiro, assim como P214 e, P215 nos meses de agosto.

O ponto P102, coincidente com o da CETESB, esteve em desacordo com padrões de qualidade ao longo desse período de 1987-1997. Pelo gráfico seqüencial (figura 4 anexo 1); apesar de afastado do centro do município, é usado nos finais de semana por uma grande concentração de pessoas, banhistas, esportistas. Os níveis de nitratos e nitrogênio amoniacal estão próximos, sugerindo fonte recente de poluição.

A cor nos pontos P 212, P 214 e P 215 tem elevação nos meses de maio, junho e, também em novembro e dezembro.

No que se refere ao fosfato total (figura 13 anexo 1), P212, P214 e P215 apresentam picos mais altos em meses de outubro.

O ponto P214 no gráfico da evolução dos valores de nitrogênio (figura 31 anexo 1) , apresenta valores acima de 7,0 mg/LN em 1991 e meses de junho e outubro nos gráficos seqüenciais (figura 19 anexol).

Ponto P210, localizado à montante do túnel 5; o nitrogênio apresenta sensível elevação, sem contudo, ultrapassar os valores de legislação. Esses picos prevalecem nos meses de junho e outubro (estiagem).

O nitrato com picos abaixo de 0,5 mg/L; e o nitrito abaixo do nitrato.

Apresentando picos de nitrato elevado em relação ao nitrogênio amoniacal, podendo indicar uma fonte de poluição remota (gráfico 4 página 59).

P 212 apresenta pico elevado em 1989 e com maior intensidade em 1992, com uma queda acentuada em 1997, no gráfico de evolução dos teores de nitrogênio (figura 31 anexo 1).

P 301 apresenta índices dos picos de nitrato e nitrogênio amoniacal muito próximos. Indicando possível fonte poluidora recente.

“Não procure valores absolutos
no mundo relativo da natureza”
Vishuddhananda (Gandha Baba)

7. CONCLUSÕES

Com os dados disponíveis neste trabalho foram possíveis as seguintes conclusões:

- Embora não tenha sido expressivamente sinalizada a eutrofização do Reservatório Paiva Castro, são notórios nos gráficos a contribuição e aumento de nutrientes, como fósforo e nitrogênio. Alguns pontos, apesar de tributários, já caracterizam-se comprometidos com o aporte de nutrientes, como o ponto P214, Ribeirão Itaim.

- Os dados institucionais indicam o crescimento de alguns parâmetros de saneamento em paralelo com o crescimento populacional, mas, talvez um estudo estatístico mais apurado revele que a intensidade da proporção não tenha esse paralelismo.

- Os mapas temáticos mostram o aparecimento de impactos no saneamento básico, ocupação do solo, transporte, habitação e, também na industrialização.

- Observando a região, desde o período estudado, seu entorno, seus tributários; a grande quantidade de esgotos domésticos lançados nos corpos d'água, os assoreamentos, as intensas queimadas, que já dissiparam a mata ciliar nativa; nos finais de semanas, quando a represa é local de lazer, há o uso de jet-skis, além da segurança promove o assoreamento, mais o volume de lixo que é jogado para dentro da represa.

- Quanto aos parâmetros, não ocorre um comportamento sazonal definido na estiagem ou no período chuvoso, o que pode ser notado tanto nos gráficos seqüenciais, quanto nos gráficos da variação espacial das medianas.

RECOMENDAÇÕES

Uso de uma base de dados mais abrangente quanto aos parâmetros, como fitoplâncton, Clorofila-a, DBO, Oxigênio Dissolvido, Temperatura da Água.

O Saneamento Básico acompanhe o crescimento populacional e o desenvolvimento da região.

Um estudo da relação sedimento/água; o comportamento dos sedimentos em reter, controlar e liberar as diversas substâncias, principalmente o fósforo.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ab'Sáber AN. O Reservatório do Juqueri, na área de Mairiporã: estudos básicos para defesa ambiental e ordenação dos espaços envolventes. **Geogr e Planej** 1978; 32: 1-28.

Ab'Sáber AN. O Complexo Controle Ambiental em São Paulo. In: **Ecologia. A Qualidade de Vida**. São Paulo: SESC; 1994. p.81-5.

Amaral e Silva CC. **Poluição das Águas e Eutrofização**. São Paulo; 1972. [Dissertação de Mestrado. Faculdade de Saúde Pública da USP].

Andrews JE, Brimblecombe P, Jickells TD. **An Introduction to Environmental Chemistry**. London: Blackwell Science; 1996.

Azevedo Netto JM. Novos Conceitos sobre a Eutrofização. **Revista DAEE** 1988; 48:22-28.

Azevedo W. **História de Mairiporã**. Mairiporã.com.br [página na internet]. Disponível em <[URL:htm://www.mairiporã.com.br/cidade/historia](http://www.mairiporã.com.br/cidade/historia)>[06/03/2000].

Azevedo W. A Cidade de Mairiporã em Números. [página da internet]. Disponível em <[URL:htm://www.mairiporã.com.br/cidade/dados.htm](http://www.mairiporã.com.br/cidade/dados.htm)>[06/01/2001].

Batalha BL. **Água Potável: O imperativo da Atualização** (Assunto: Qualidade da Água). [Artigo on line]. Disponível em < URL: [http:// www.allchemy.iq.usp.br](http://www.allchemy.iq.usp.br)> [06/03/2000].

Bernardi R, Giussani G. **Diretrizes para o Gerenciamento de Lagos. Biomanipulação para o gerenciamento de Lagos e Reservatórios**. São Carlos: IIE; ILEC ; 2001. Biomanipulação: Bases para o Controle do Topo para a Base; p.1-11.

Berner E K, Berner R A, **The Global Water Cycle. Geochemistry and Environmental**. Chischester: John Wiley; 1987.

Born GCC. **Levantamento sobre a população usuária do Reservatório Paiva Castro e do Canal do Rio Juqueri**. São Paulo: Vitae Civilis; 2000.

Branco SM, Rocha AA. **Poluição, Proteção e Usos Múltiplos de Represas**. São Paulo: CETESB; 1977.

Branco SM. **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. 3ª ed. São Paulo: CETESB.;1986.

CAVALCANTI JEWA. Projeto Memória da Engenharia Ambiental e Sanitária. O Sistema Cantareira. Série Documentos. Doc.2. São paulo: Instituto de Engenharia; 1998.

CEPA. Anteprojeto: Aproveitamento do Rio Juqueri para o Abastecimento de Água de São Paulo. **Revista DAEE**; 1964;54: 71-105.

[CETESB] Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório da Qualidade das águas Interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo; 1997.

[CETESB] Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo; 1998.

[CETESB] Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo.

Relatório da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. São Paulo; 2002.

Chapman D. ed. **Water Quality Assessments**. 2ª ed. E&FNSpon, London; 1996.

COIMBRA JAA. **Notas Pessoais**. Setembro, 1999.

Costa AM. **Análise Histórica do Saneamento no Brasil**. São Paulo; 1994. [Dissertação de Mestrado –Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz].

[DAEE] Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Análise nas Intervenções das Vazões dos Principais Rios da bacia do Piracicaba-Piracena** [página na internet]. Disponível em <[URL:http://www.cna.usp.br](http://www.cna.usp.br)> [27/01/2002].

[DAEE] Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Distribuição de Água no Planeta**[página na internet].Disponível em<[URL:http://www.dace.sp.gov/Agua.htm](http://www.dace.sp.gov/Agua.htm)> [27/01/2002].

[DERSA] Desenvolvimento Rodoviário SA. **O Projeto – Rodoanel**. [página da internet]. Disponível em< [URL:http://www.dersa.com.br](http://www.dersa.com.br)> [20/01/2002].

Duarte RG. **Eutrofização da Represa do Lobo: Observações sobre Fatores que contribuem para a Eutrofização de Represas em Climas Tropicais**. São Paulo. 1982 [Tese de Doutorado do Departamento de saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da USP].

[EMPLASA] Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo SA. **Plano de Usos Integrados e Disciplinares das Áreas Marginais ao Reservatório Paiva Castro e canal do Rio Juqueri.** 1999.

Esteves FA. **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro: Intersciência; 1988.

Esteves FA, Barbosa FAR. Eutrofização Artificial: a doença dos lagos, *Ciência Hoje*;1986;5:57-61.

Fagundes I. **Mairiporã Aldeia Pitoresca.**[página na internet]. Disponível em <URL:<http://www.mairipora.com.br/cidade/historia.htm>> [06/03/2000].

Ferreira, ABH. **Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa.** São Paulo: Editora Nova fronteira; 1989.

Giatti LL. **Reservatório Paiva Castro- Mairiporã – SP. Avaliação da Qualidade da Água sobre alguns Parâmetros Físicos, Químicos e Biológicos (1987-1998).** São Paulo; 2000. [Dissertação de Mestrado do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da USP].

Giussani G, Galanti G. Estudo de Caso: Lago Cândia, Norte da Itália. In: Bernardi R, Giussani G. **Diretrizes para o Gerenciamento de Lagos. Biomanipulação para o Gerenciamento de Lagos e Reservatórios.** São Carlos: IIE;ILEC;2001.

Gobb DL, Zaitsev D, Mistura CM, Vaitsman DS. Monitoramento Ambiental da Água do Rio Marau na região do Planalto Médio do Rio Grande do sul. *Anais da ABQ*; 1999; 48:1-6.

Gophen M. Alterações na Rede Alimentar por Meio e Mudanças Físicas: Eutrofização e Seletiva. In: Bernardi R, Giussani G. **Diretrizes para o Gerenciamento de Lagos. Biomanipulação para o Gerenciamento de Lagos e Reservatórios.** São Carlos: IIE;ILEC; 2001.

Hespanhol I. Influência do Represamento na qualidade das águas, *Revista DAEE*; 1978; XXXVIII.

HIDROPLAN. **Plano Integrado de Aproveitamento e Controle de Recursos Hídricos das Bacias Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista.** São Paulo: São Paulo (Estado)- Secretaria de recursos Hídricos; 1995.

Hutchinson GE. Eutrophication, *Amer Sci.*; 1973; 61:261-279

[IBGE] Instituto Brasileiro de geografia e Estatística. Mairiporã – SP. **Enciclopédia dos municípios Brasileiros.** Rio de Janeiro. 1957;XXIX.

Instituto de Engenharia – **Projeto Memória da Engenharia Ambiental e Sanitária - O Sistema Cantareira.** Coordenação Engº José Eduardo W. de A Cavalcanti; 1998.

Lamparelli MC, Carvalho MC. **Uma ameaça à Qualidade da Água**. [página da internet] Disponível em <URL:<http://www.fapesp.br>> [20/01/2002].

Mascarenhas S. **Biofísica da Água**. *Spectrum- J Bras Ci*; 1981; 1:1-4.

Odum EP. **Ecologia**. Rio de Janeiro:Ed Guanabara Koogan SA ;1988.

O Estado de São Paulo. **Mairiporã quer erguer um Museu**. [página na internet]. Disponível em [URL:http://www.estadao.com.br/suplementos/dom](http://www.estadao.com.br/suplementos/dom) [17/01/2001].

O Estado de São Paulo. **Loteamentos Clandestinos** [página na internet]. Disponível em <URL:<http://www.estadao.com.br/editoriais>> [18/01/2002].

Oliveira J. **Constituição da República Federativa do Brasil**. São Paulo:Ed Saraiva; 1994.

Oliveira MCB. **Algas Tóxicas: A População – Exposta ao Perigo** [página da internet]. Disponível em <URL:<http://www.assis.unesp.br>> [27/12/2000].

Pereira N. **Eutrofização no Sistema Estuário e das Bacias de Santos e São Vicente (Estado de São Paulo, Brasil)**. São Paulo; 1985. [Dissertação de Mestrado da Faculdade de Saúde Pública da USP].

Pierris MLD. **O Reservatório Paiva Castro, Mairiporã, SP no Contexto do Saneamento e Saúde Pública uma Abordagem Crítica da Ocupação do Entorno**. São Paulo; 2001 [Dissertação de Mestrado do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da USP].

Pinto MAT, Cavalcanti CGB. **Recuperação de Lagos Tropicais – Biotecnologia no Controle da Eutrofização em Lagos Tropicais – A Experiência do Lago Paranoá** [página na internet]. Disponível em [URL:http://www.biotecnologia.com.br](http://www.biotecnologia.com.br) [03/01/2001].

Piveli RP. **Qualidade das Águas**. São Paulo; 1998. [Apostila da Disciplina “Qualidade Ambiental” do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da USP].

Ryding SO, Rast W. **The Control of Eutrophication of Lakes and Reservoir**. Paris. The Parthenon Publishing Group; 1989.v.1.

Rivelino O. **Banco de Dados dos Parâmetros Físicos-Químicos nos Tributários do Rio Juqueri (1987-1999)**. São Paulo: SABESP; 1999.

Rivelino O. **Conseqüência do Constante Aumento de poluição no Reservatório Paiva Castro**. São Paulo: SABESP; 1999 [Relatório Técnico].

Rocha AA, Branco SM. Eutrofização e suas Implicações na Ciclagem de Nutrientes. **Acta Limnol Brasil**; 1986; 1:201-42.

Rocha AA. **A Ecologia, os Aspectos Sanitários e de Saúde Pública da Represa Billings na Região Metropolitana de São Paulo, uma contribuição à sua Recuperação**. São Paulo; 1984. [Dissertação de Livre-Docência da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo].

Rocha AA. **Fatos Históricos do Saneamento**. São Paulo: João Scortecci Editora; 1997.

Rutkowski E. **Desenhando a Bacia Ambiental – Subsídios para o Planejamento das Águas doces Metropolitan(izad)as**. São Paulo; 1999. [Tese de Doutorado da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP].

[SABESP] Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Data Oper**. São Paulo; Governo do Estado de São Paulo – Secretaria de Energia e Saneamento; 1989.

[SABESP] Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Proteção dos Mananciais do Sistema Cantareira**. São Paulo. 1999.

São Paulo (Estado). **Poluição**. Série Documentos. Doc.2. São Paulo: Secretaria da Educação; 1989.

São Paulo (Estado). Lei Estadual nº 9866/97. **Uma Nova Política de Mananciais**. São Paulo: Secretaria do meio Ambiente; 1997.

São Paulo(Estado). **Entre Serras e Águas**: Secretaria do Meio Ambiente;1999.

São Paulo (Estado). **Parque Estadual da Cantareira**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente2; 2002a

São Paulo (Estado). **Parque Estadual do Juquery**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente 4; 2002b.

Sawyer CN, McCarty PL, Parkin GF. **Chemistry For Environmental Engineering**: 4ªed.: MacGraw-Hill International Editions; 1994.

[SEADE] Fundação Sistema Estadual de Análise de dados. **Definições de Áreas Segundo o Instituto Geográfico Cartográfico-1995** [página na internet] Disponível em <[URL:http://www.seade.gov.br](http://www.seade.gov.br)> [14/01/2002].

Silva DA. **Evolução do Uso e Ocupação da Terra no Entorno dos Parques Estaduais da Cantareira e Alberto Löfgren e Impactos Ambientais decorrentes do Crescimento Metropolitano**. São Paulo; 2000. [Dissertação de Mestrado do Departamento de Geografia da FFLCH da USP].

Silva JA. **Direito Ambiental Constitucional**. São Paulo: Ed. Malheiros; 1995.

Sperling MV. **Autodepuração dos Cursos d'Água**. Belo Horizonte; 1983. [Dissertação de Mestrado do Departamento de Engenharia Sanitária da Universidade Federal de Minas Gerais].

Sperling MV. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 2ªed. Belo Horizonte: DESA-UFMG; 1996.

Starling FLRM, Lazzaro X. Controle da Eutrofização em Lagos e Reservatórios Tropicais por Biomanipulação. Estudo de Caso: Lago Paranoá (Brasília, Brasil). In: Bernardi R, Giussani G. **Diretrizes para o Gerenciamento de Lagos. Biomanipulação para o gerenciamento de Lagos e Reservatórios**. São Carlos: IIE; ILEC; 2001.

Toledo Jr AP, Talarico M, Chung SJ, Agudo EG. Aplicação de Modelos Simplificados para a Avaliação de Processos de Eutrofização em Lagos e reservatórios Tropicais. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**; 1983.

Tundisi JG. **Gerenciamento Sustentável e Integrado e Recuperação da Represa Paiva Castro**. Parte II; 1999.

Vieira JF, Moraes CA. Qualidade das Águas – Eutrofização. **Saneamento**; 1976, 50:95-103.

Vollenweider RA. Eutrophication – A Global Problem. **Water Quality Bulletin**; 1981; 6:59-62.

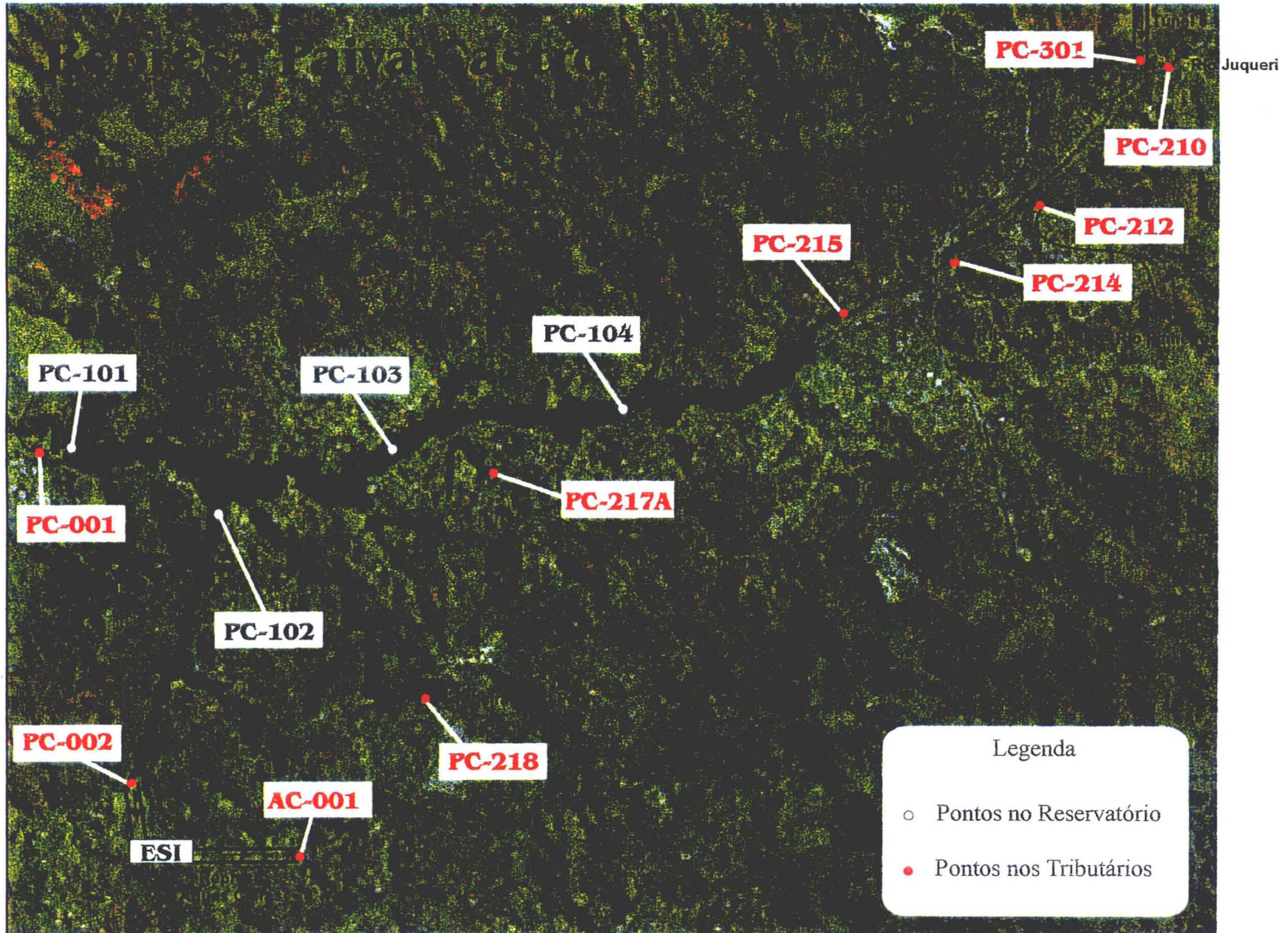
Wetzel, RG. **Limnologia**. Ediciones Omega SA. Barcelona; 1981.

Zagatto PA. Toxinas de Algas: Riscos à Saúde Pública. **Revista Gerenciamento Ambiental**; 2002; nº17.

A N E X O 0 1

Pontos de monitoramento da qualidade da água dos mananciais da RMSP.

Figura 1



Fonte: SABESP, 1999.

Divisão de Gestão da Qualidade da Produção

Tabela1 - Medianas dos valores das amostras nos pontos de coleta P:1;101;102;103;104;2;210;211;212;213;214;215;216;217;218;220 e 301 no Reservatório Paiva Castro-Mairiporã -SP.

Pontos	Cloretos mg/L.Cl	Nitrogênio Total mg/L.N	pH	Fosfato Total mg/L.PO ₄	Turbidez NTU	Nitrogênio Nitrito mg/L.N	Cor U.C.	Nitrogênio Amoniacal mg/L.N	Condutiv. umho/cm	Sulfatos mg/L. SO ₄	Sólidos em Suspensão mg/L	Coliforme Fecal NMP/100mL	Coliforme Total NMP/100mL	Fósforo Total mg/L P	Nitratos mg/L N
P1	5.36	0.37	7.20	0.0210	5.60	0.00090	15	0,090	31	1.2	10	38	500	0,01230	0,150
P101	4.60	0.33	7.00	0.0160	4.30	0.00020	13333	0,09	30,66		103	32,05	433	0.01800	0,110
P102		0.33	7,25	0.0200	7.06	0.00200	15000	0,10				95	2933,5	0,01700	0,140
P103		0.36	7.20	0.0210	5.45	0.00200	10000	0,07				448	2613	0.01350	0,135
P104		0.34	7.25	0.0375	4.55	0.00200	10000	0,07				1570	13268,5	0,02500	0,140
P2	4.90	0.33	7.20	0.0210	7.35	0.00100	20	0,07	29	0.5	10	170	2400	0,01300	0,120
P210	4.80	0.40	7.40	0.0500	11.00	0.00100	40	0,05	35	0.5	24	3000	22000	0,02400	0,200
P211	4.55	0.28	7.30	0.0200	4.00	0.00050	10	0,08	26	0.5	10	900	1700	0,00960	0,075
P212	5.10	0.38	7.30	0.0600	20.00	0.00100	60	0,04	43,5	0.5	24	1100	5000	0,02880	0,190
P213	5.00	0.31	7.20	0.0500	8.00	0.00050	20	0,08	32	1,05	20	8000	170000	0,02640	0,090
P214	12.00	4.70	7.10	1.3000	28.00	0.02600	70	2,95	132	1,9	37,5	488400	800000	0,61300	0,056
P215	4.90	0.35	7.30	0.0300	6.20	0.00100	15	0,08	30	1,1	10	5000	22000	0,01440	0,110
P216	17.90	3.60	6.90	0.7000	40.00	0.00050	100	2,85	122	2,7	38	1700000	1850000	0,33600	0,205
P217	6.40	0.50	7.00	0.0400	23.00	0.00100	75	0,16	75	0.5	17	2109	11000	0,02400	0,150
P218	5.80	0.47	7.00	0.0470	13.50	0.00150	47,5	0,06	47	1,4	10	1700	11000	0,02376	0,270
P220	5.20	0.35	6.90	0.0320	14.00	0.00100	40	0,06	40	0.5	10	700	8000	0,01632	0,150
P301	4.50	0.28	7.20	0.0100	2.60	0.00075	5	0,06	26,5	1	10	22	170	0,00480	0,078

Em branco dados inexistentes

Figura 2. pH nos pontos de coleta: P1, P101, P102, P103, P104, P2, P210 e P211 no reservatório Paiva Castro (1987-1997).

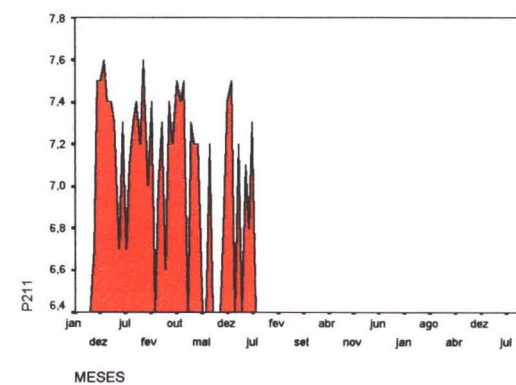
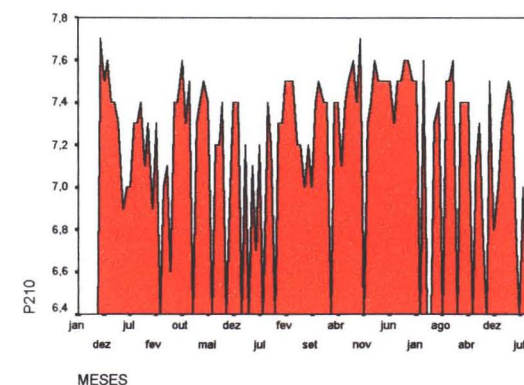
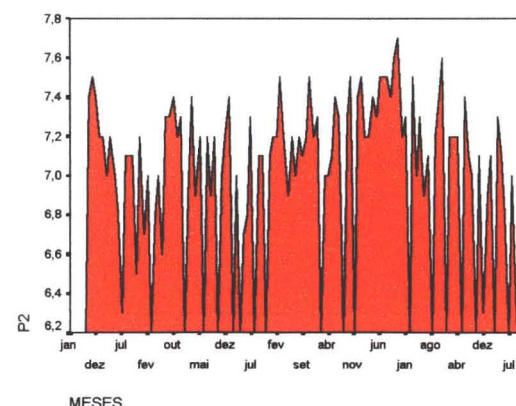
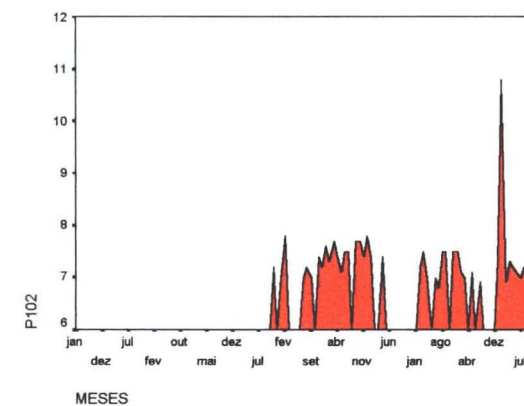
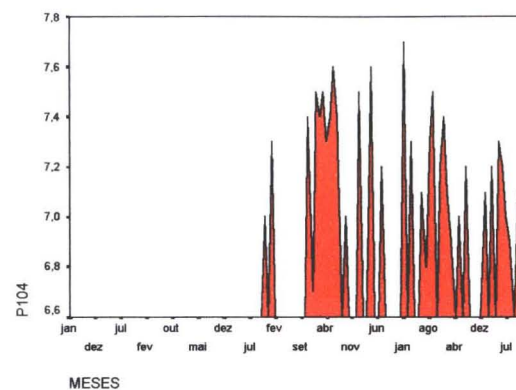
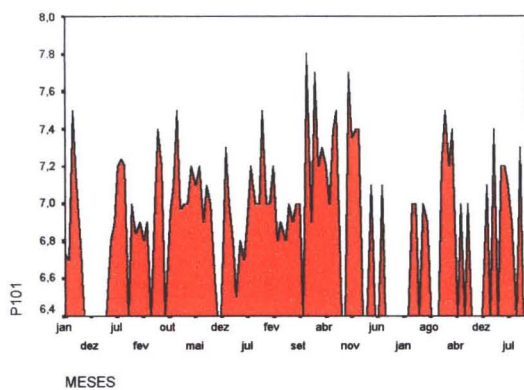
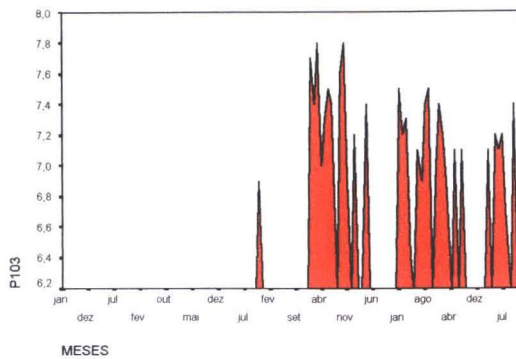
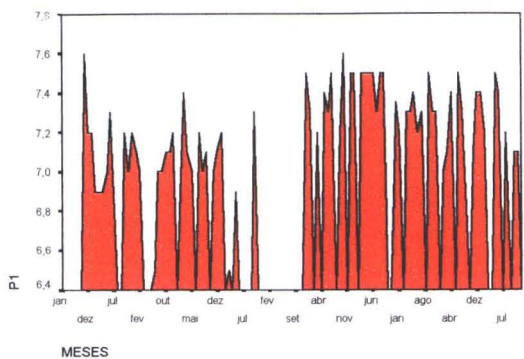
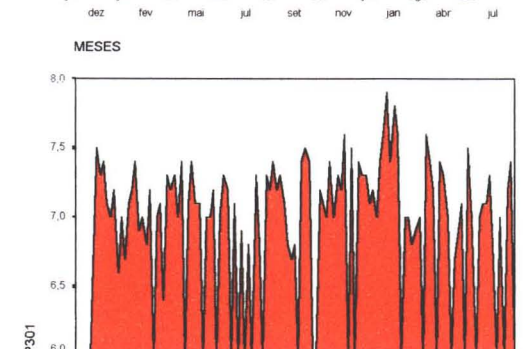
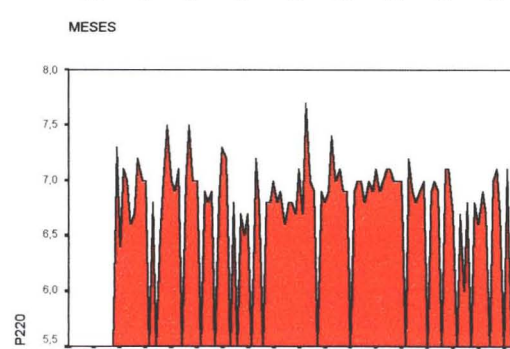
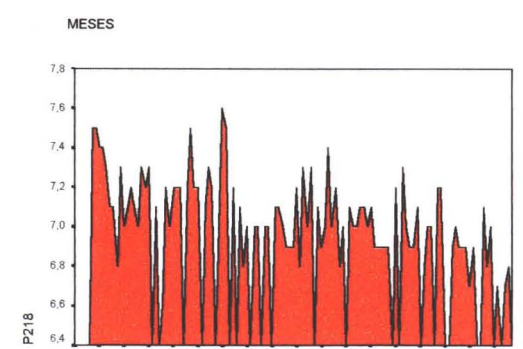
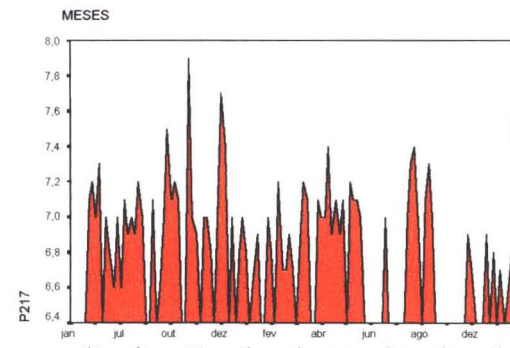
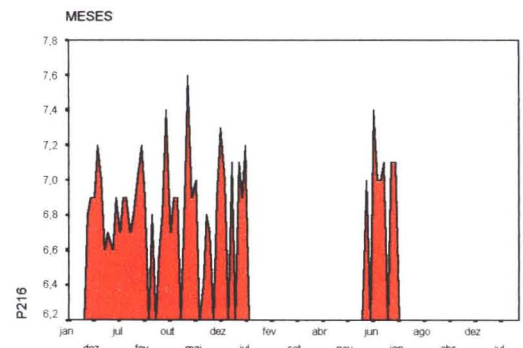
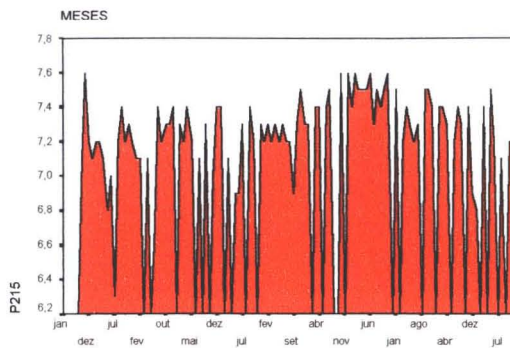
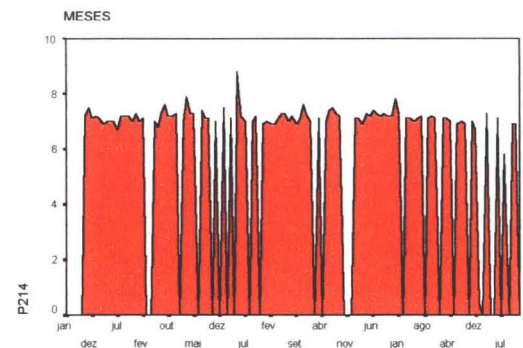
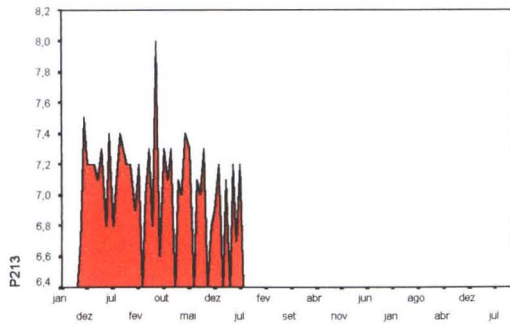
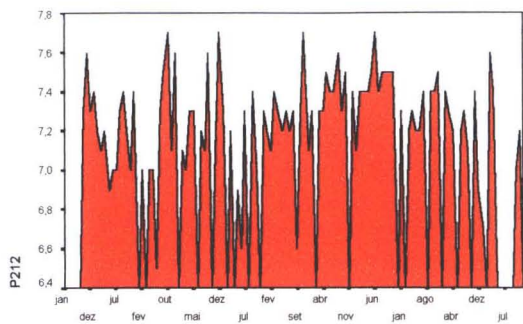


Figura 3. pH nos pontos de coleta: P212, P213, P214, P215, P216, P217, P218, P220 e P301 no reservatório Paiva Castro (1987-1997).



MESES

Figura 4 - Coliformes Fecais (NMP/100ml) nos pontos de coleta : P1, P101, P102, P103, P104, P2, P210 e P211 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997).

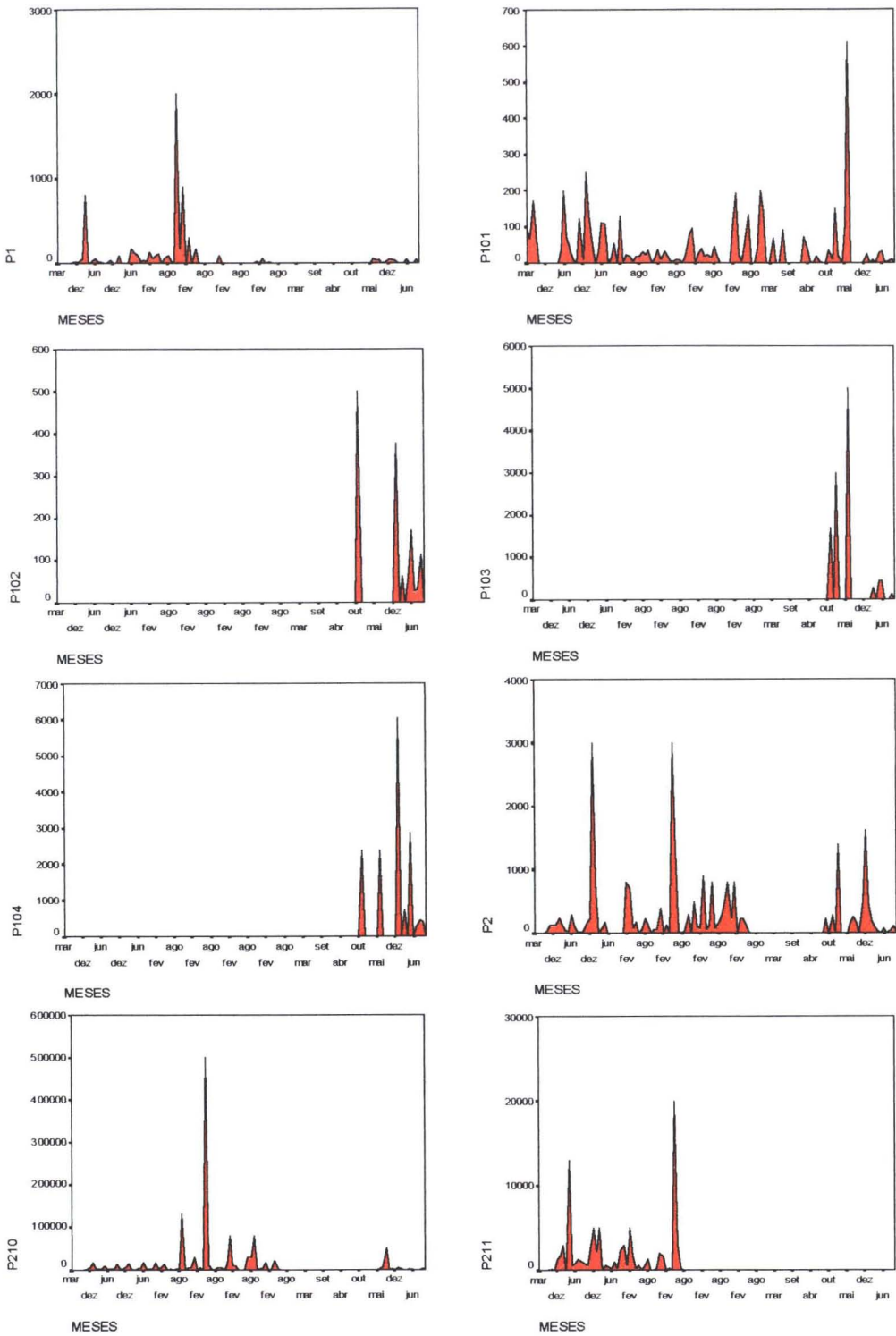


Figura 5 . Coliformes Fecais (NMP/100ml) nos pontos de coleta : P212, P213, P214, P215, P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997).

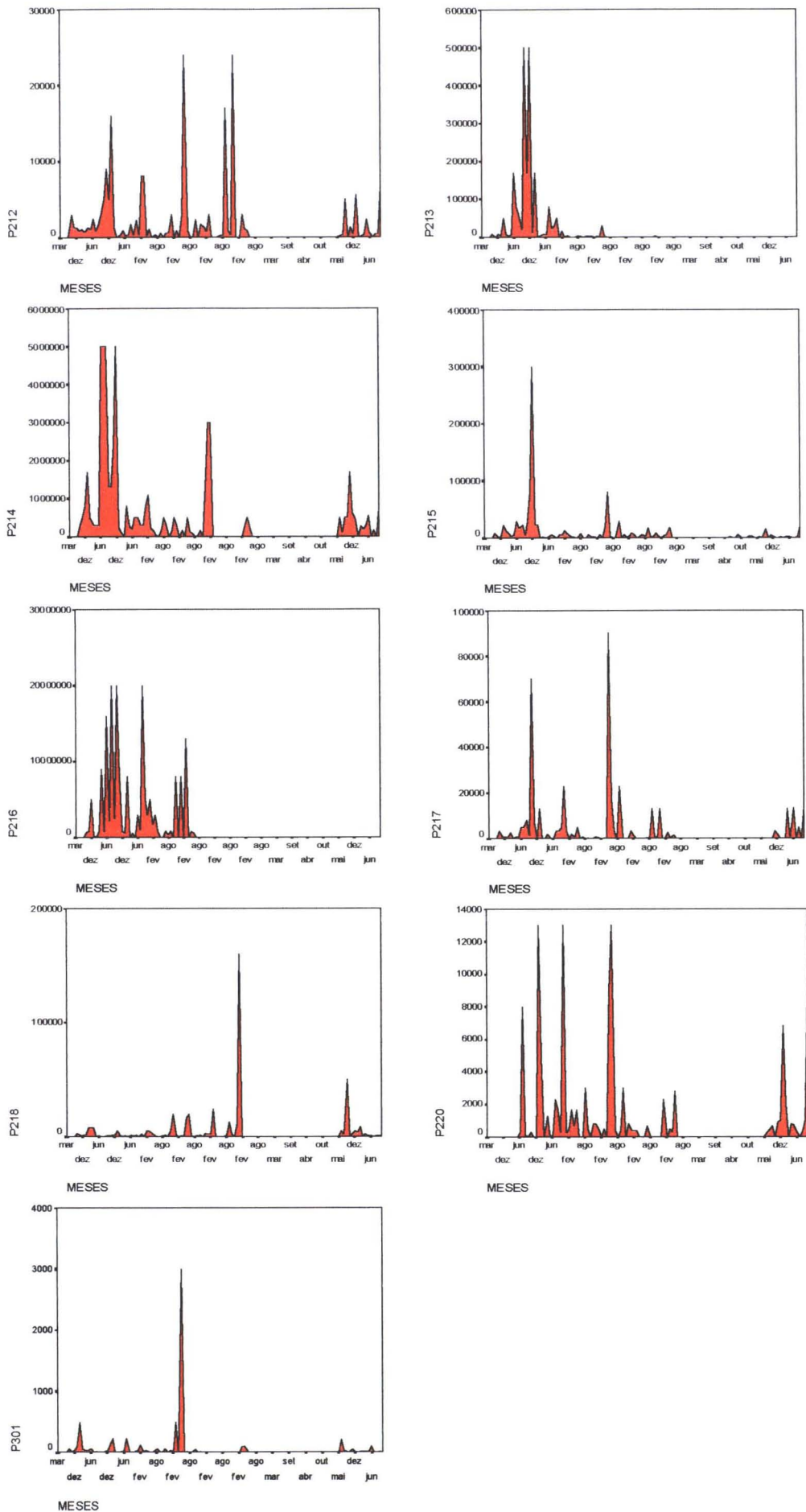


Figura 6 . Coliformes Totais (NMP/100ml) nos pontos de coleta : P1, P101, P102, P103, P104, P2, P210 e P211 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997).

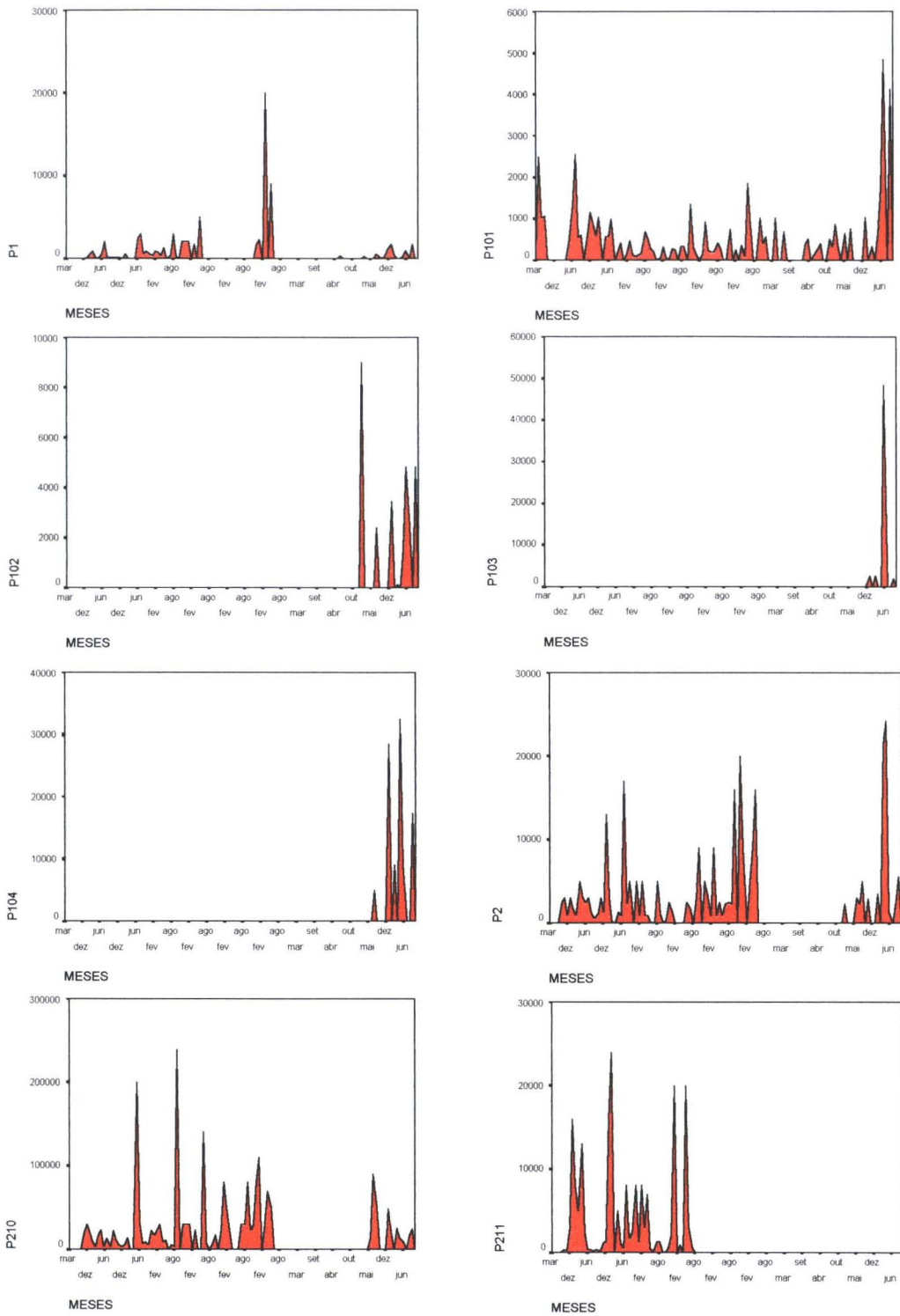


Figura 7 . Coliformes Totais (NMP/100ml) nos pontos de coleta : P212, P213, P214, P215, P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997).

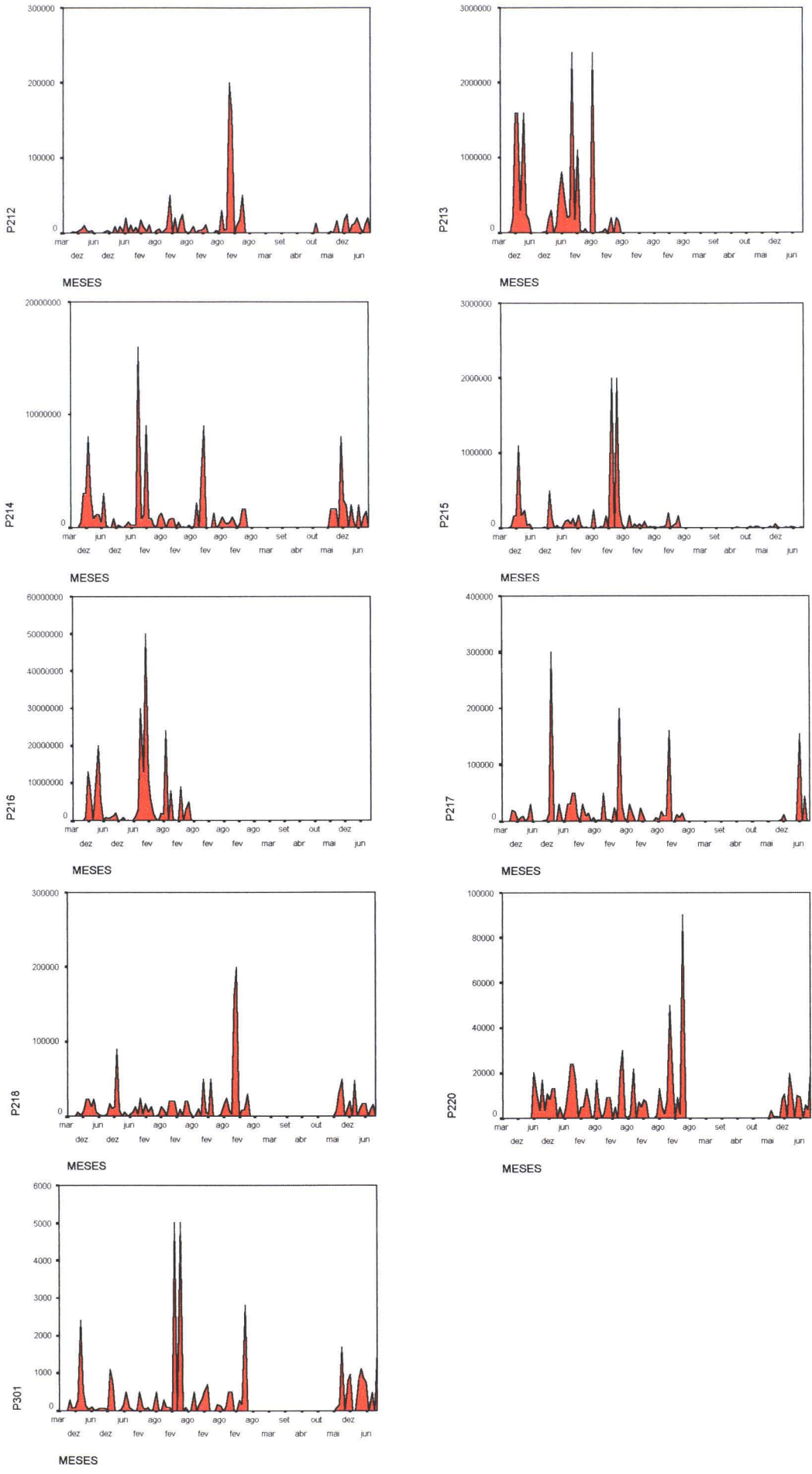
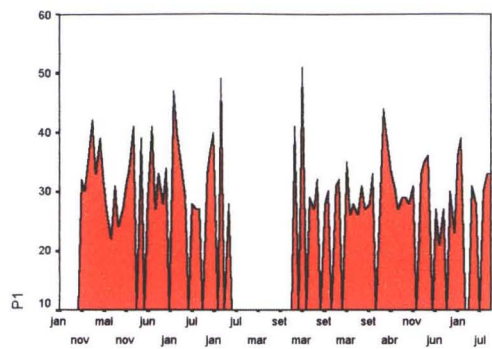
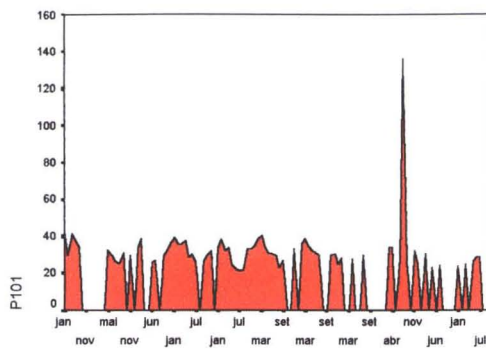


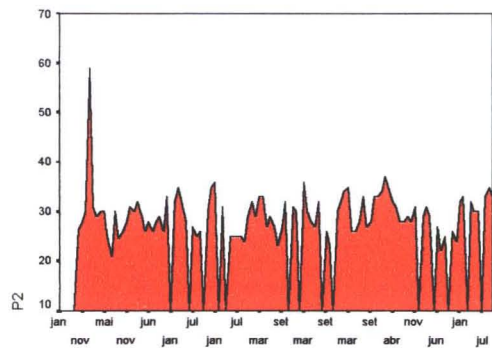
Figura 8 . Condutividade (umho/cm) nos pontos de coleta : P1, P101, P2, P211, P212 P213 e P214 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997).



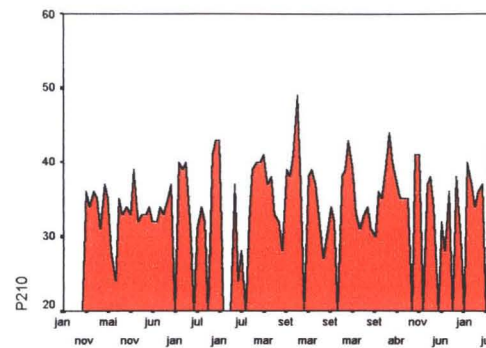
MESES



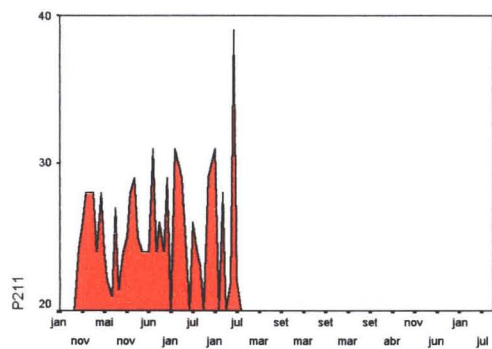
MESES



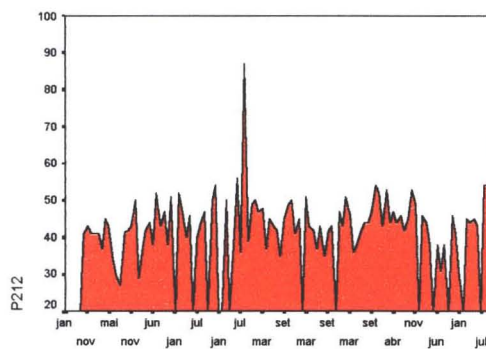
MESES



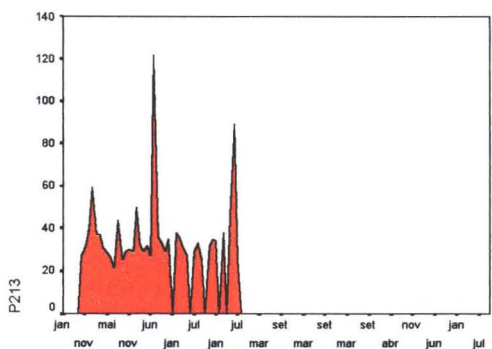
MESES



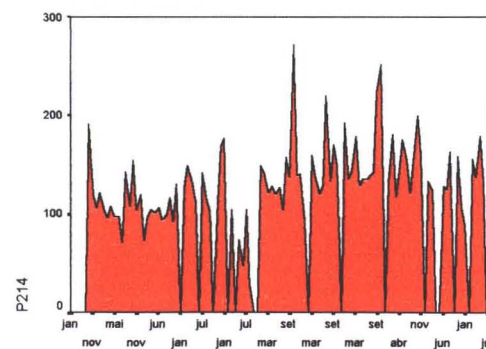
MESES



MESES



MESES



MESES

Figura 9 . Condutividade (umho/cm) nos pontos de coleta : P215, P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997).

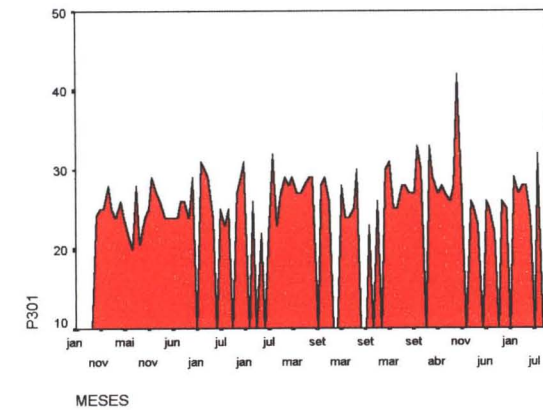
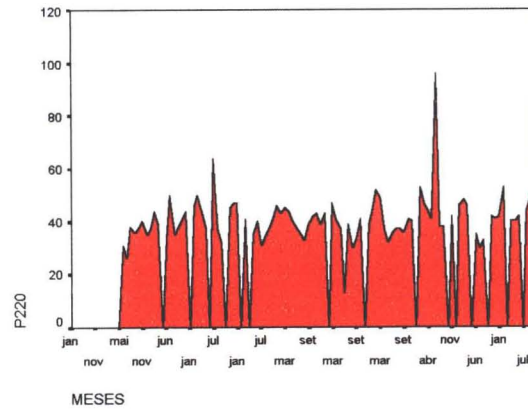
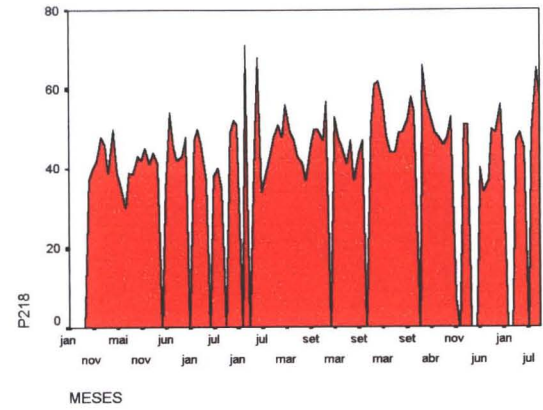
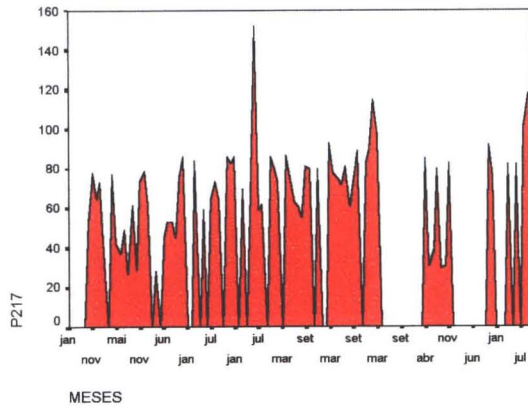
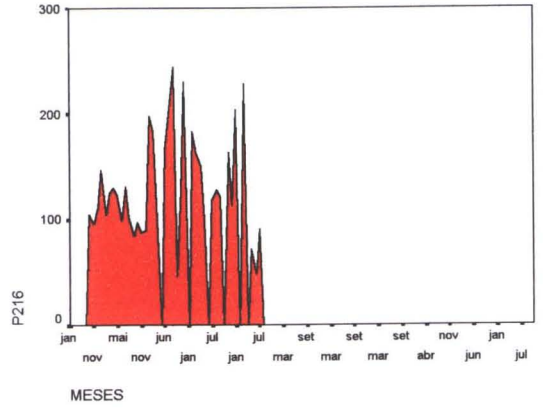
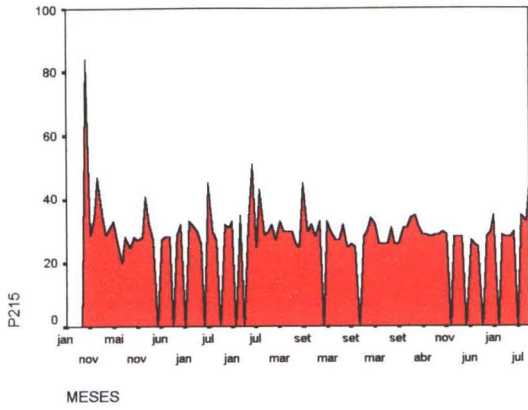


Figura 10 . Cor (U.C.) nos pontos de coleta : P1, P101, P2, P210, P211, P212, P213 e P214 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997).

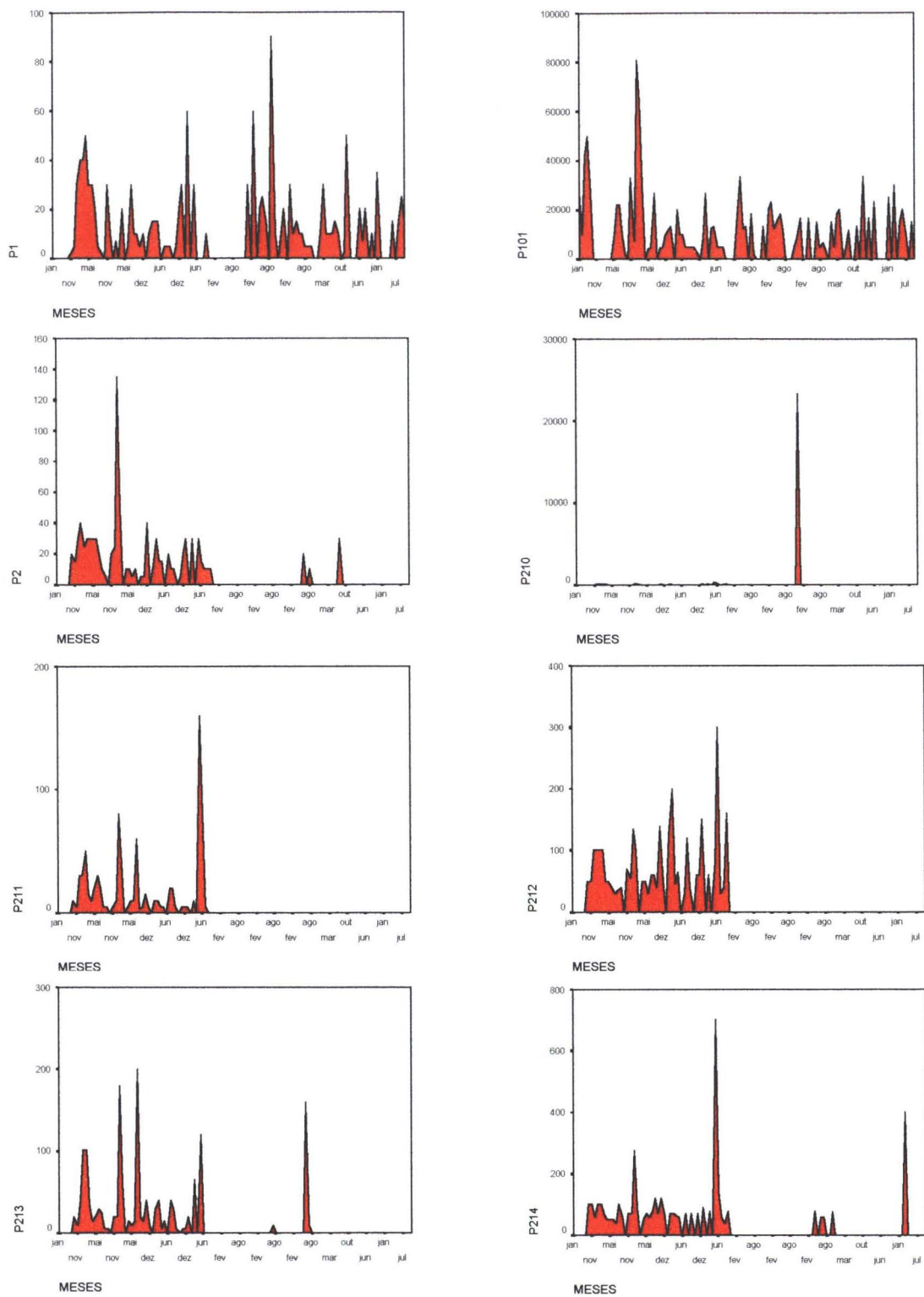


Figura 11 . Cor (U.C.) nos pontos de coleta : P215, P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997).

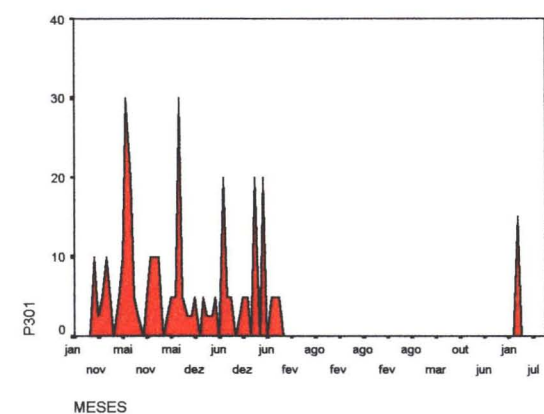
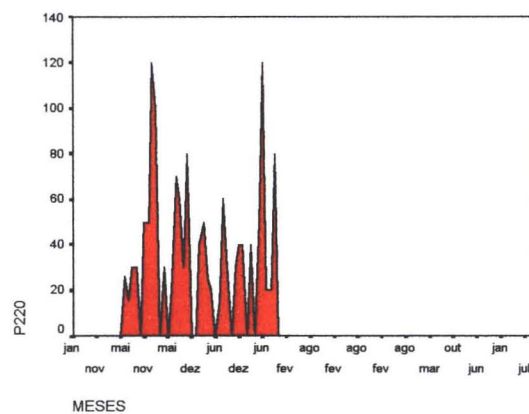
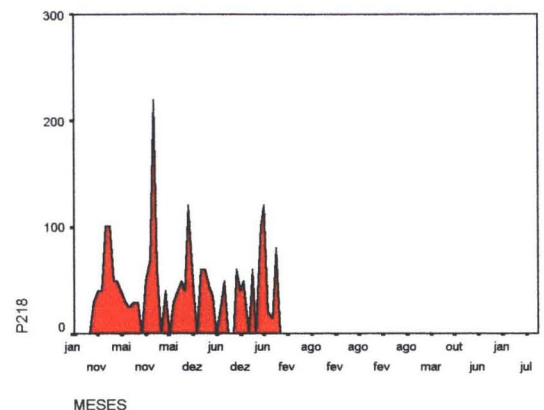
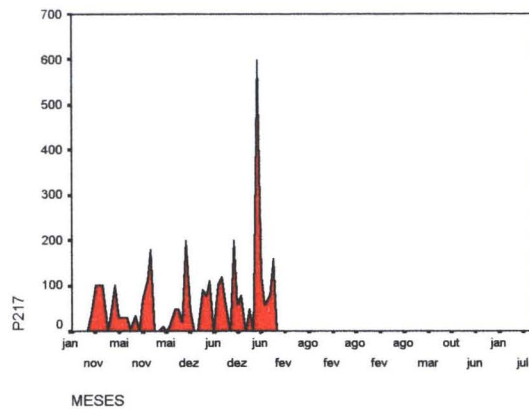
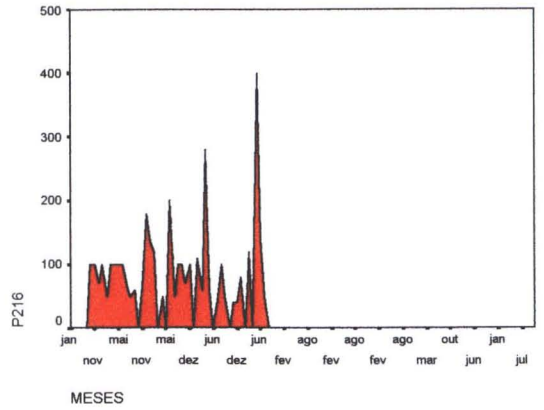
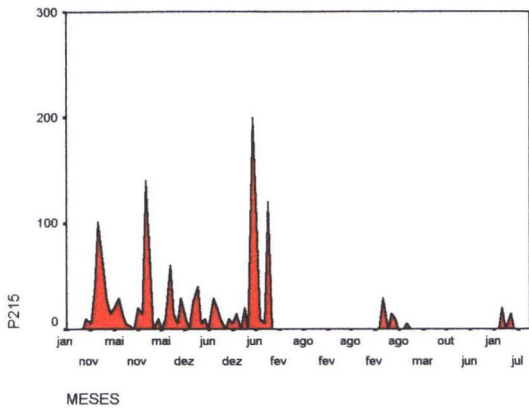
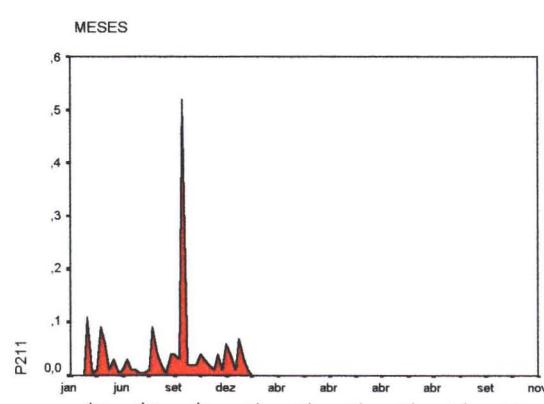
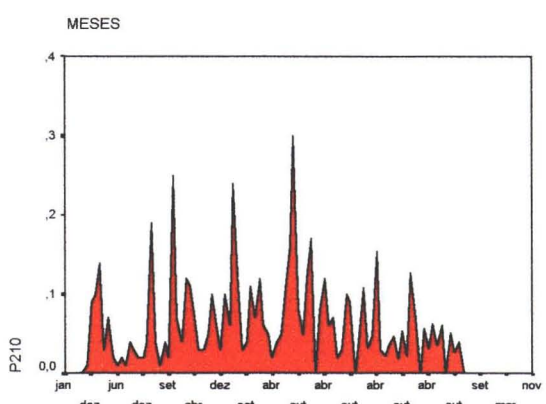
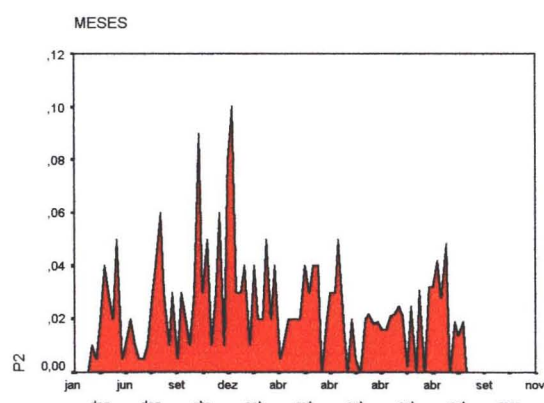
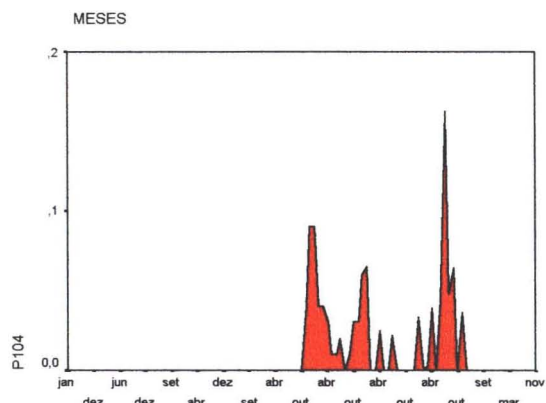
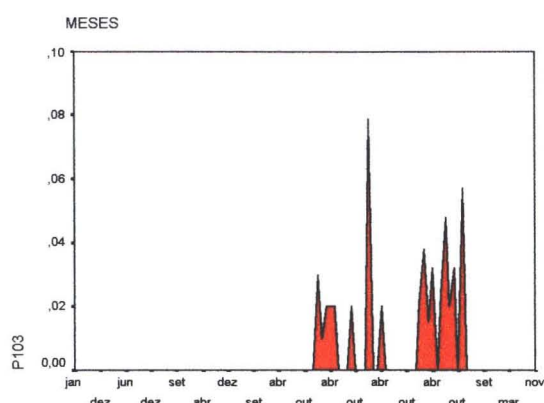
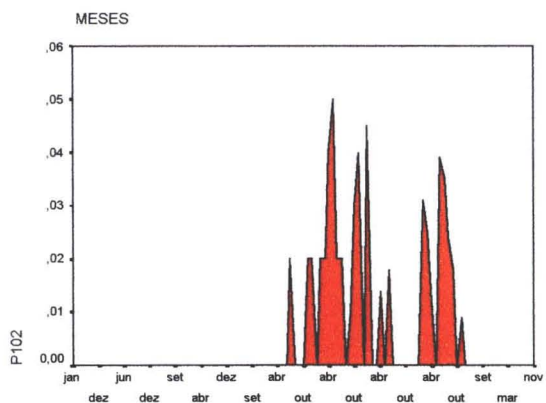
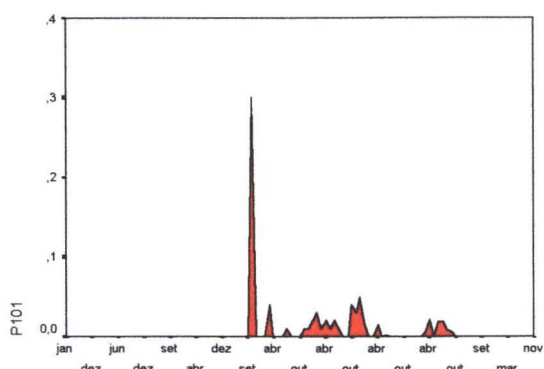
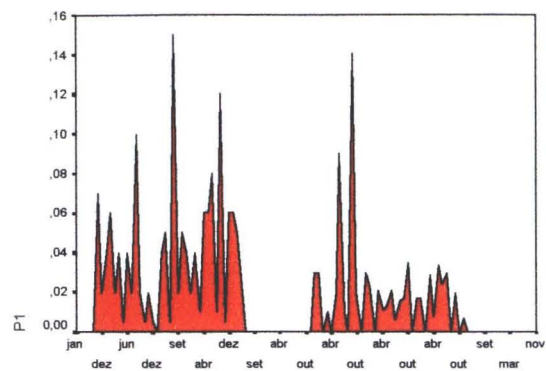


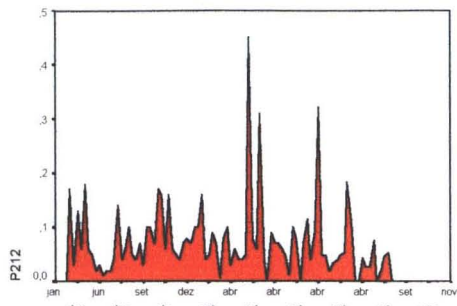
Figura 12 . Fosfato Total (mg/LPO₄) nos pontos de coleta : P1, P101, P102, P103, P104, P2 e P210 e P211 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997).



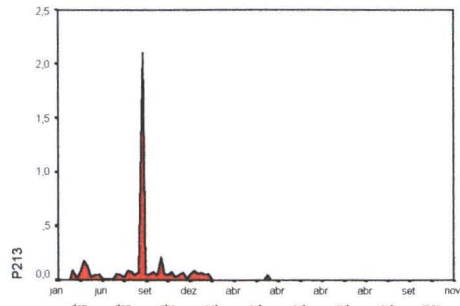
MESES

MESES

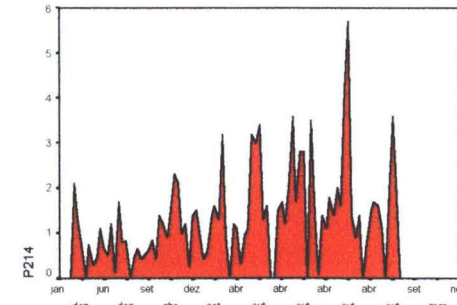
Figura 13. Fosfato Total (mg/LPO₄) nos pontos de coleta : P212, P213, P214, P215, P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997).



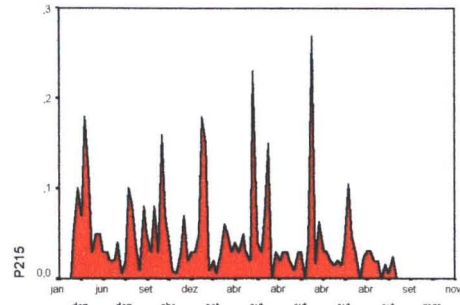
MESES



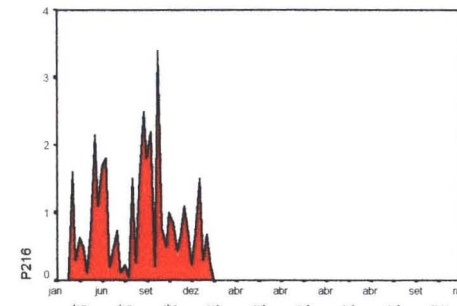
MESES



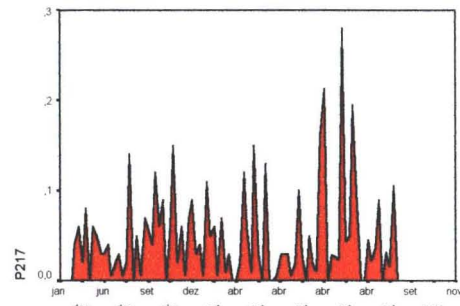
MESES



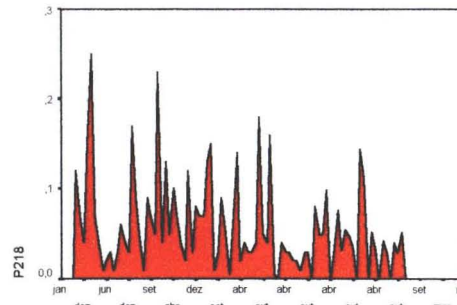
MESES



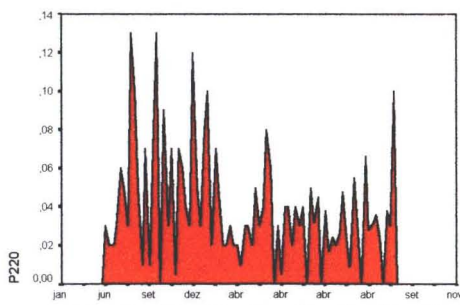
MESES



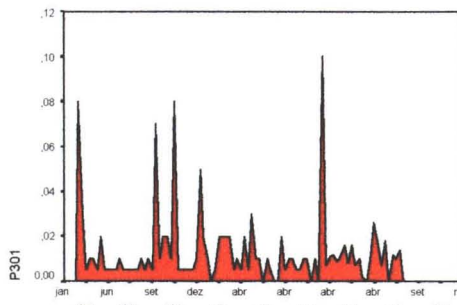
MESES



MESES

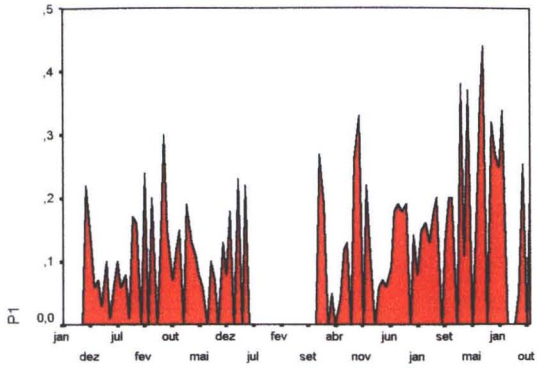


MESES

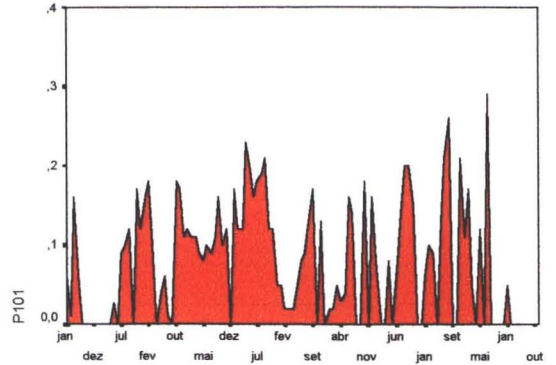


MESES

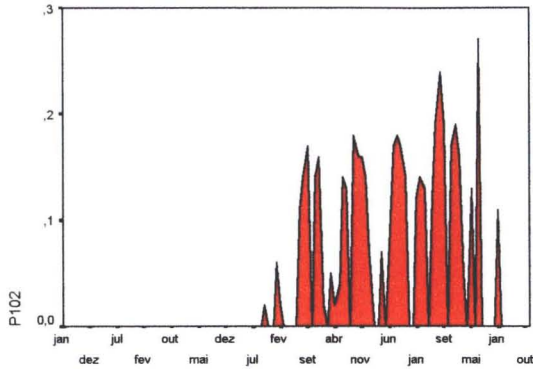
Figura 14 . Nitratos (mg/LN) nos pontos de coleta : P1, P101, P102, P103, P104, P2 e P210 e P211 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997).



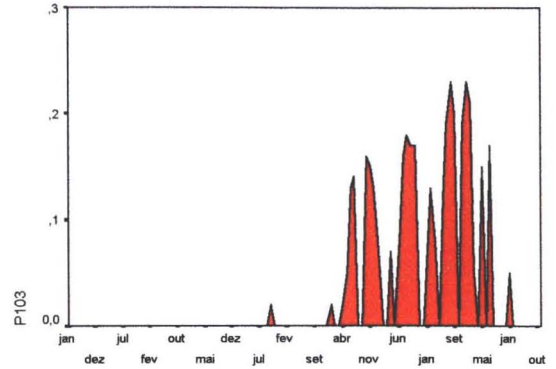
MESES



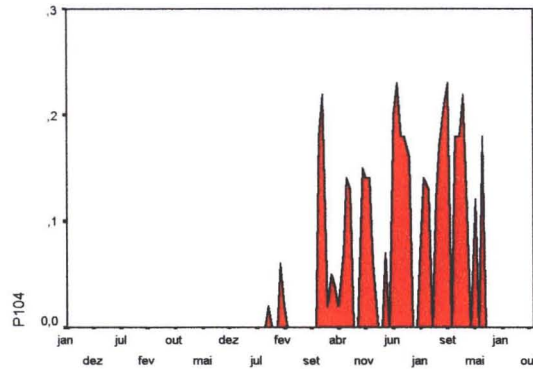
MESES



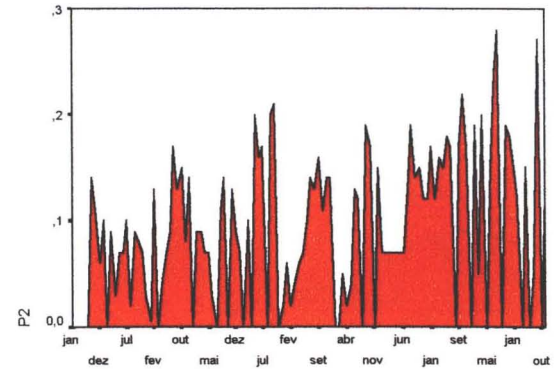
MESES



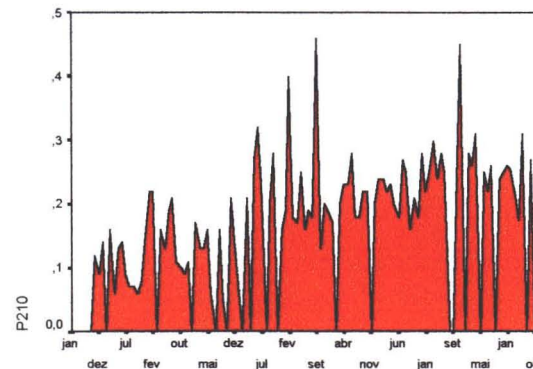
MESES



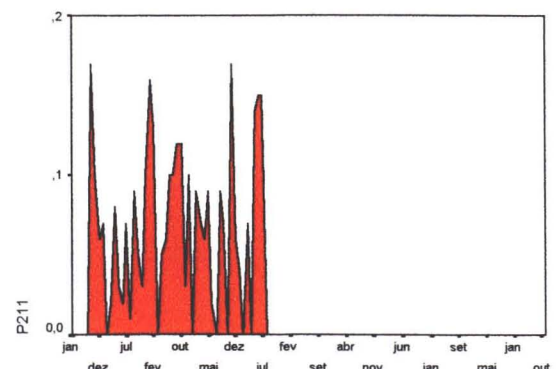
MESES



MESES



MESES



MESES

Figura 15. Nitratos (mg/LN) nos pontos de coleta : P212, P213, P214, P215, P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997).

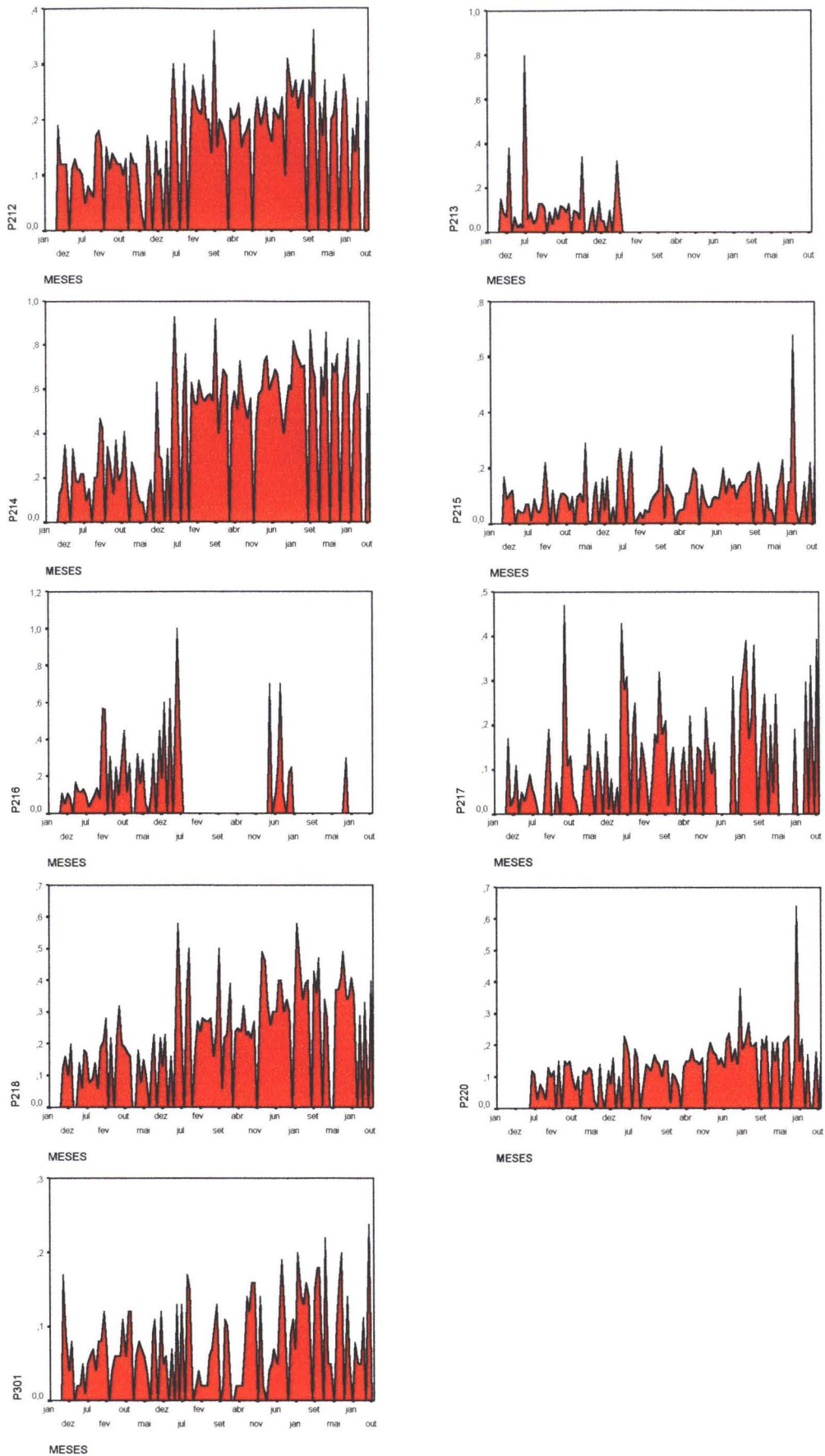
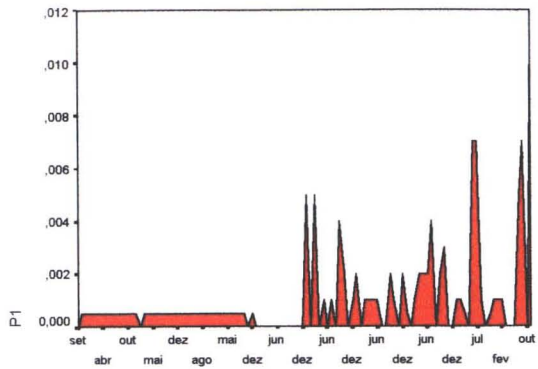
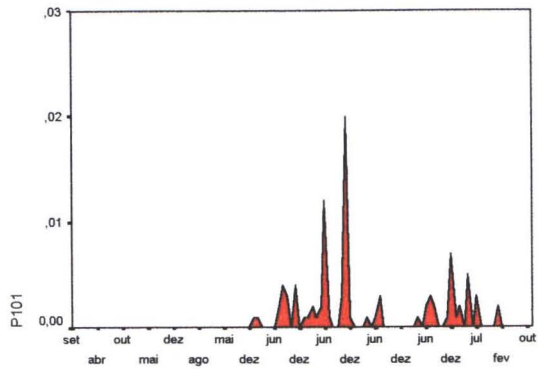


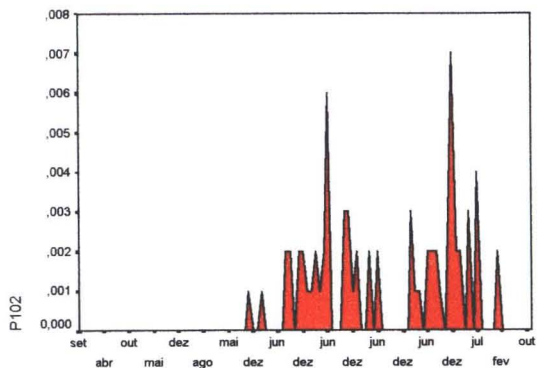
Figura 16 . Nitrogênio Nitrito (mg/LN) nos pontos de coleta : P1, P101, P102, P103, P104, P2, P210 e P212 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997).



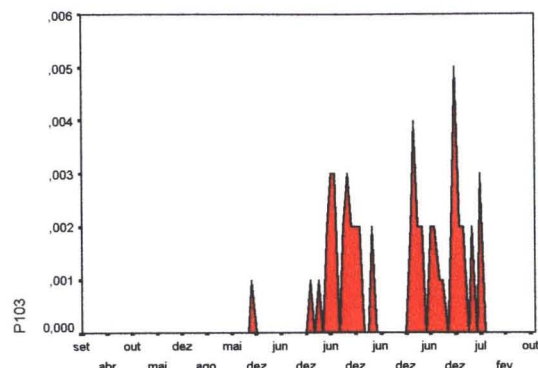
MESES



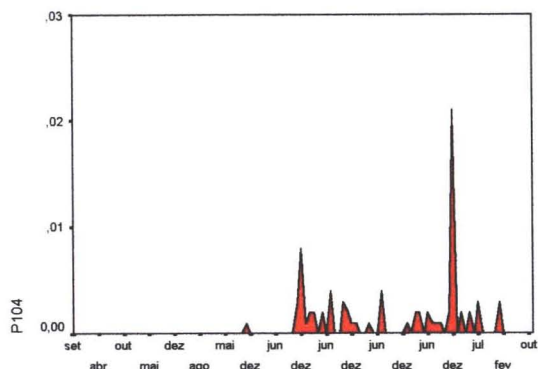
MESES



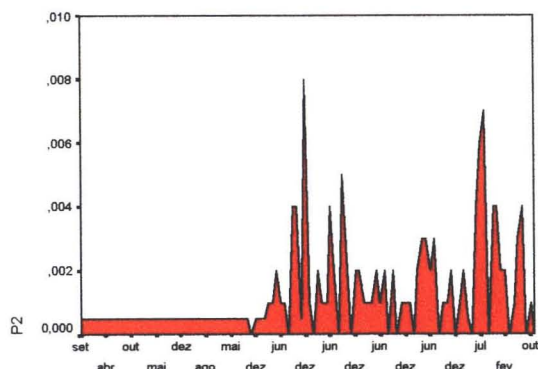
MESES



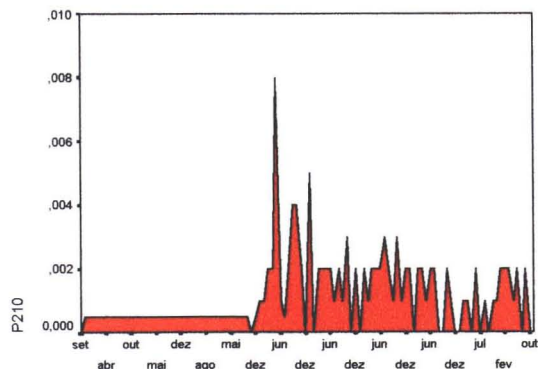
MESES



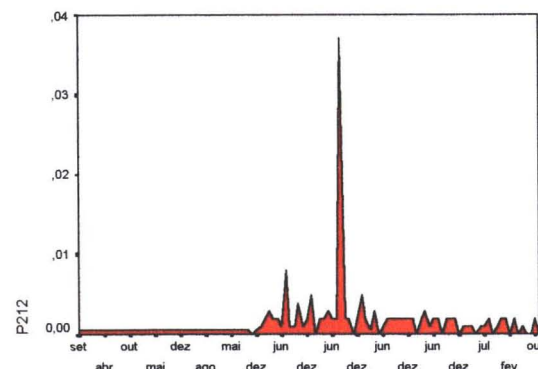
MESES



MESES

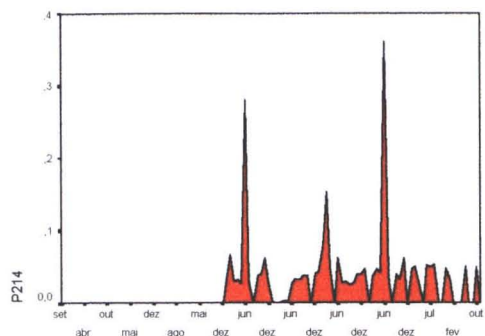


MESES

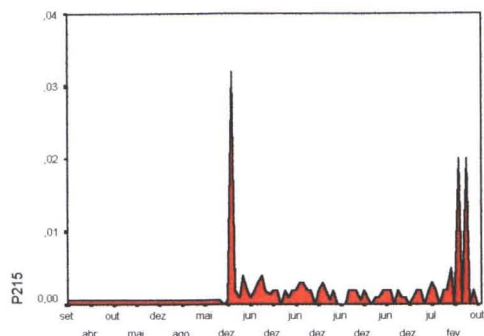


MESES

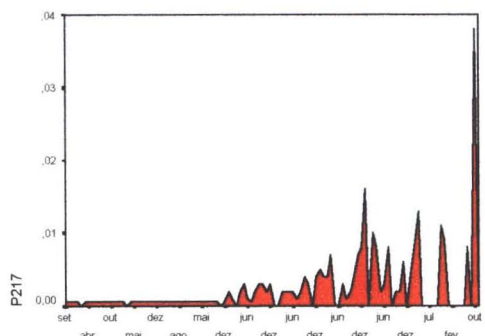
Figura 17 . Nitrogênio Nitrito (mg/LN) nos pontos de coleta : P214, P215, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997).



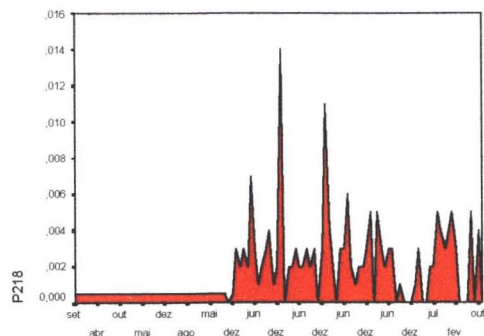
MESES



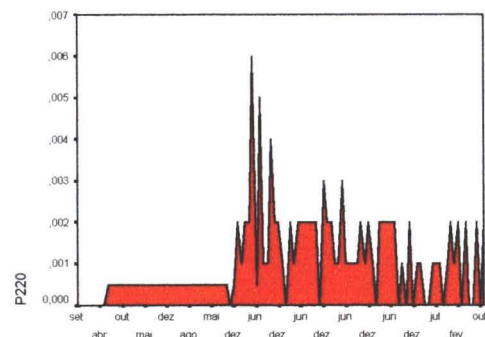
MESES



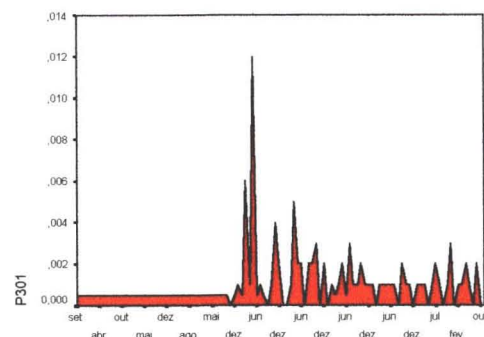
MESES



MESES

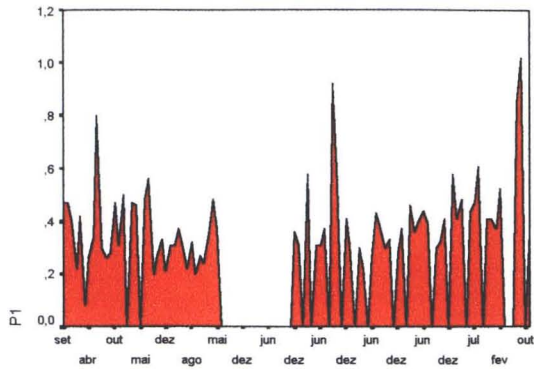


MESES

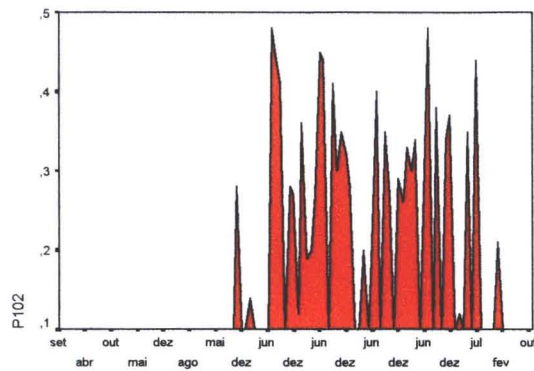


MESES

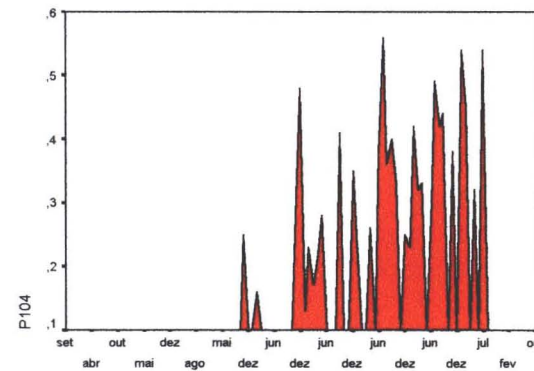
Figura 18 . Nitrogênio Total (mg/LN) nos pontos de coleta : P1, P101, P102, P103, P104, P2, P210 e P211 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997).



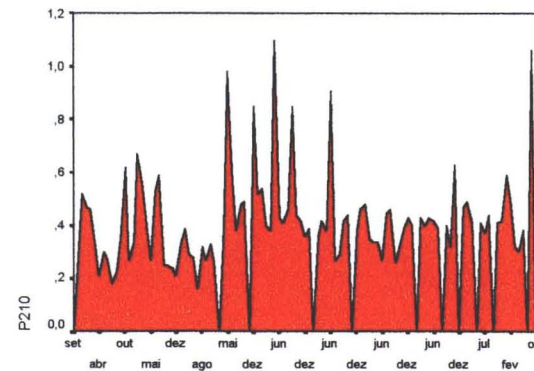
MESES



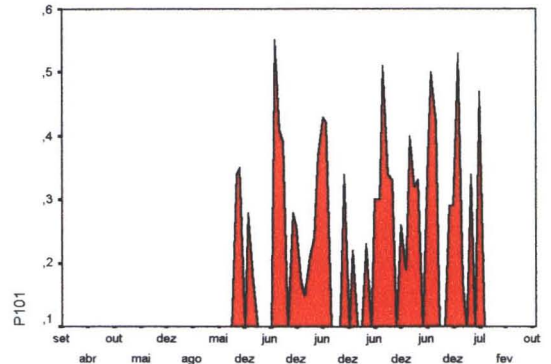
MESES



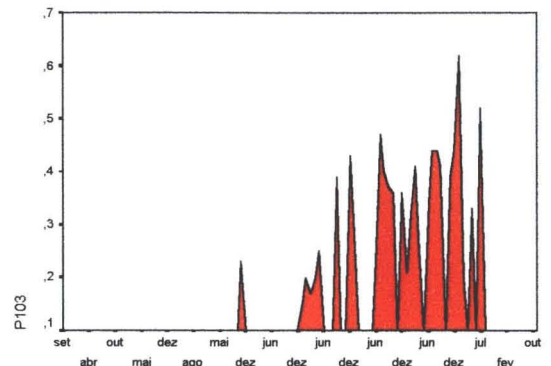
MESES



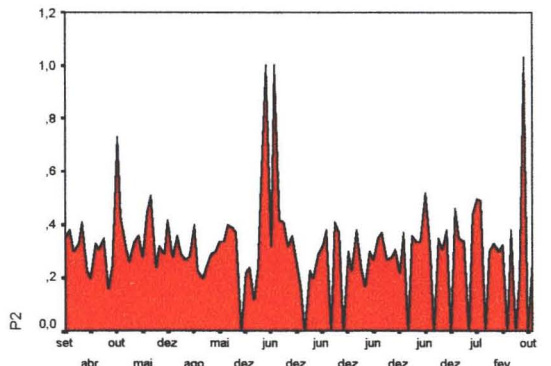
MESES



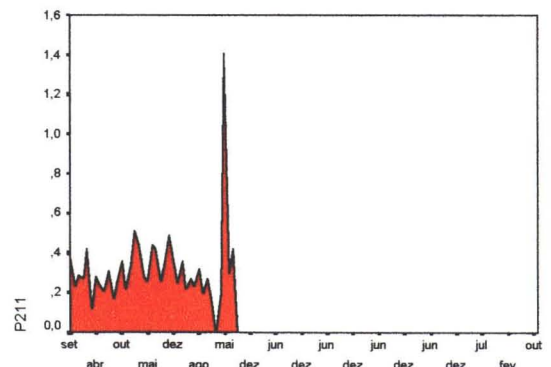
MESES



MESES



MESES



MESES

Figura 19 . Nitrogênio Total (mg/LN) nos pontos de coleta : P212, P213, P214, P215, P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997).

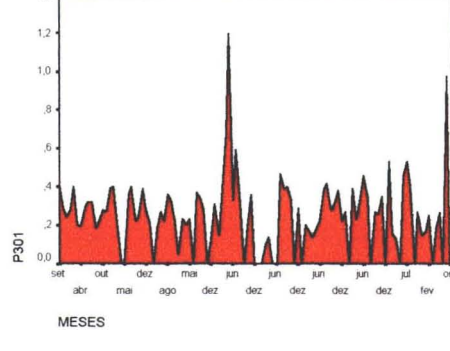
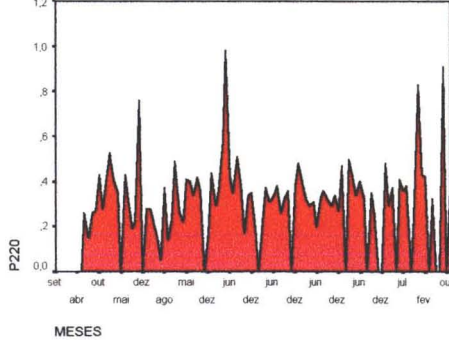
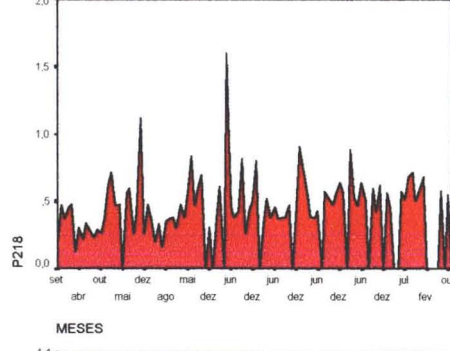
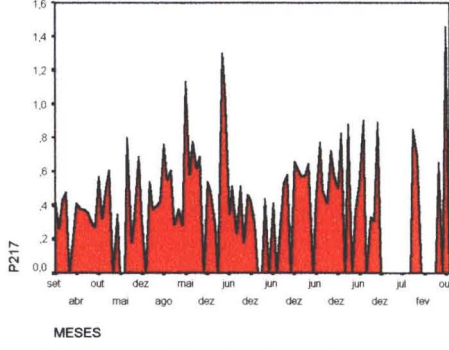
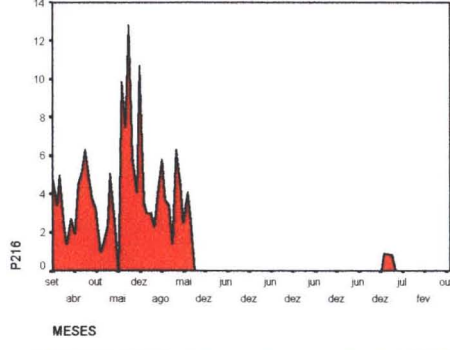
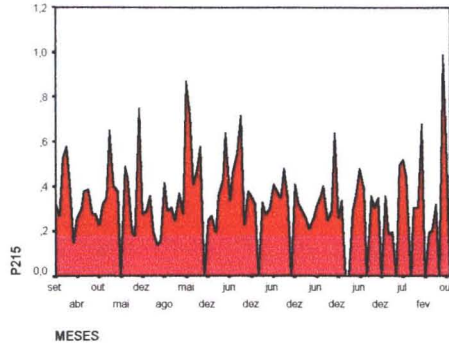
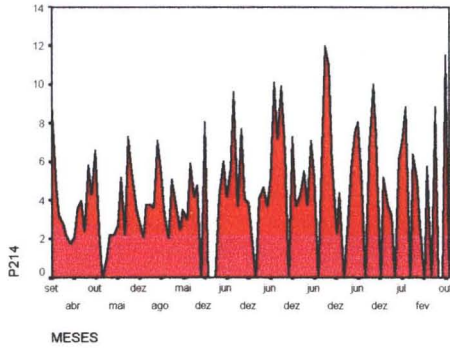
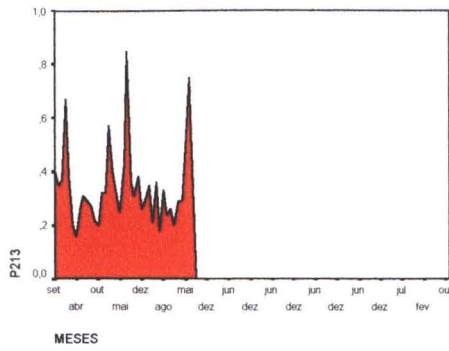
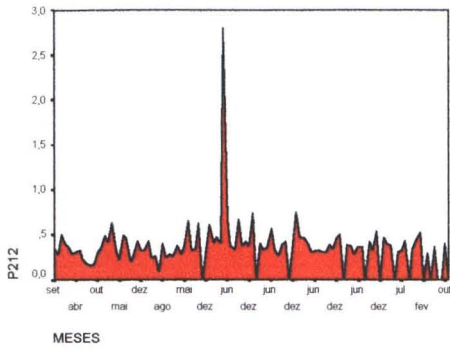
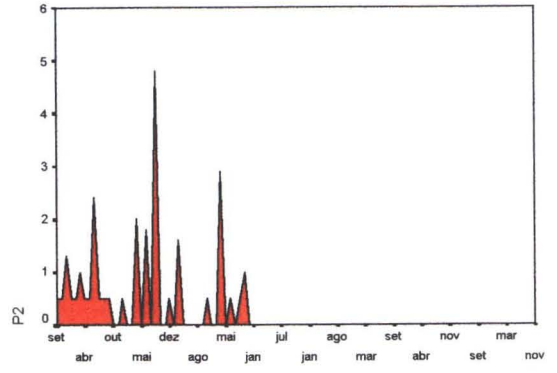
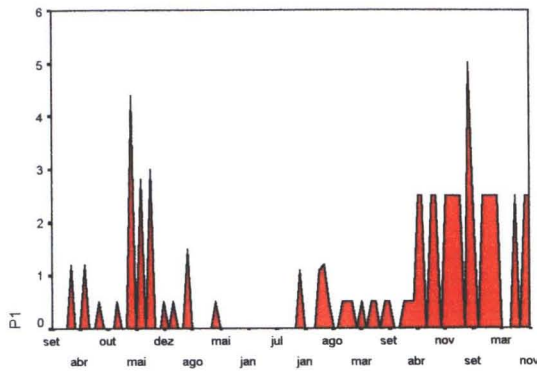
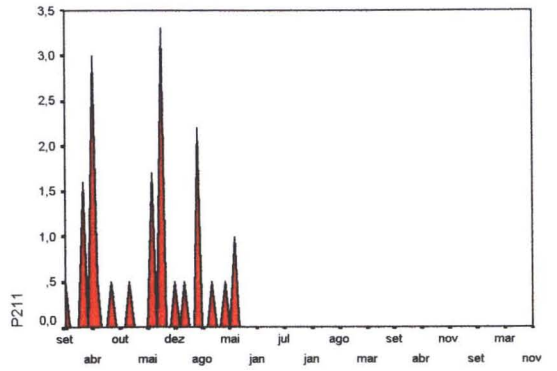
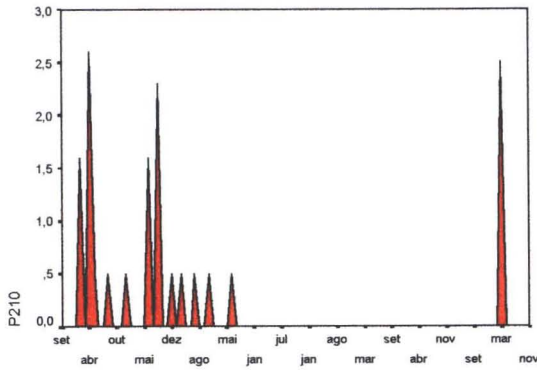


Figura 20 . Sulfatos (mg/LSO₄) nos pontos de coleta: P1, P2, P210, P211, P212, P213, P214 e P215 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997)



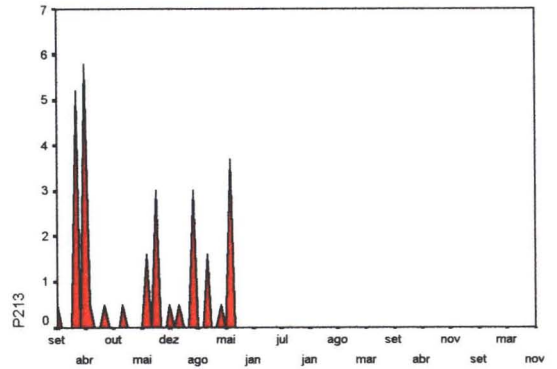
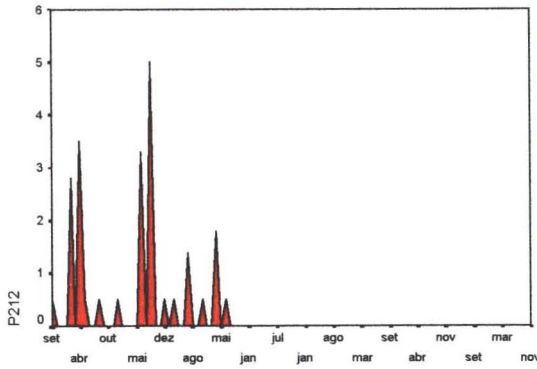
MESES

MESES



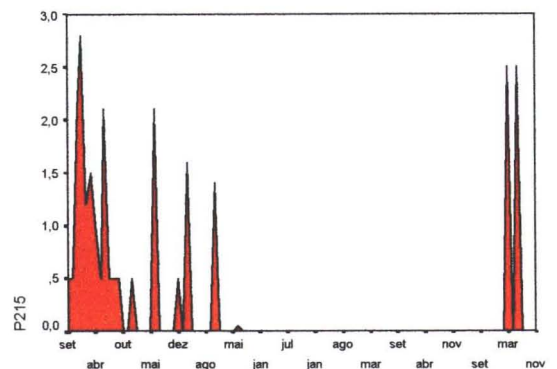
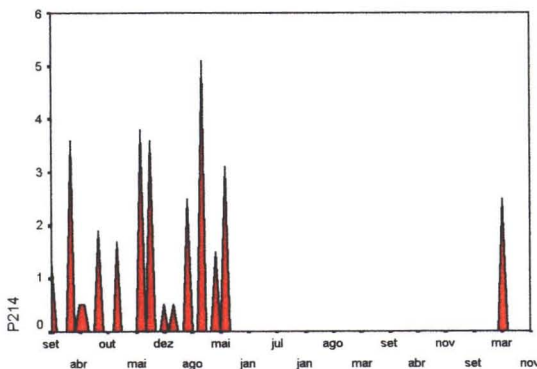
MESES

MESES



MESES

MESES



MESES

MESES

Figura 21 . Sulfatos (mg/LSO₄) nos pontos de coleta: P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997)

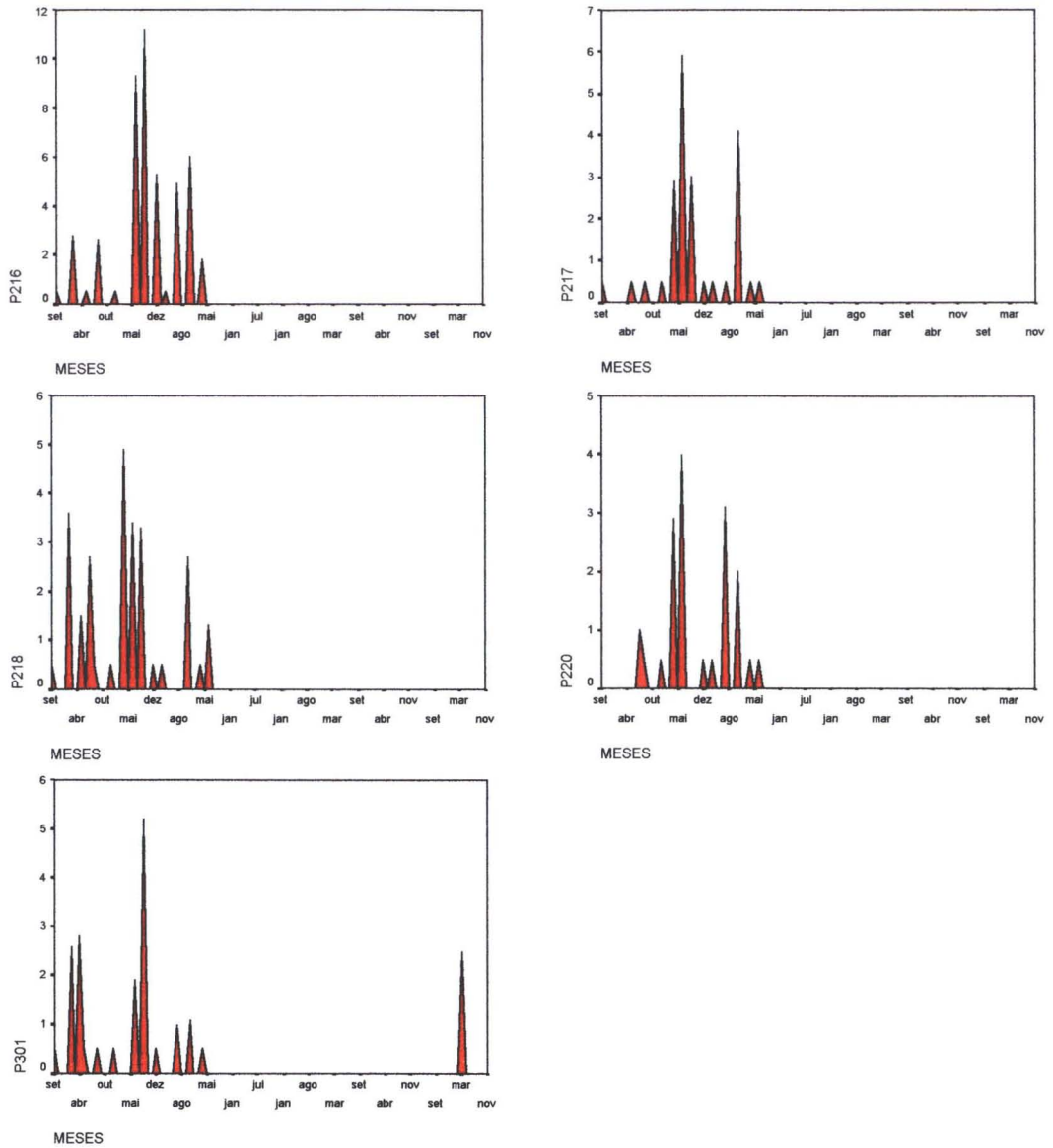


Figura 22 . Turbidez (NTU) nos pontos de coleta: P1, P101, P102, P103, P104, P2, P210 e P211 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997)

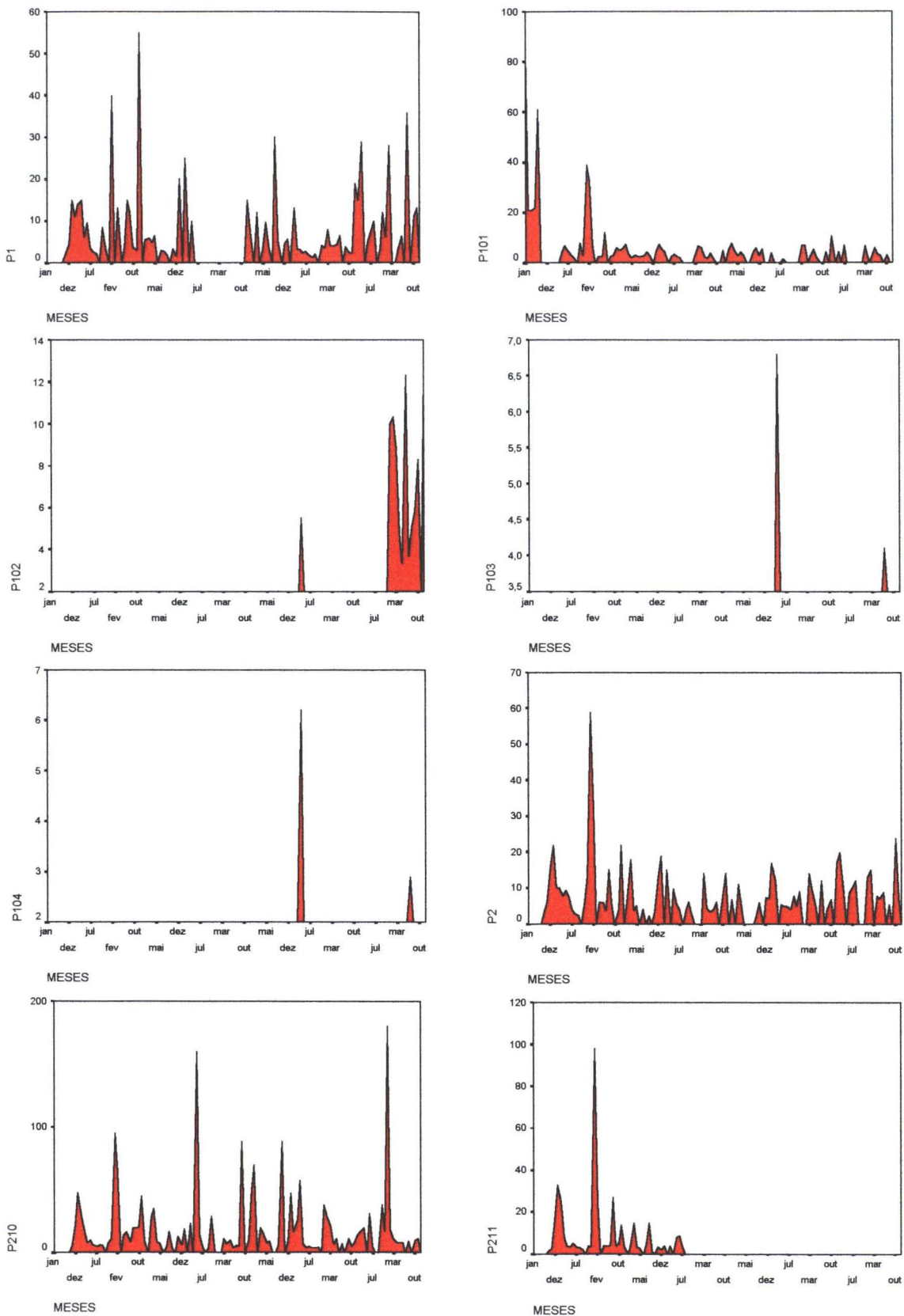
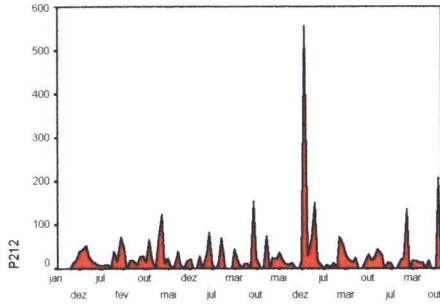
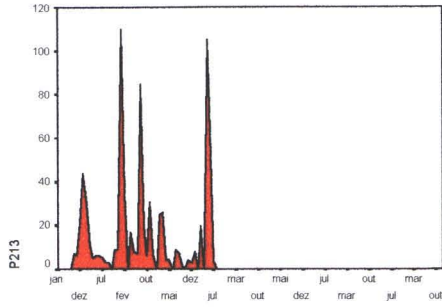


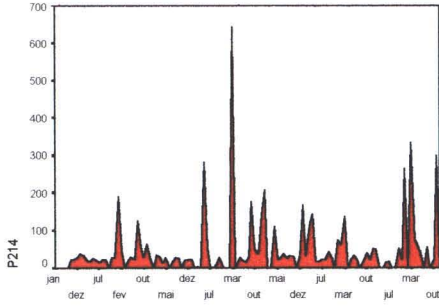
Figura 23 . Turbidez (NTU) nos pontos de coleta: P212, P213, P214, P215, P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997)



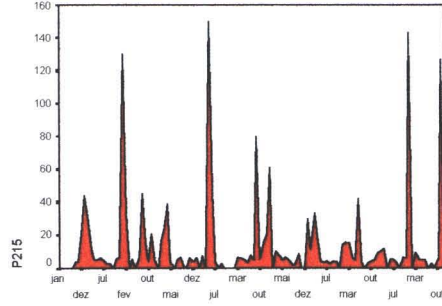
MESES



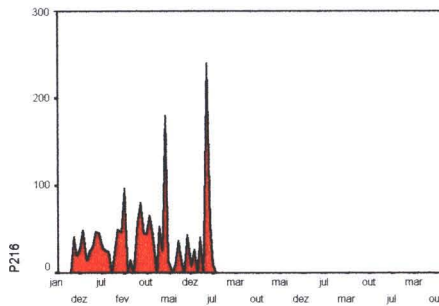
MESES



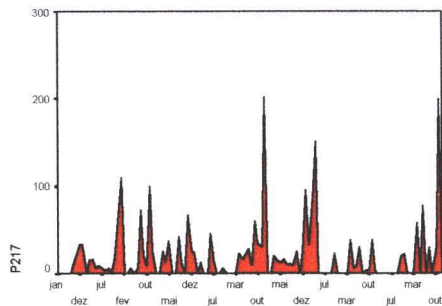
MESES



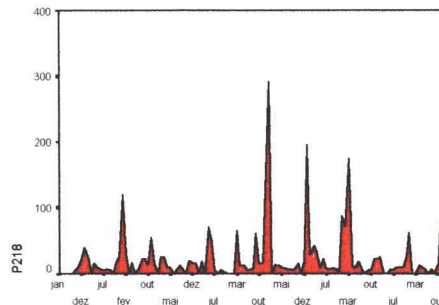
MESES



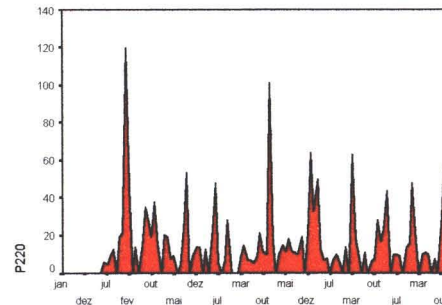
MESES



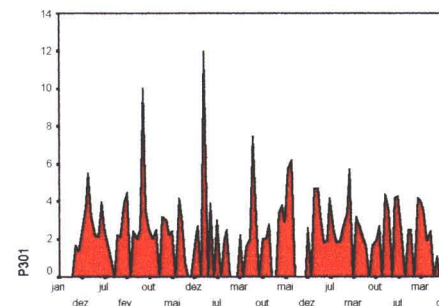
MESES



MESES



MESES



MESES

Figura 24 . Cloretos (mg/LCl) nos pontos de coleta: P1, P101, P2, P210, P211, P212, P213 e P214 no reservatório Paiva Castro (1987-1997).

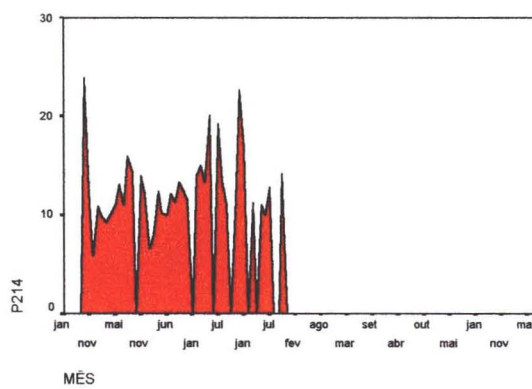
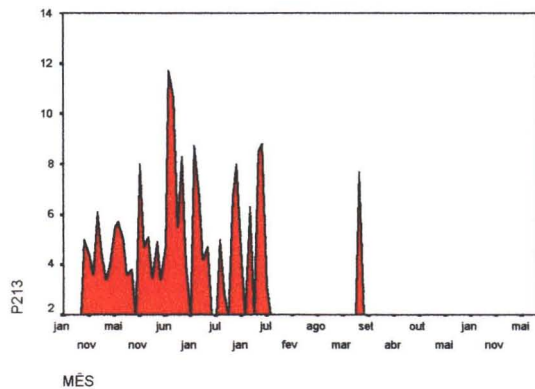
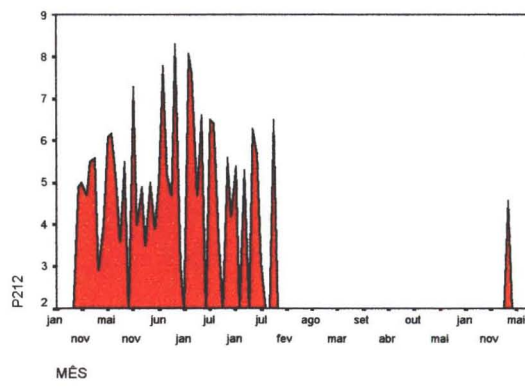
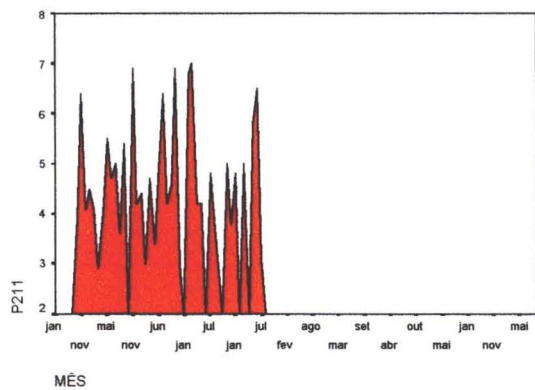
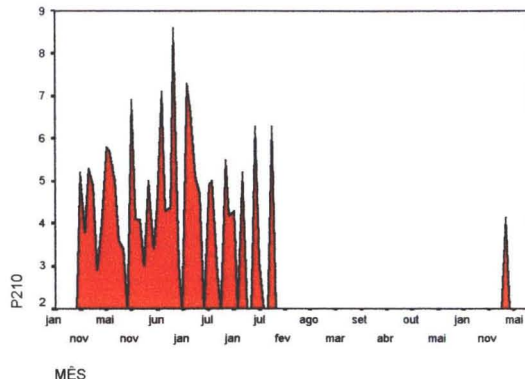
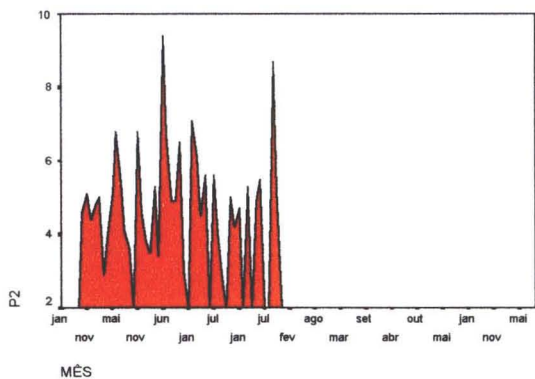
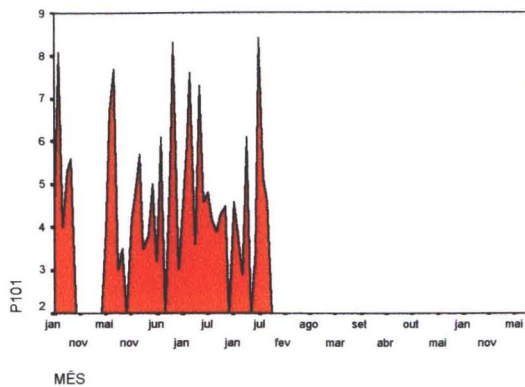
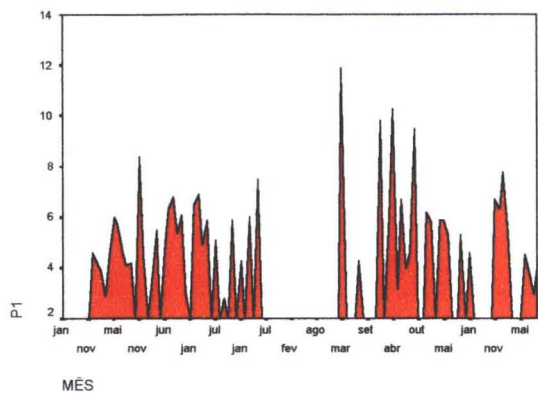
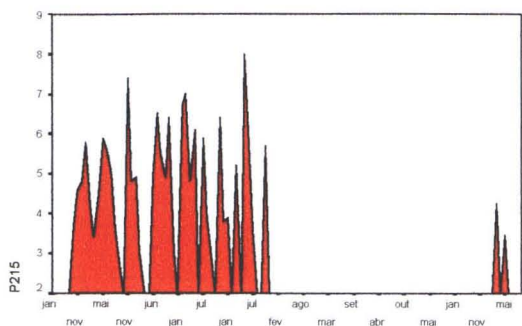
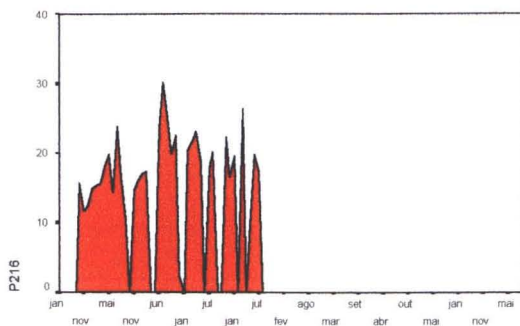


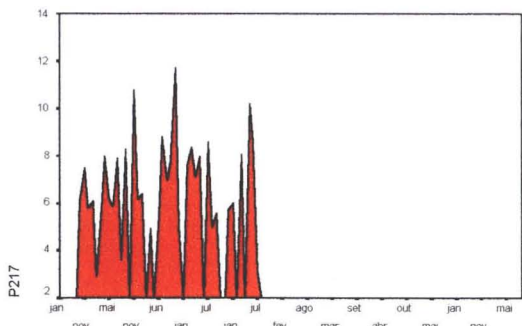
Figura 25 . Cloretos (mg/LCl) nos pontos de coleta: P215, P216, P217, P218, P220, P301 no reservatório Paiva Castro (1987-1997).



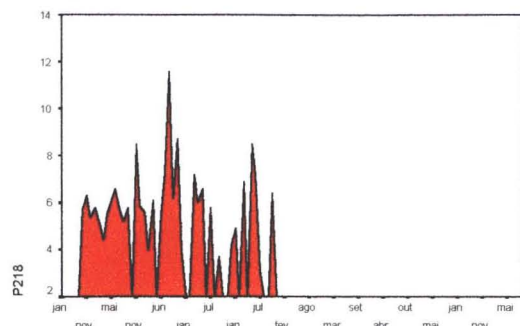
MÊS



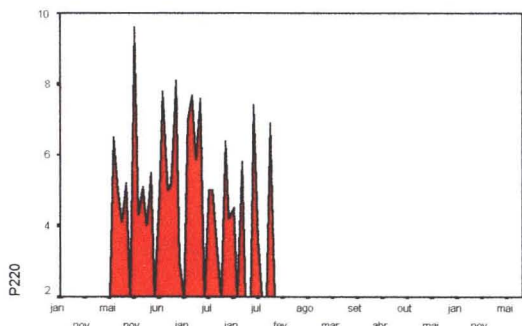
MÊS



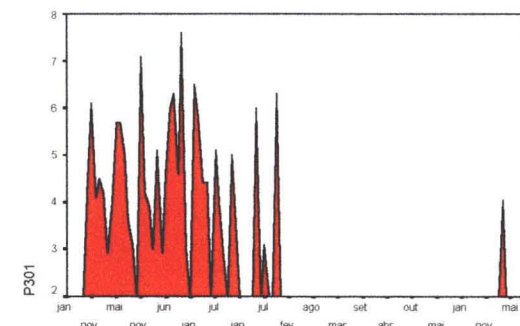
MÊS



MÊS



MÊS



MÊS

Figura 26 . Nitrogênio Amoniacal (mg/LN) nos pontos de coleta: P1, P101, P102, P103, P104, P2, P210 e P211 no reservatório Paiva Castro (1987-1997).

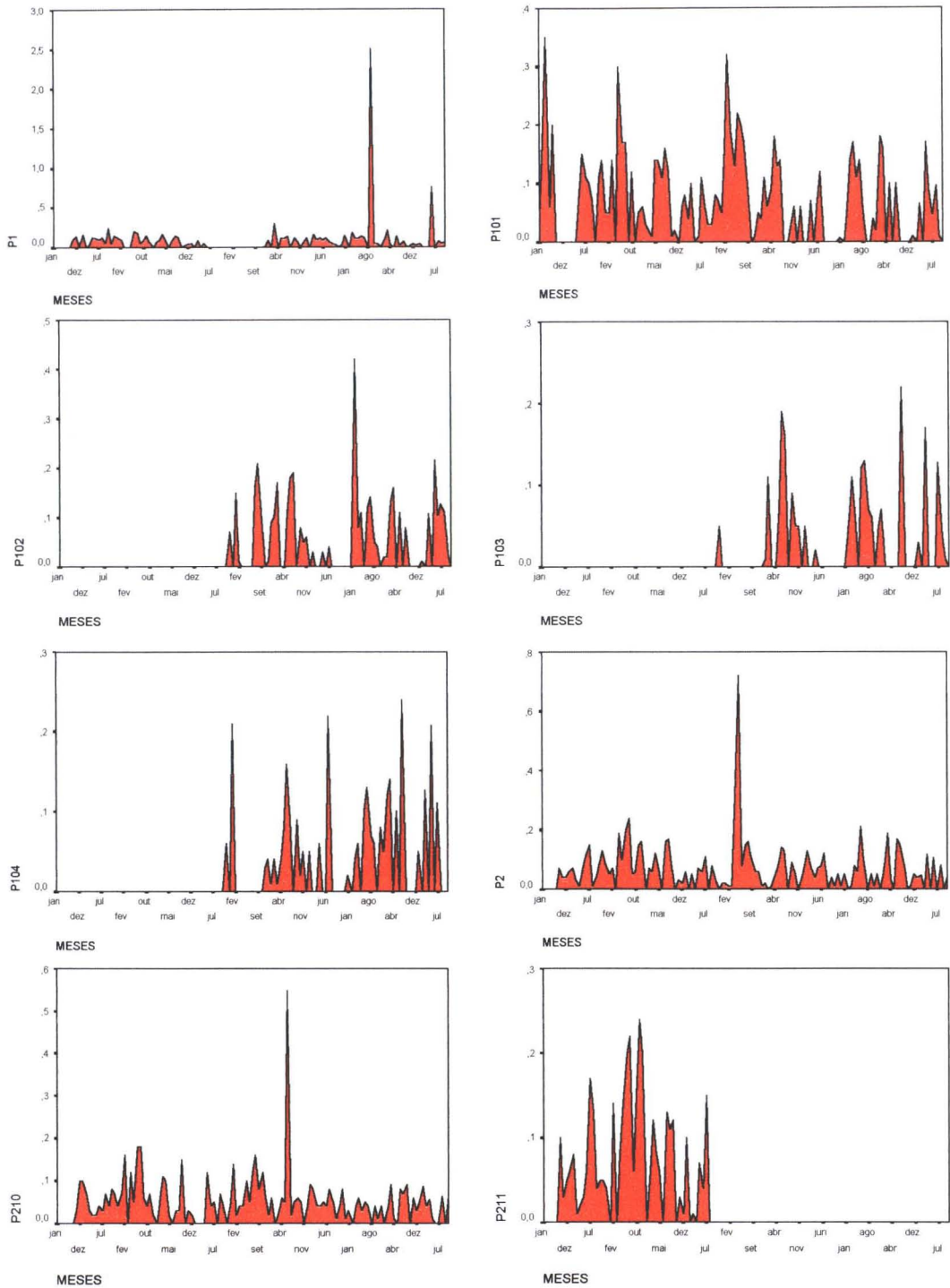
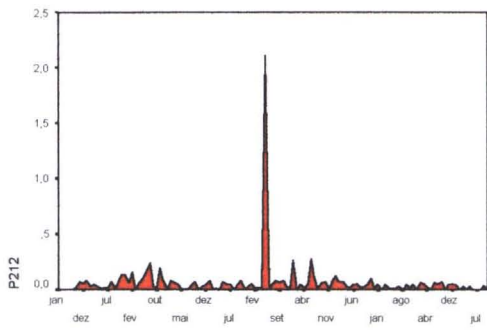
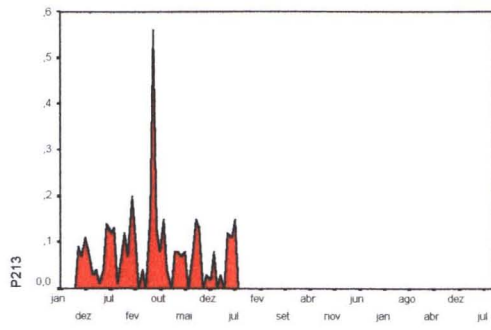


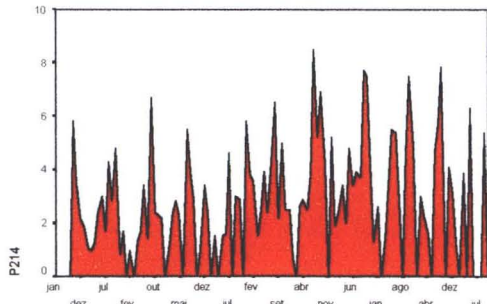
Figura 27. Nitrogênio Amoniacal (mg/LN) nos pontos de coleta: P212, P213, P214, P215, P216, P217, P218, P220 e P301 no reservatório Paiva Castro (1987-1997).



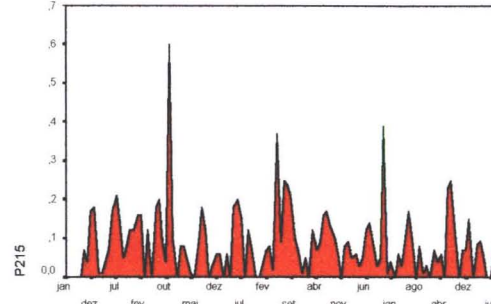
MESES



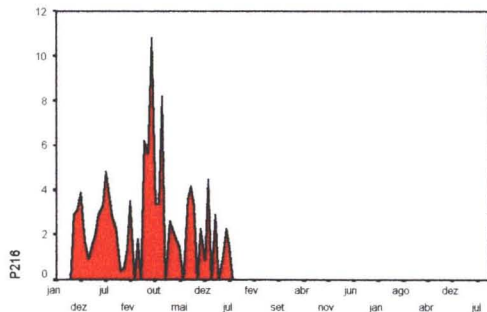
MESES



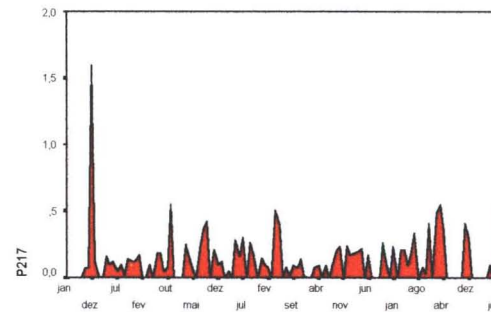
MESES



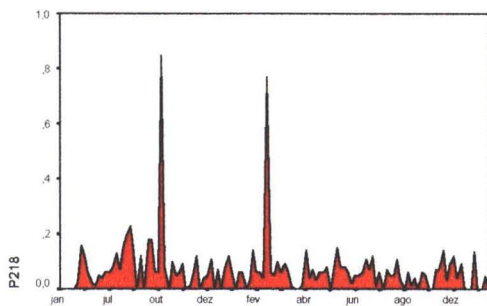
MESES



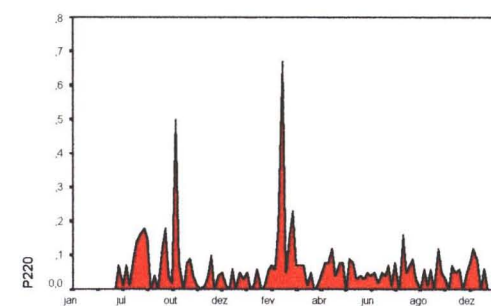
MESES



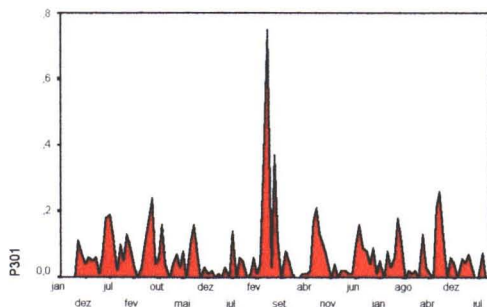
MESES



MESES



MESES



P301

Figura 28 . Solidos em Suspensão (mg/L) nos pontos de coleta P1, P2, P210, P211, P212, P213, P 214 e P215 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997).

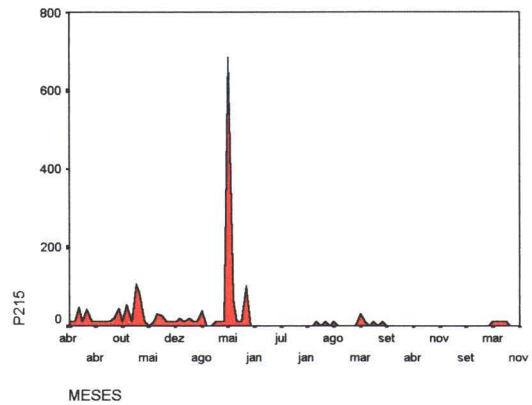
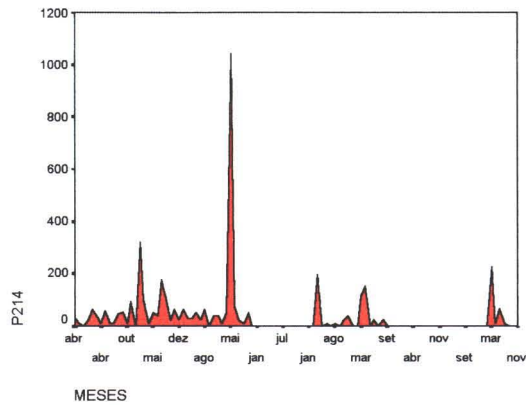
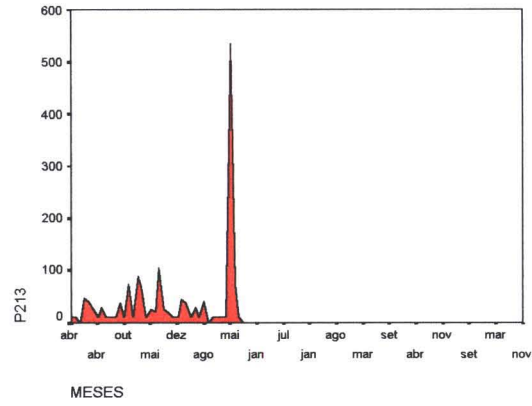
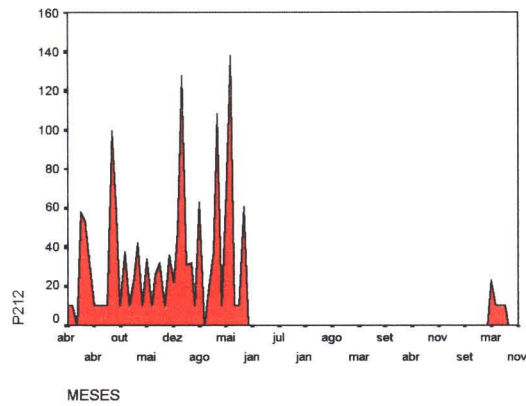
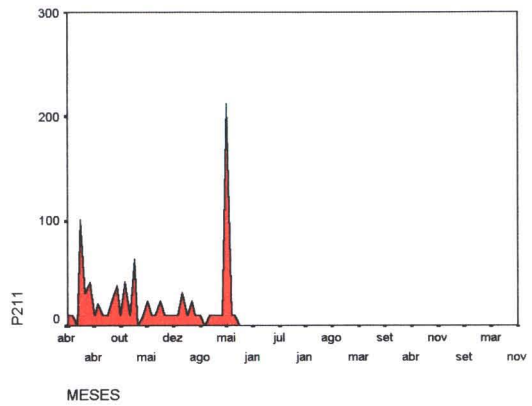
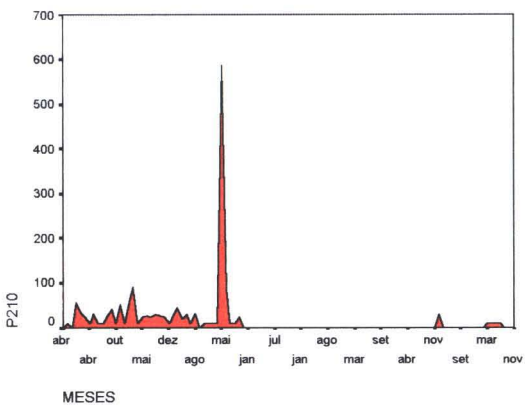
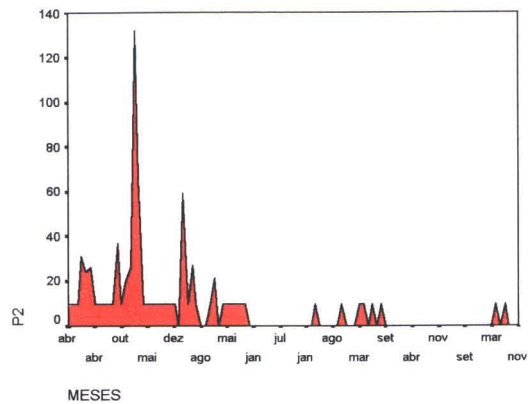
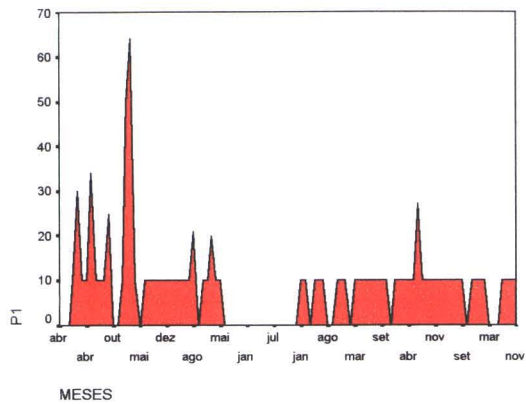
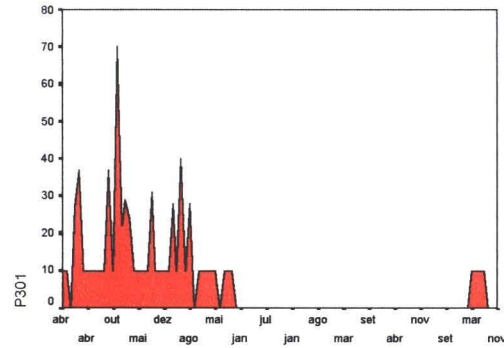
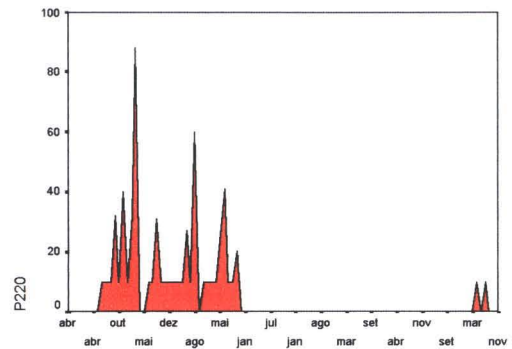
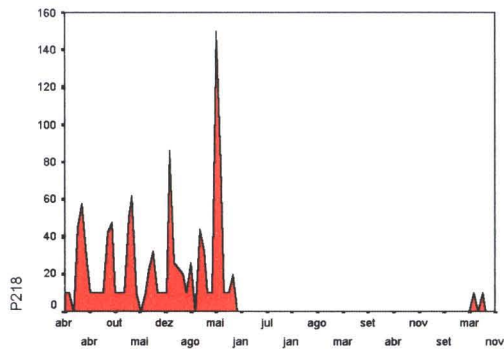
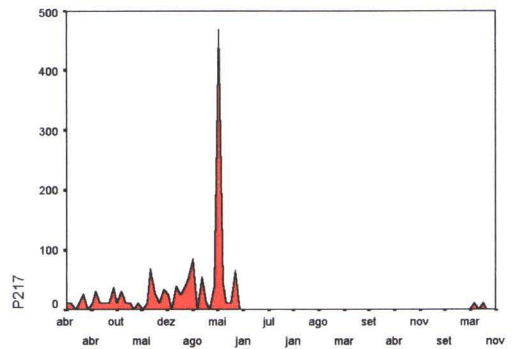
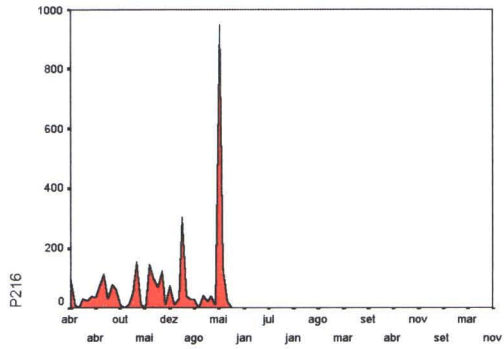
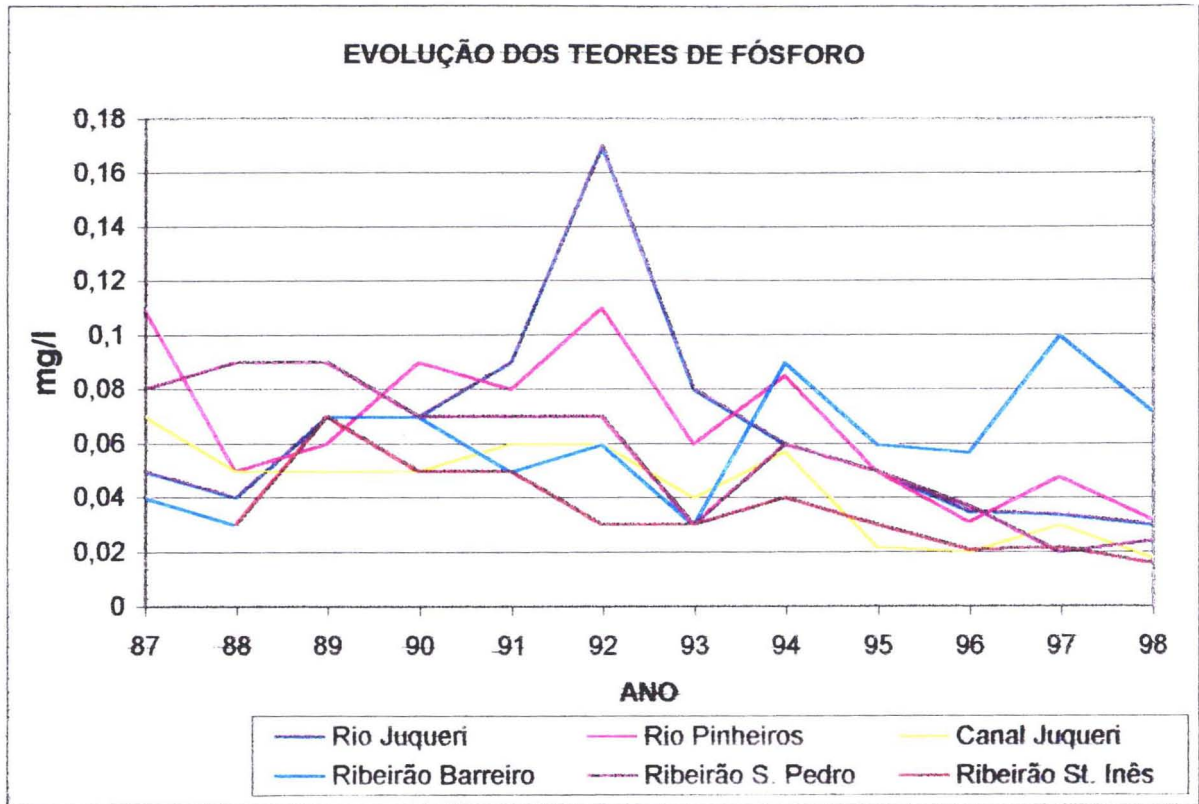


Figura 29 . Solidos em Suspensão (mg/L) nos pontos de coleta P216, P217, P218, P220 e P301 no Reservatório Paiva Castro (1987-1997).



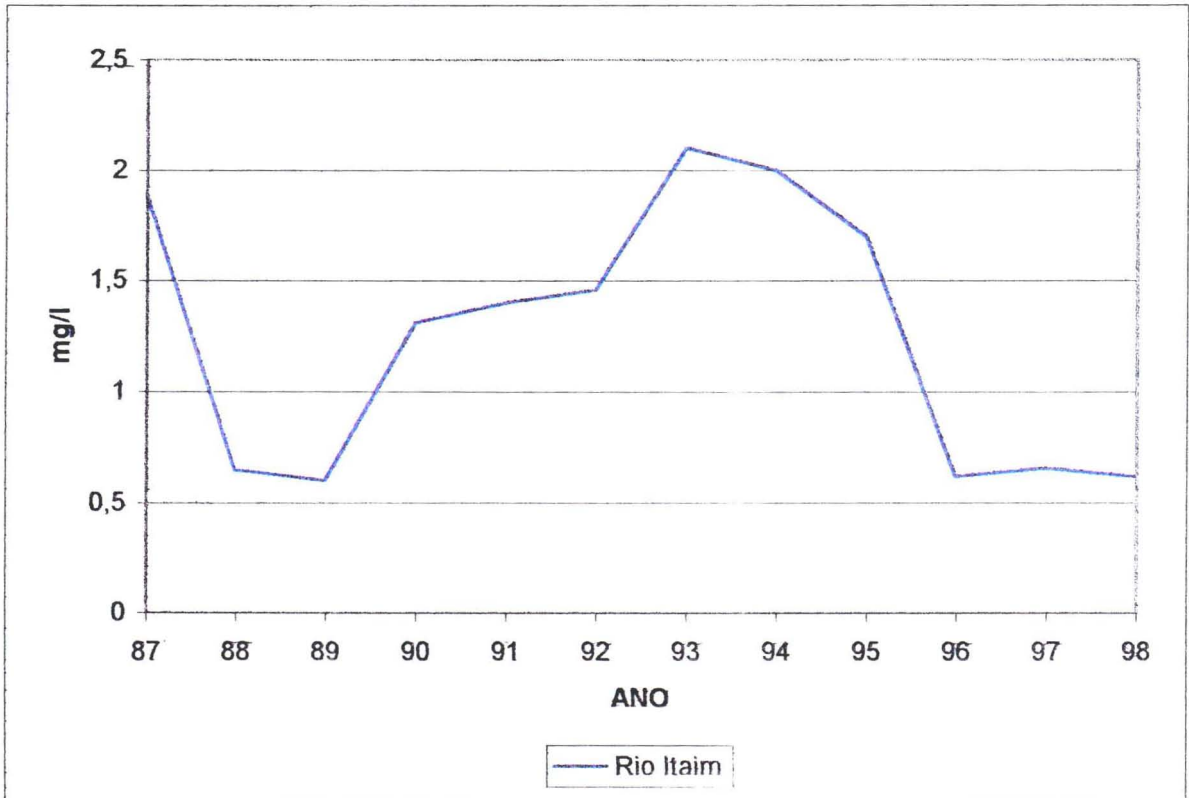
A N E X O 0 2

Figura 30. Evolução dos Teores de Fósforo (mg/L P) no Rio Juqueri e alguns Tributários (1987 a 1997), Mairiporã –SP.



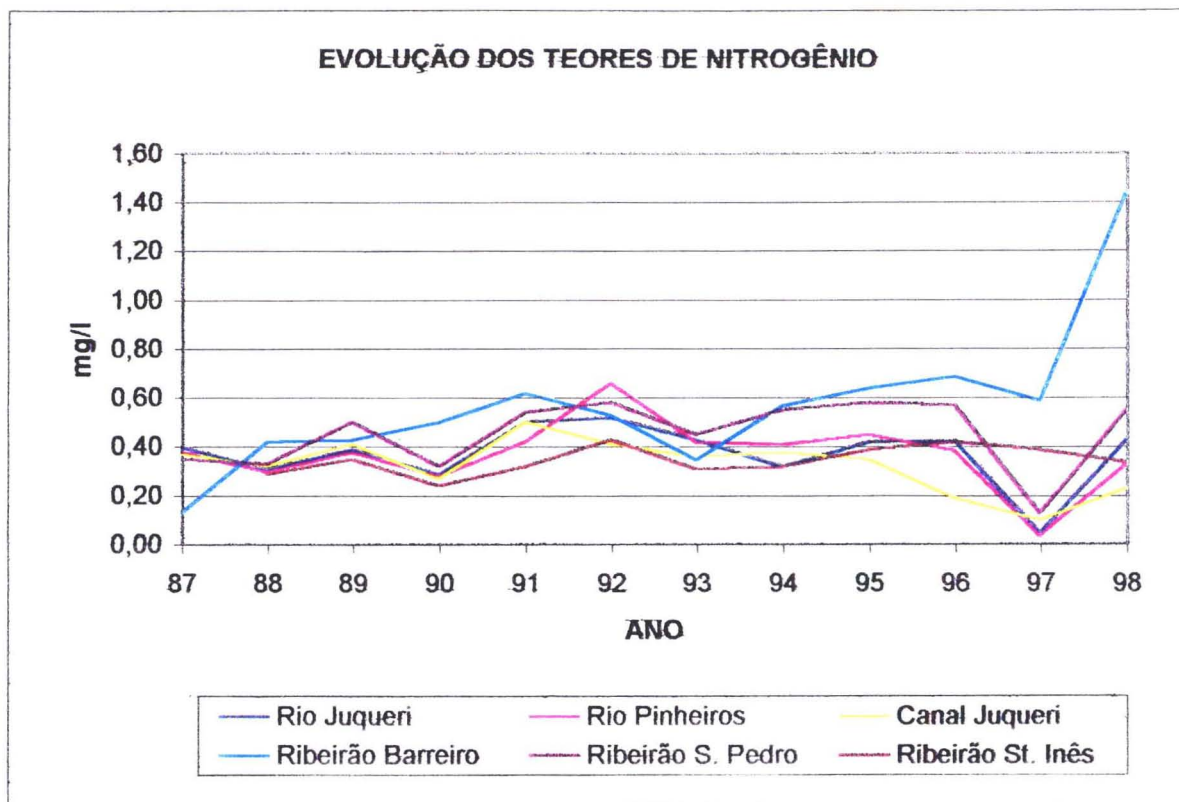
Fonte: Rivelino O -SABESP . 1999

Evolução dos Teores de Fósforo



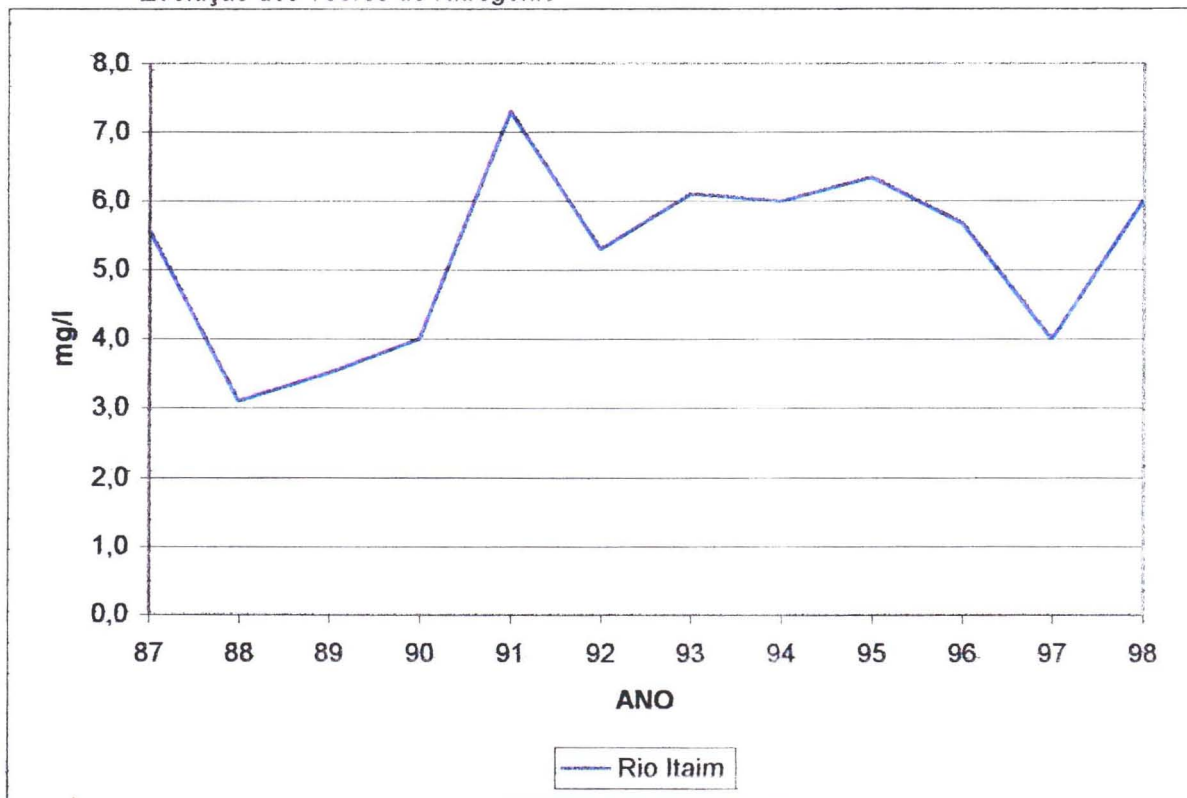
Fonte: Rivelino O -SABESP , 1999.

Figura 31. Evolução dos Teores de Nitrogênio (mg/L N) no Rio Juqueri e alguns Tributários (1987 a 1997), Mairiporã- SP.



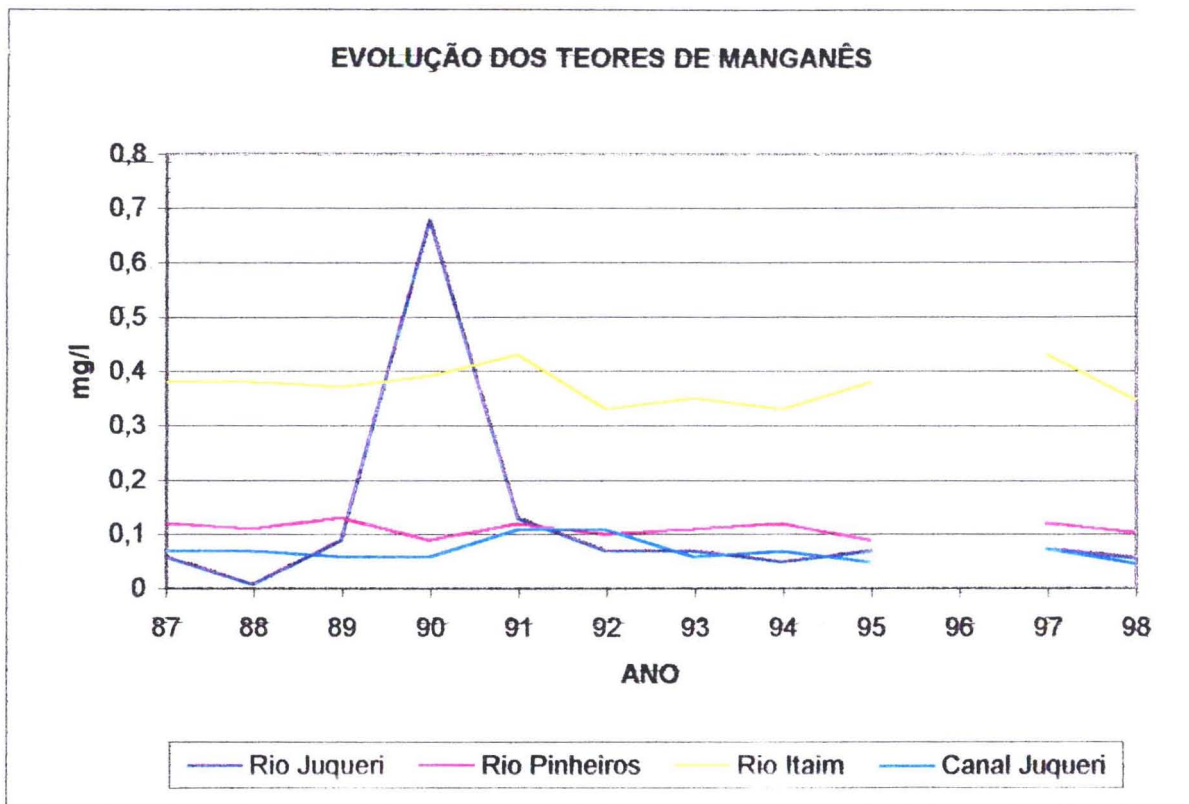
Fonte: Rivelino O - SABESP : 1999

Evolução dos Teores de Nitrogênio



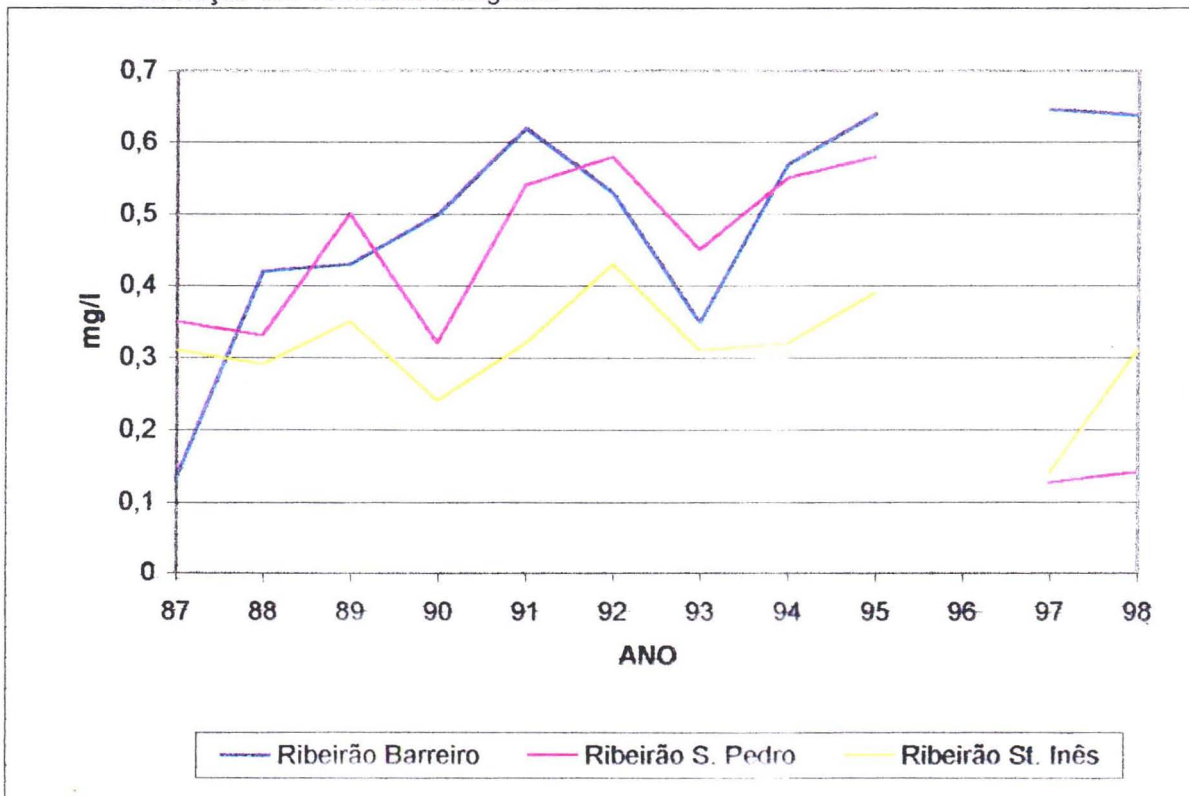
Fonte: Rivelino O - SABESP : 1999

Figura 32. Evolução dos Teores de Manganês (mg/L Mn) no Rio Juqueri e alguns Tributários (1987 a 1997), Mairiporã –SP.



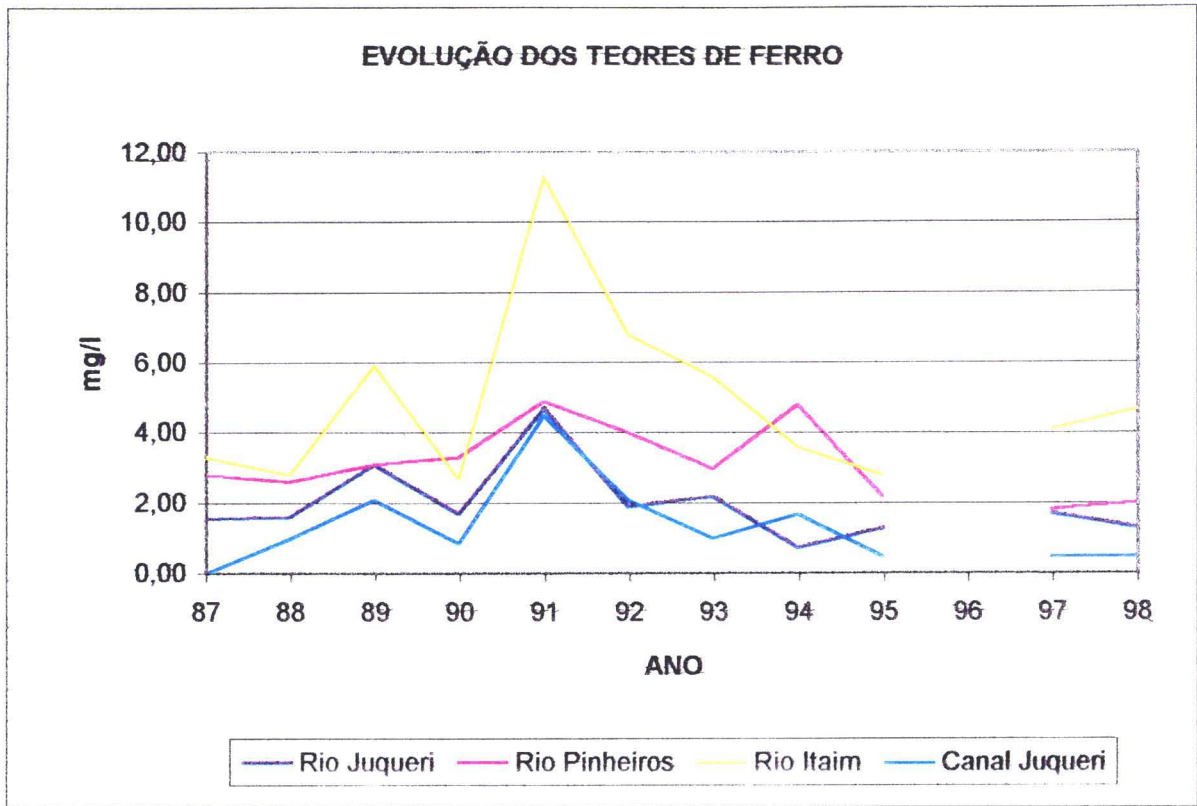
Fonte: Rivelino O. SABESP, 1999.

Evolução dos Teores de Manganês



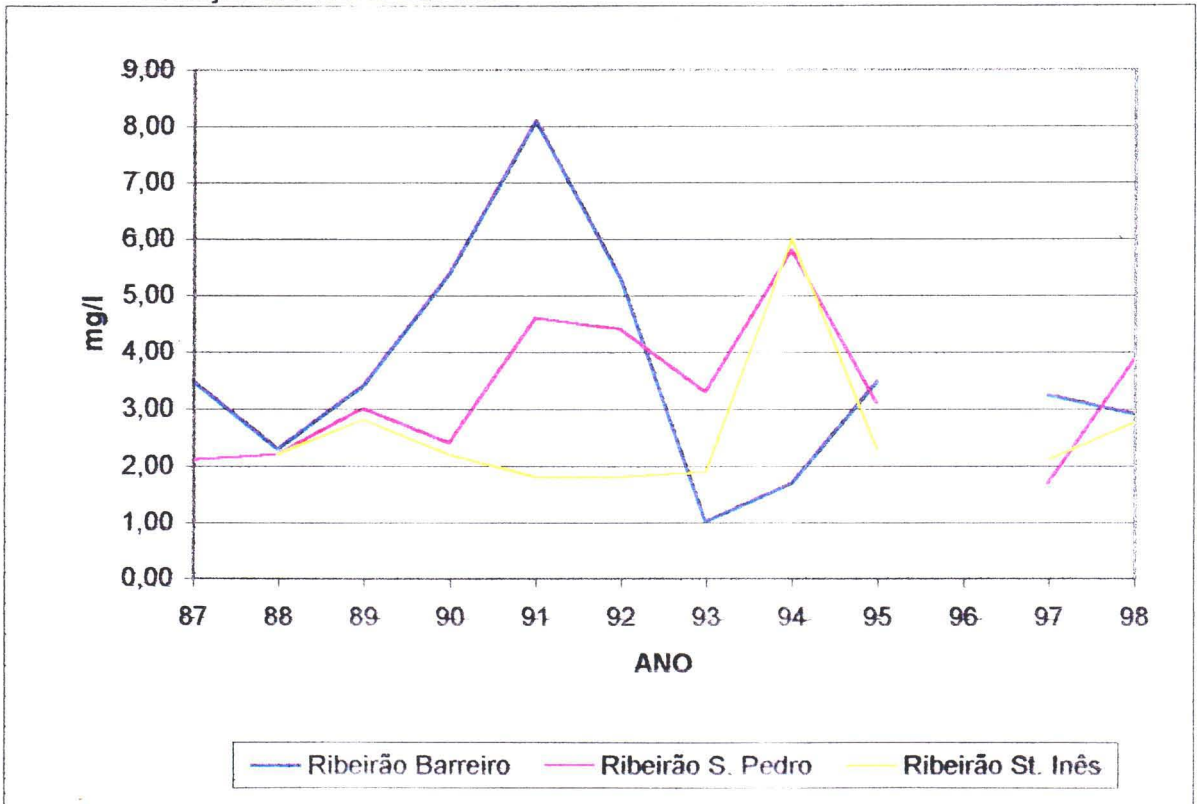
Fonte: Rivelino O -SABESP. 1999

Figura 33. Evolução dos Teores de Ferro (mg/L Fe) no Rio Juqueri e alguns Tributários (1987 a 1997), Mairiporã –SP.



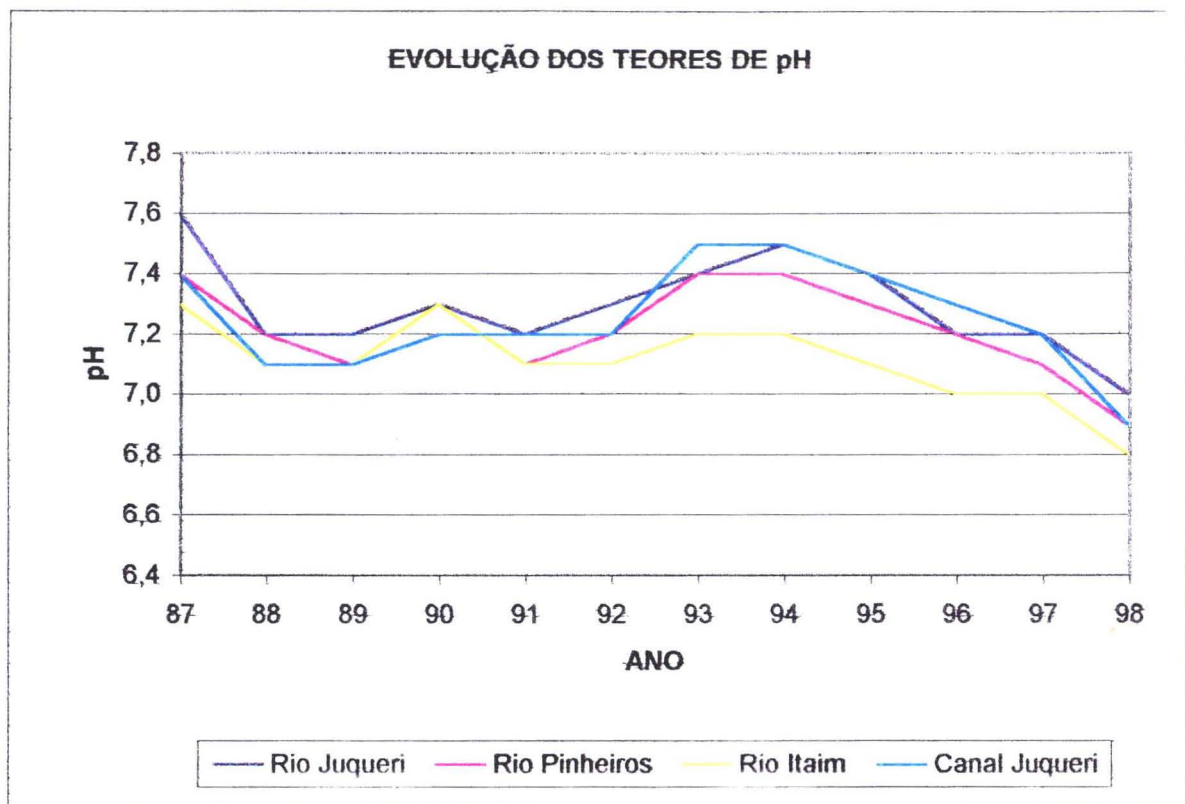
Fonte: Rivelino O - SABESP. 1999

Evolução dos Teores de Ferro



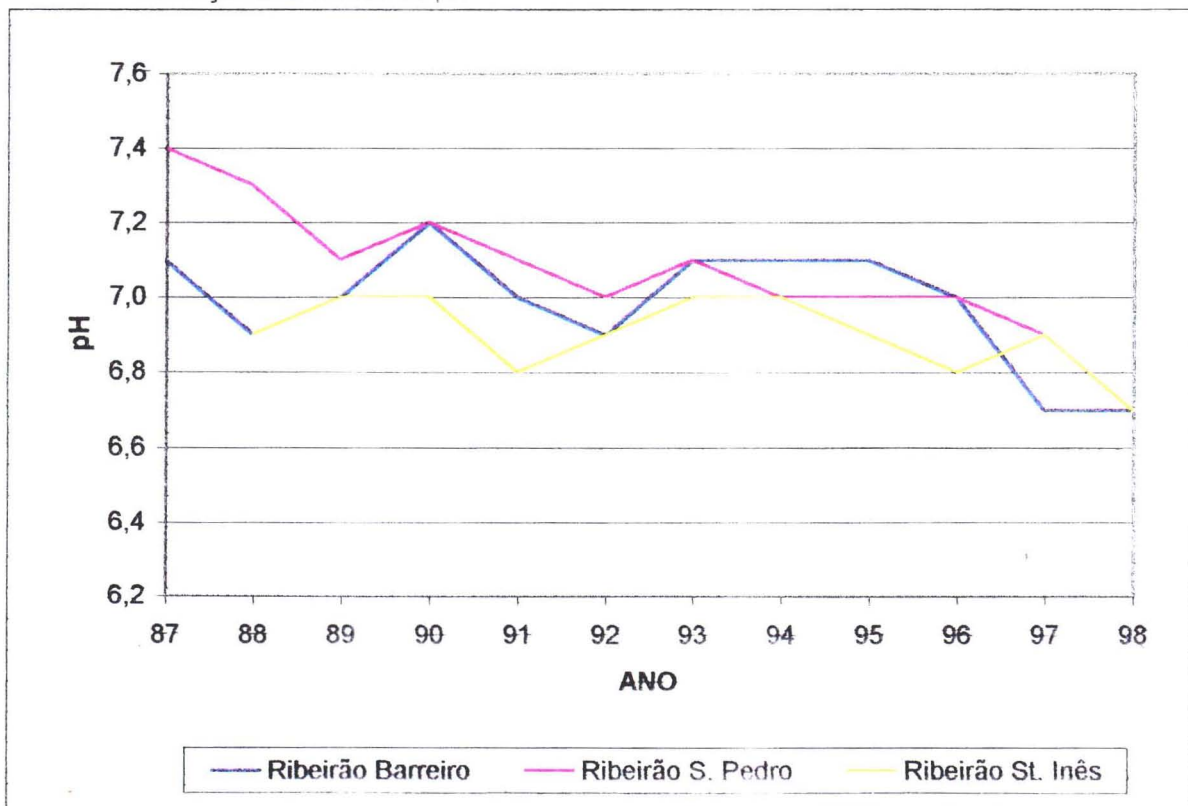
Fonte: Rivelino O - SABESP. 1999

Figura 34. Evolução dos Teores de pH no Rio Juqueri e alguns Tributários (1987 a 1997), Mairiporã –SP.



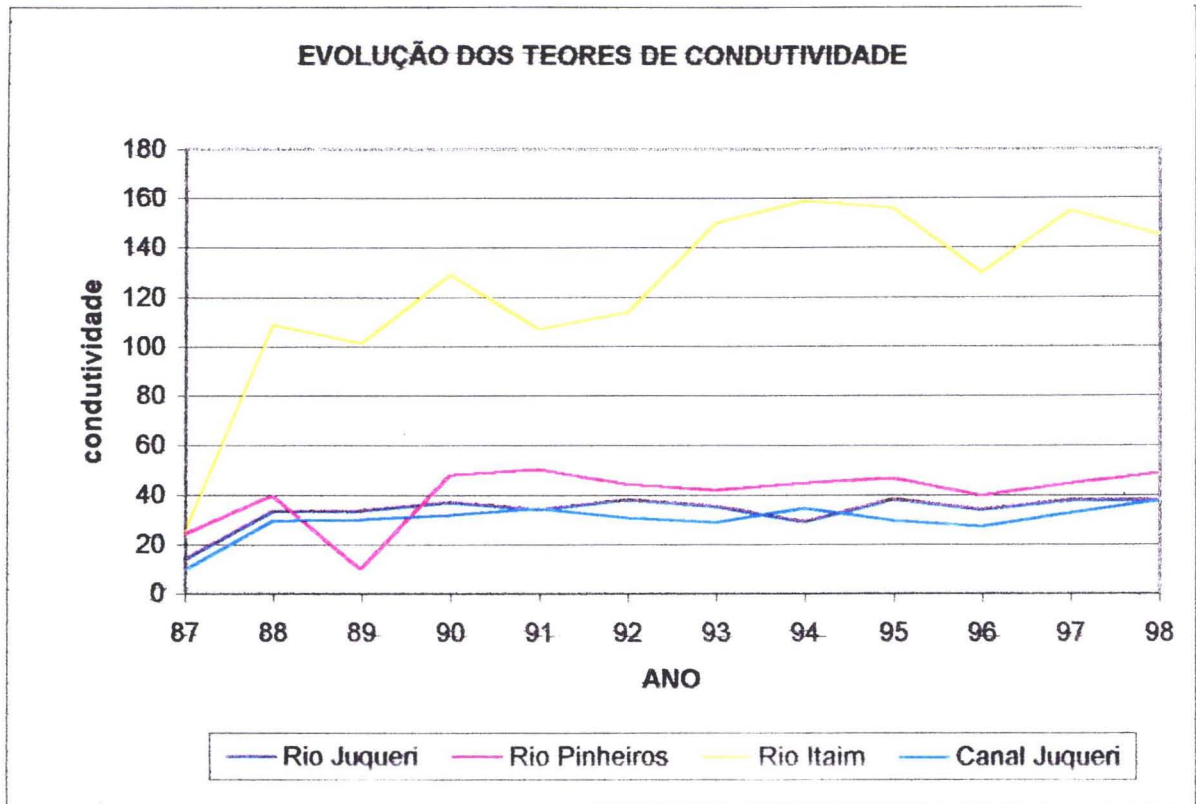
Fonte: Rivelino O - SABESP . 1999

Evolução dos Teores de pH

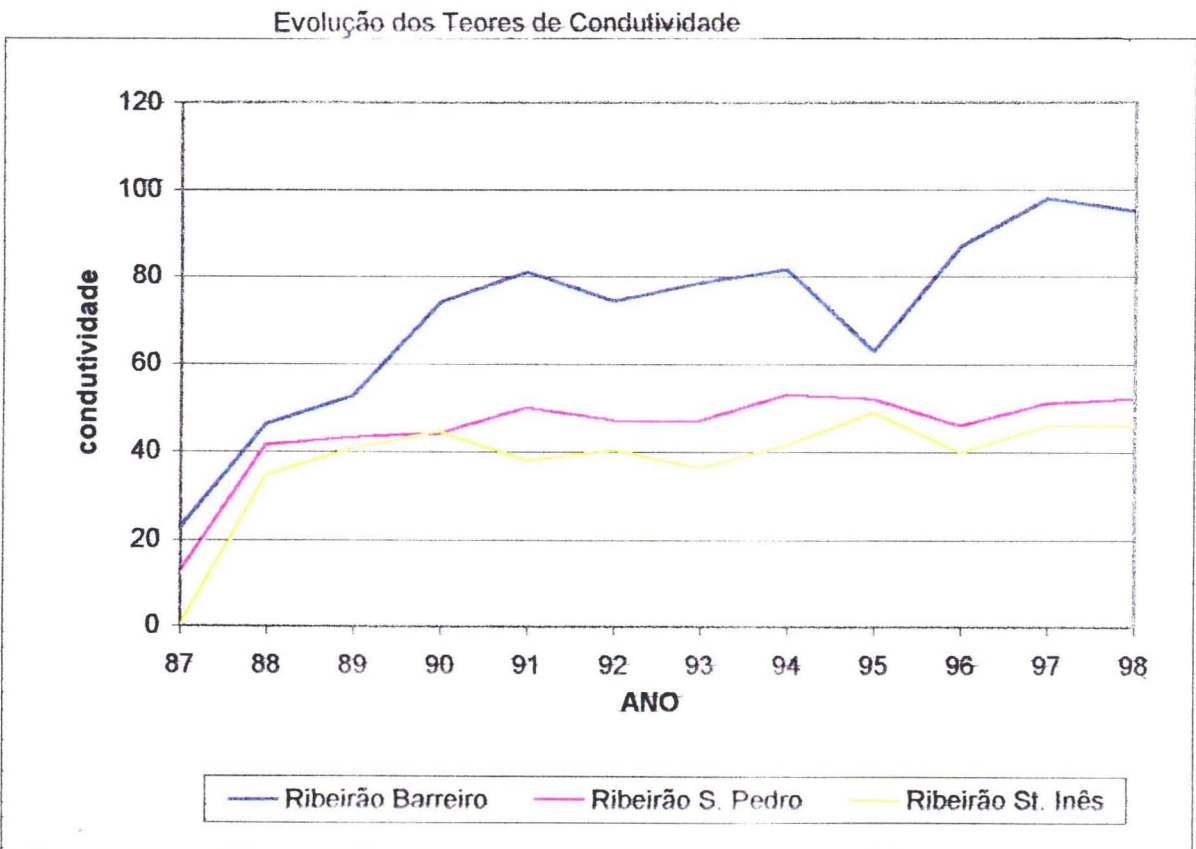


Fonte: SABESP . 1999

Figura 35. Evolução dos Teores de Condutividade (umho/cm) no Rio Juqueri e alguns Tributários (1987 a 1997), Mairiporã –SP.

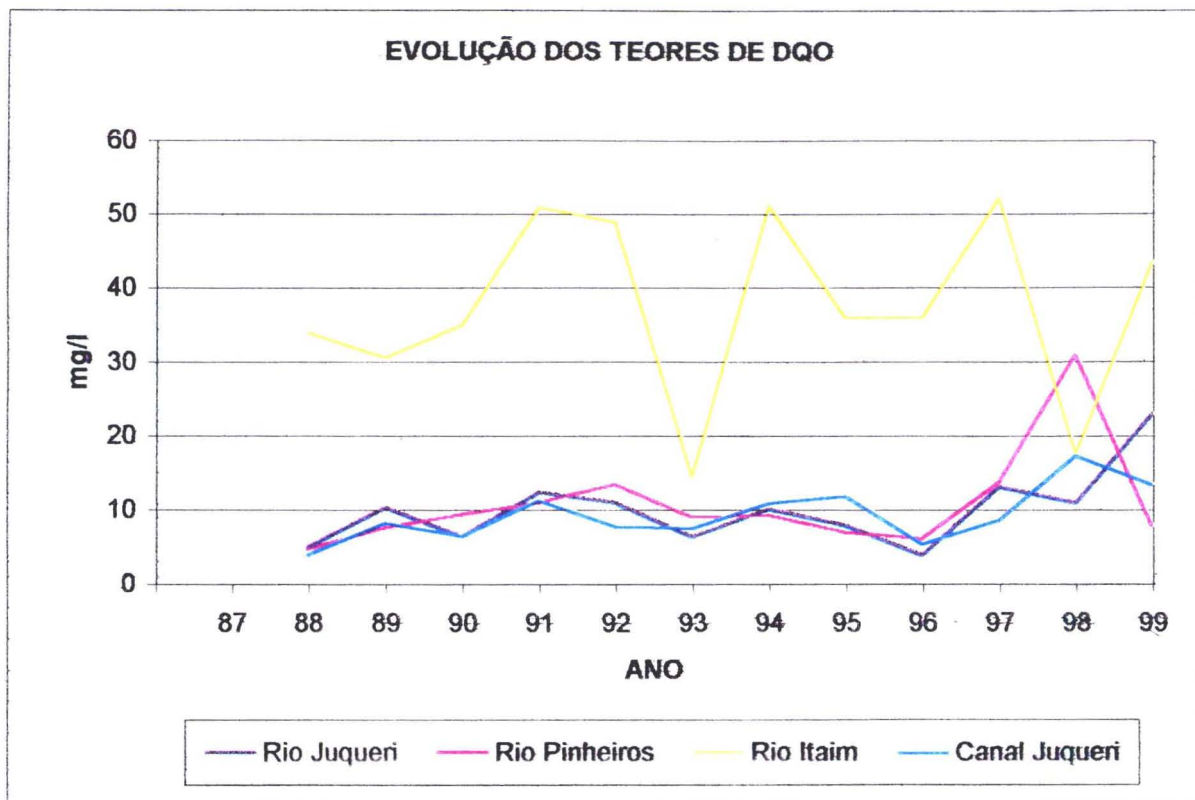


Fonte: Rivelino O - SABESP . 1999



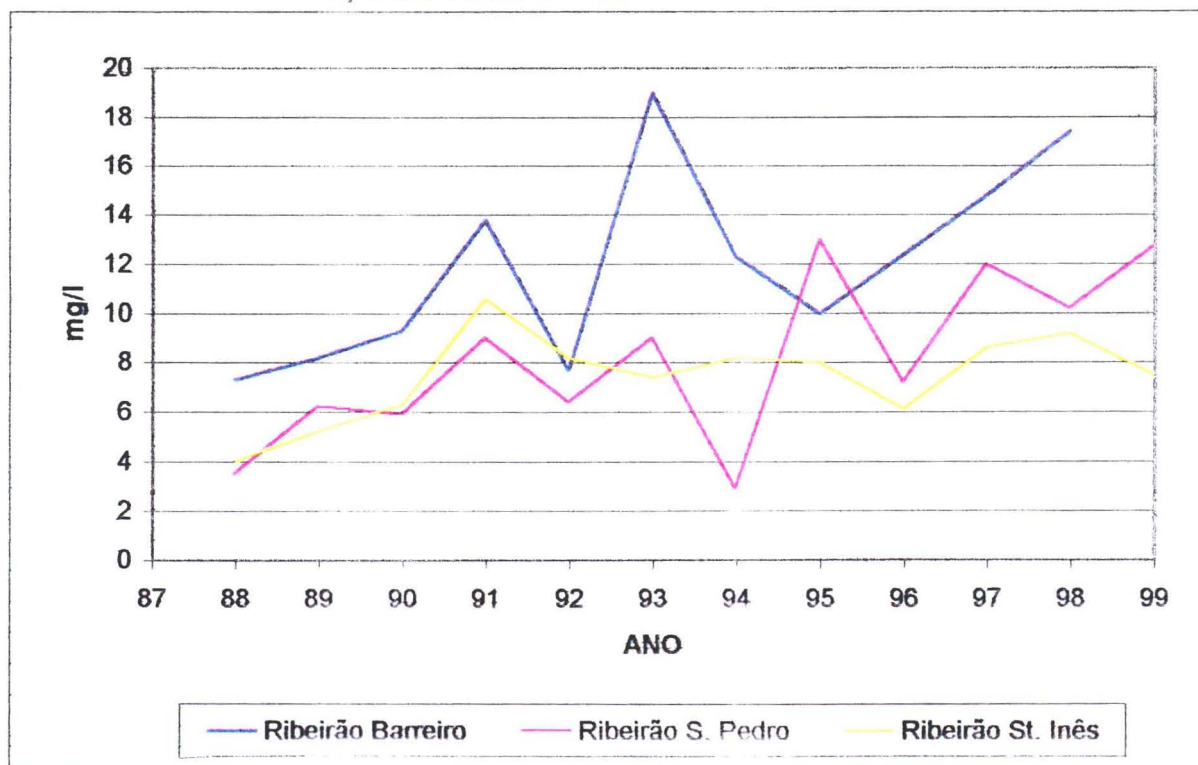
Fonte: Rivelino O - SABESP . 1999

Figura 36. Evolução dos Teores de DQO (mg/L O₂) no Rio Juqueri e alguns Tributários (1987 a 1997), Mairiporã –SP.



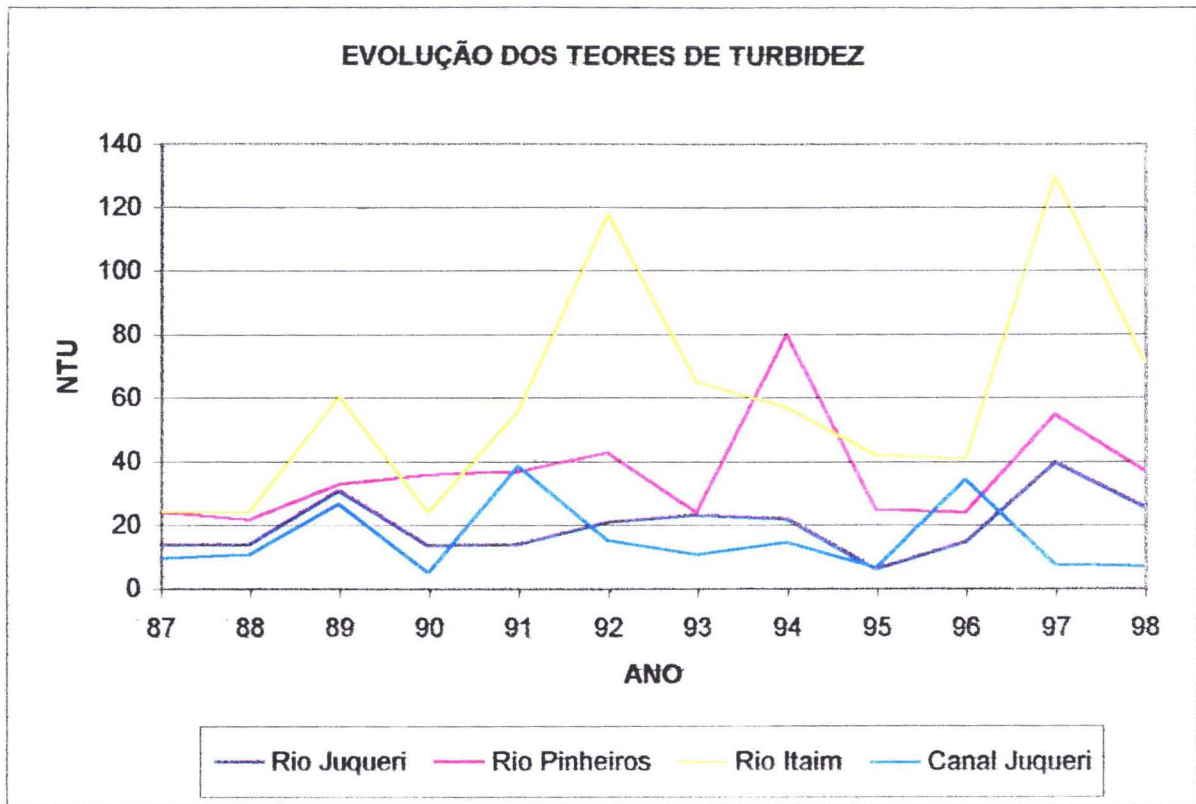
Fonte: Rivelino O - SABESP -1999.

Evolução dos Teores de DQO



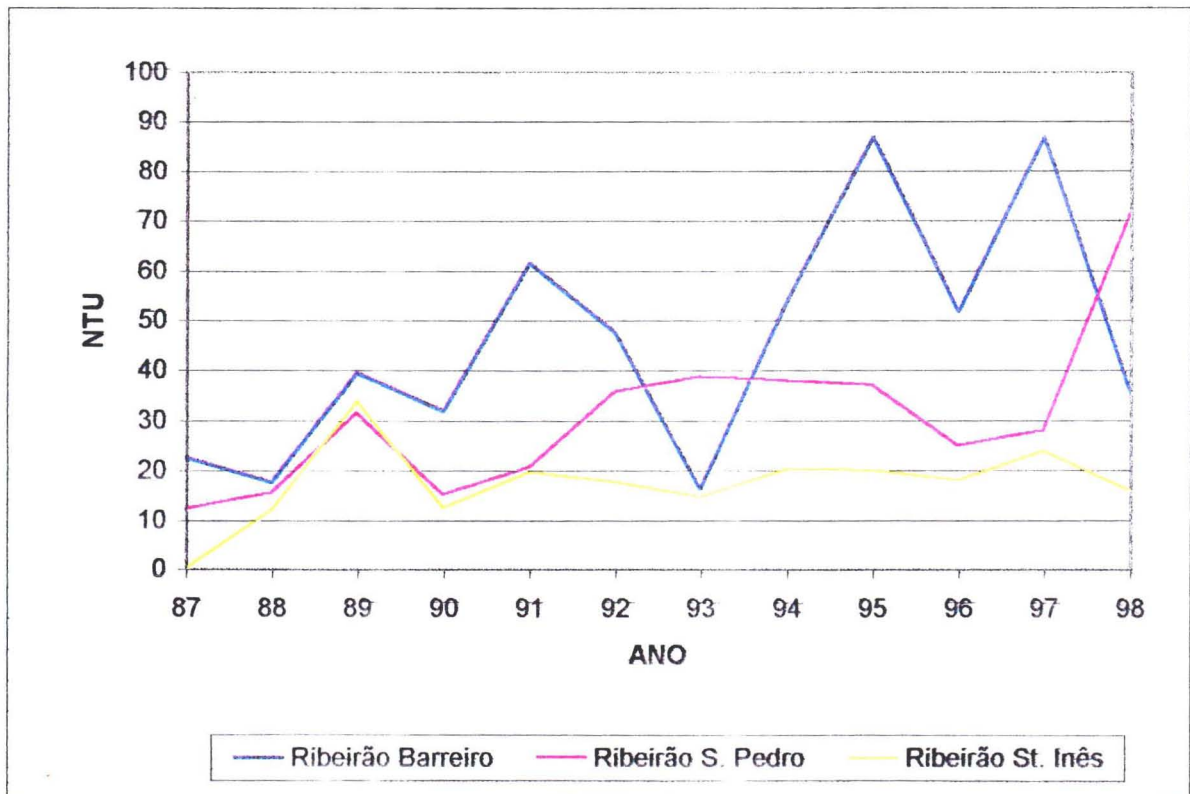
Fonte: Rivelino O - SABESP - 1999

Figura 37. Evolução dos Teores de Turbidez (NTU) no Rio Juqueri e alguns Tributários (1987 a 1997), Mairiporã –SP.



Fonte: Rivelino O - SABESP - 1999.

Evolução dos Teores de Turbidez



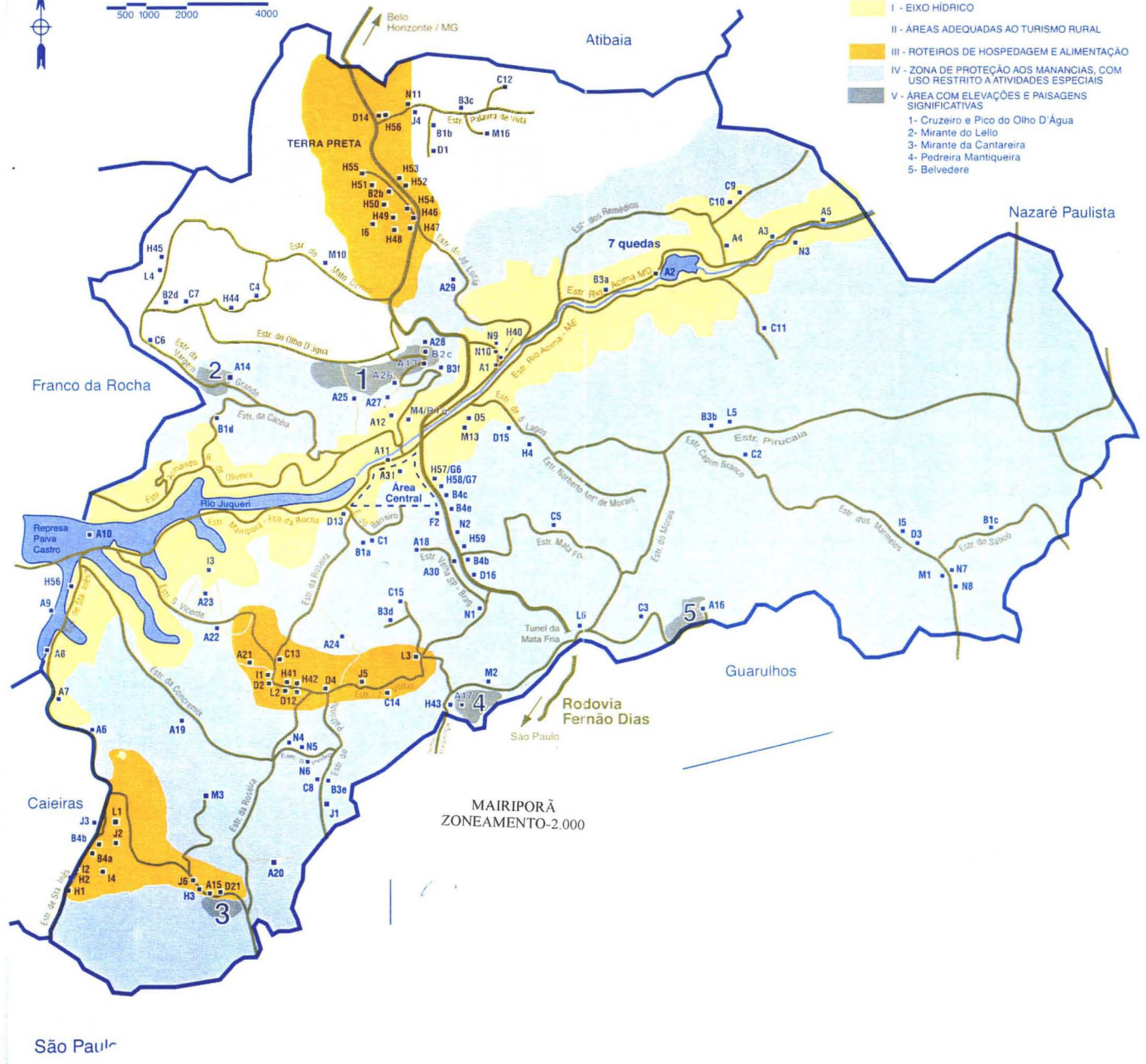
Fonte: Rivelino O - SABESP - 1999.

N.M.

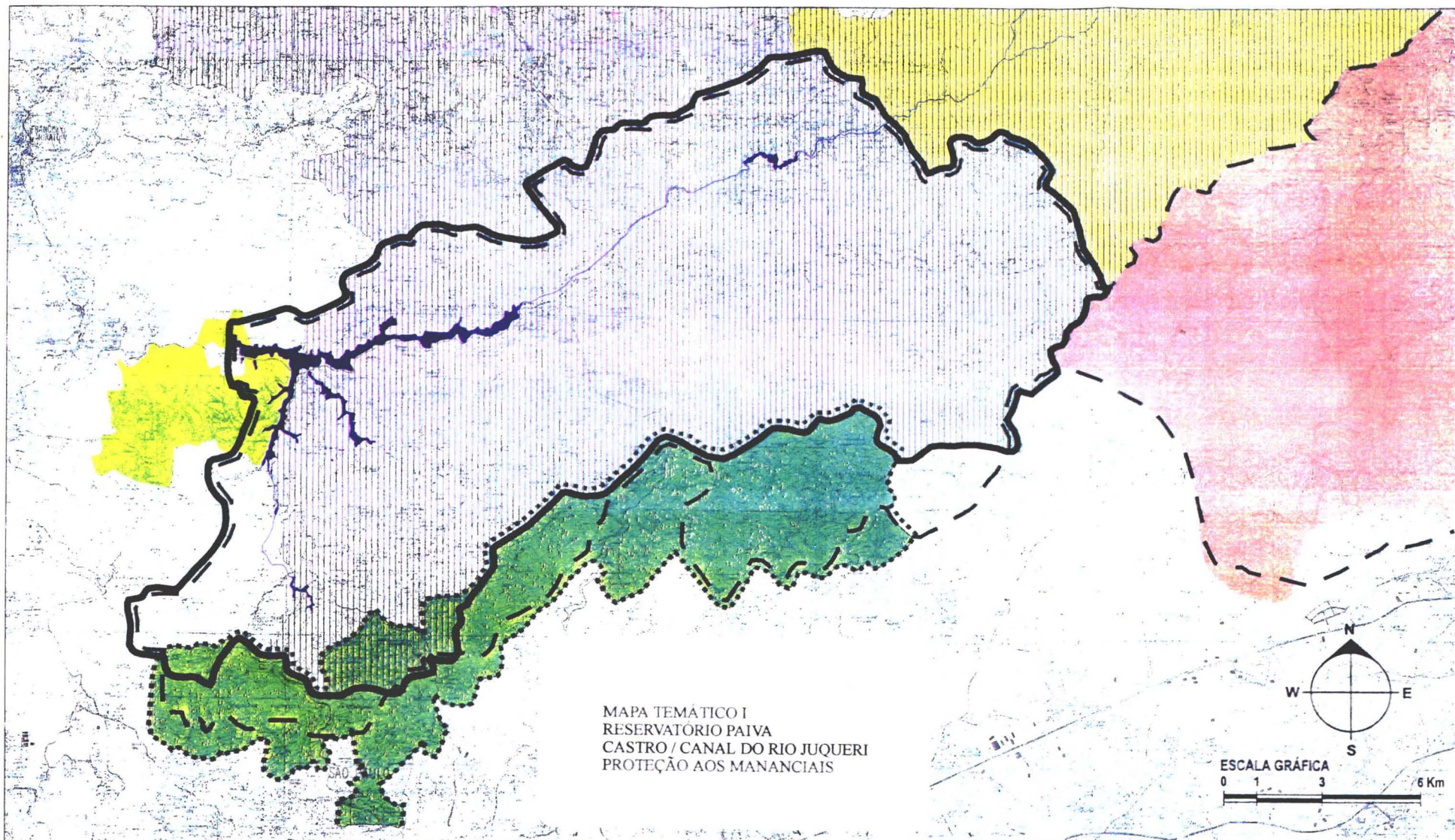


ZONEAMENTO

- I - EIXO HÍDRICO
 - II - ÁREAS ADEQUADAS AO TURISMO RURAL
 - III - ROTEIROS DE HOSPEDAGEM E ALIMENTAÇÃO
 - IV - ZONA DE PROTEÇÃO AOS MANANCIAIS, COM USO RESTRITO A ATIVIDADES ESPECIAIS
 - V - ÁREA COM ELEVAÇÕES E PAISAGENS SIGNIFICATIVAS
- 1- Cruzeiro e Pico do Olho D'Água
 - 2- Mirante do Lello
 - 3- Mirante da Cantareira
 - 4- Pedreira Mantiqueira
 - 5- Belvedere



São Paulo



LEGENDA

- | | |
|---|---|
| APA Federal da Bacia do Rio Paraíba do Sul | Reservatórios |
| APA Piracicaba Juqueri-Mirim Área II (Estadual) | Limite da Área de Estudo |
| APA Sistema Cantareira | Limite da Área de Proteção aos Mananciais |
| Parque Estadual do Juqueri | |
| Parque Estadual da Cantareira | |
| Área Natural Tombada | |

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Estado dos Transportes Metropolitanos

Empresa Metropolitana de
Planejamento da Grande São Paulo

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo SA - Sabesp

Plano de Usos Integrados e Disciplinados das Áreas Marginais ao
Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri

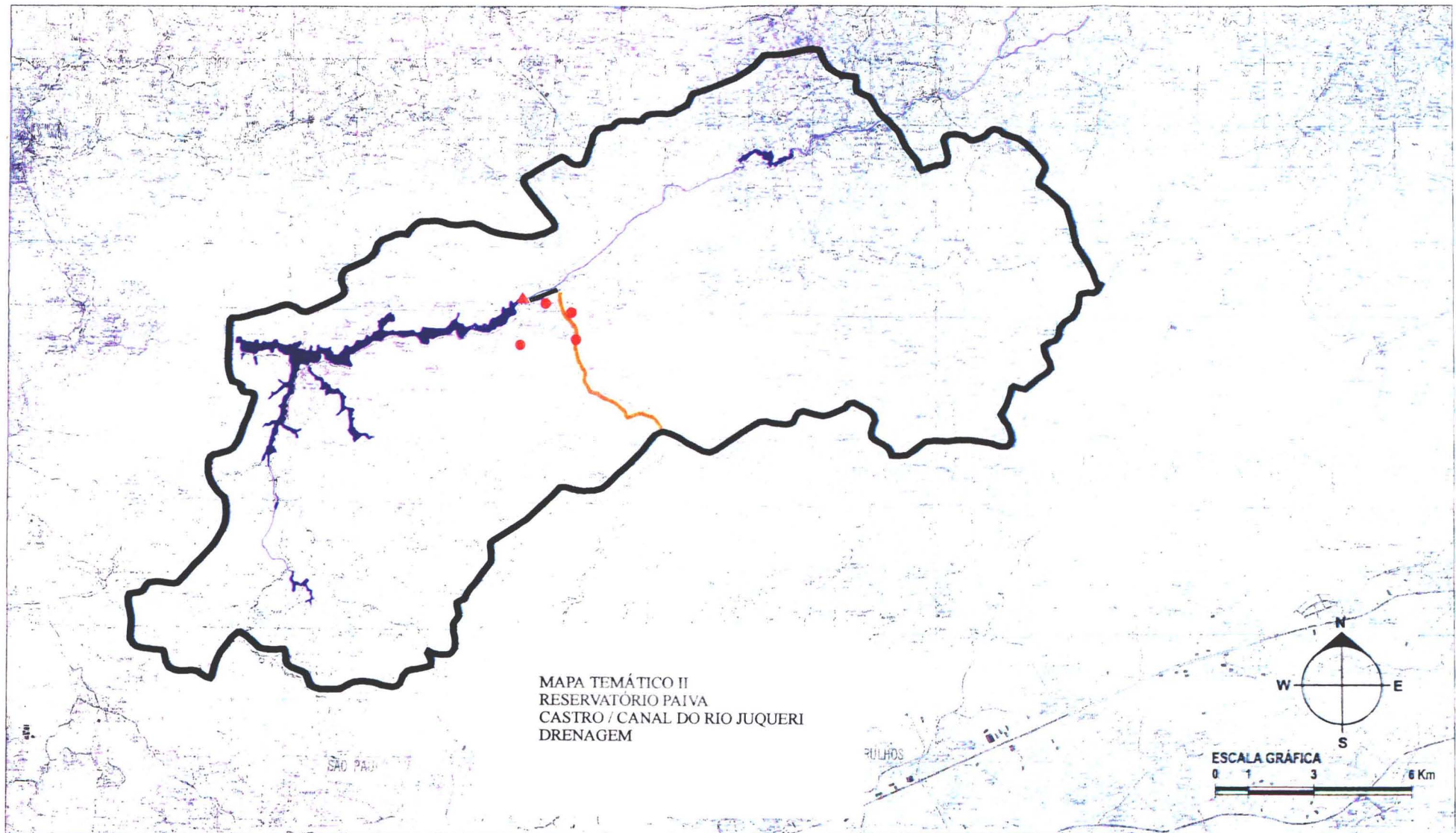
BACIA DO RESERVATÓRIO E CANAL -
NORMAS INCIDENTES

PROTEÇÃO AOS MANANCIAIS E
AMBIENTAL EM GERAL

PR

17

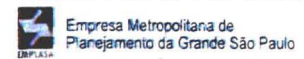
setembro / 99



LEGENDA

- Áreas Inundáveis
- Curso d'Água a Ser Canalizado
- Dique
- ▲ Estação Elevatória
- Limite da Área de Estudo
- Reservatórios

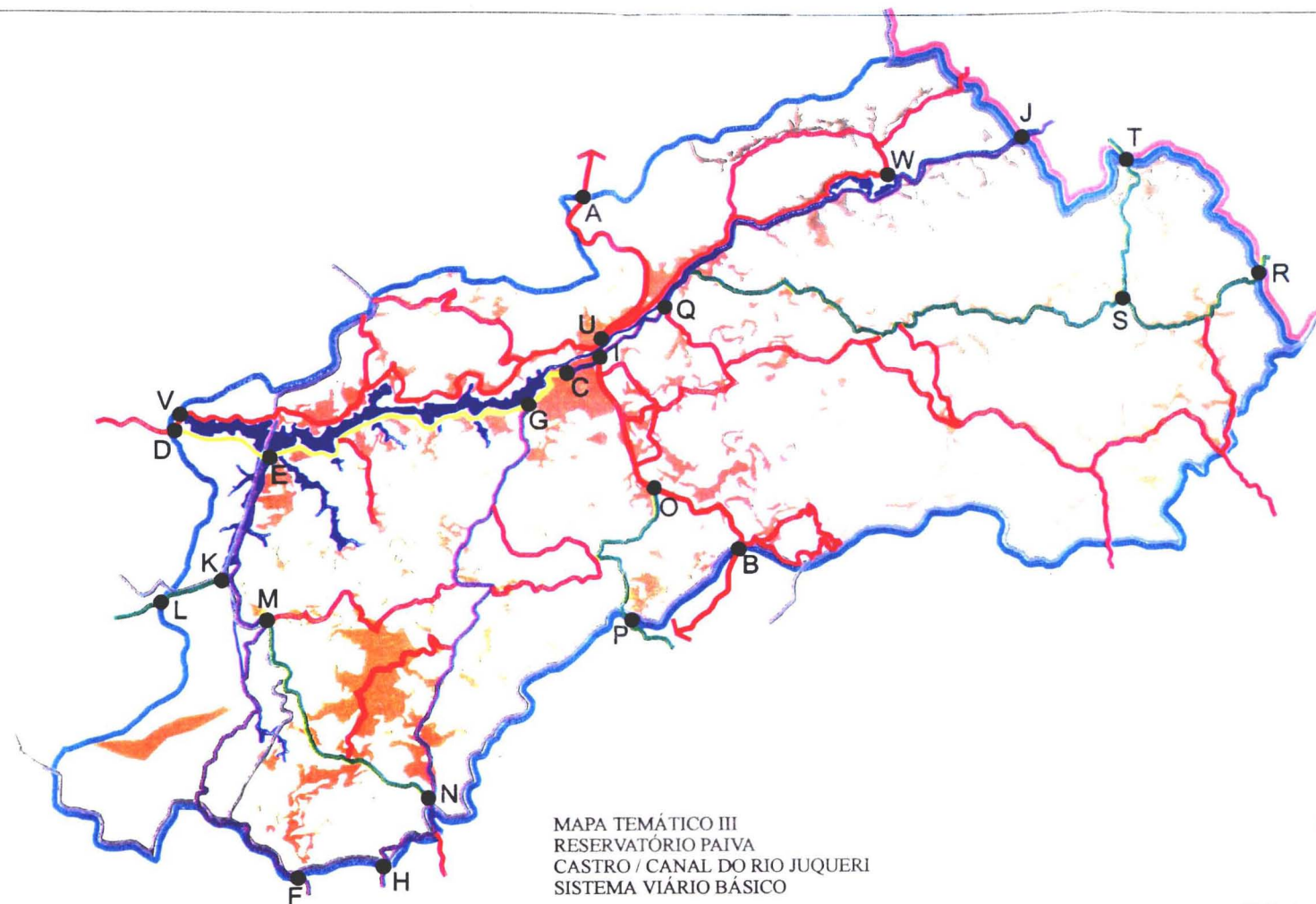
Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Estado dos Transportes Metropolitanos



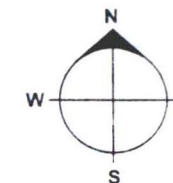
Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo SA - Sabesp

Plano de Usos Integrados e Disciplinados das Áreas Marginais ao Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri

**BACIA DO RESERVATÓRIO E CANAL -
INFRA-ESTRUTURA DE SANEAMENTO BÁSICO
DRENAGEM**



MAPA TEMÁTICO III
RESERVATÓRIO PAIVA
CASTRO / CANAL DO RIO JUQUERI
SISTEMA VIÁRIO BÁSICO



LEGENDA

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| Reservatórios | Rodovia II Categoria |
| Rios | Rodovia III Categoria |
| Limite da Grande São Paulo | Estrada I Categoria |
| Limite Municipal | Estrada II Categoria |
| Limite da Área de Estudo | Estrada III Categoria |
| | Vias do Sistema Urbano |
| | Mancha Efetivamente Ocupada |
| | Pontos de Intersecção |

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Estado dos Transportes Metropolitanos



Empresa Metropolitana de
Planejamento da Grande São Paulo

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo S.A. - Sabesp

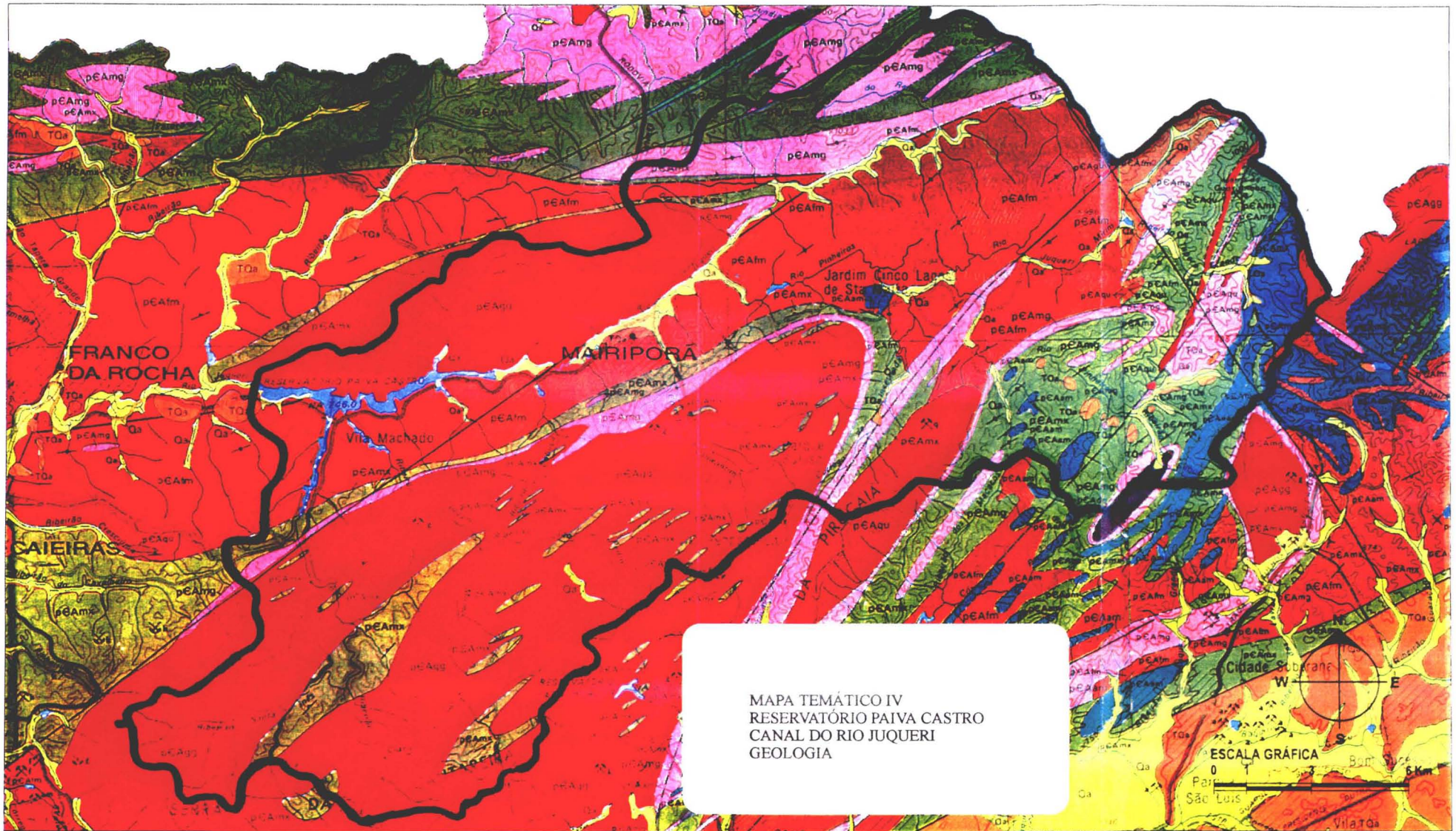
Plano de Usos Integrados e Disciplinados das Áreas Marginais ao
Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri

BACIA DO RESERVATÓRIO E CANAL -
INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES
SISTEMA VIÁRIO BÁSICO

PR

21

setembro / 99



MAPA TEMÁTICO IV
RESERVATÓRIO PAIVA CASTRO
CANAL DO RIO JUQUERI
GEOLOGIA

LEGENDA

- CENOZÓICO**
Quaternário
Qa Aluviões fluviais: argila, areia e cascalho
- Terciário-Quaternário
TQa Granitos e cascalhos de Formação São Paulo e da Formação Caçapava (Grupo Taboão). Inclui depósitos eluvio-cônicos correlatos
- PRÉ-CAMBRIANO**
pEAgr Granitos e granodioritos normais ou em parte gnáissicos, megacráticos ou porfíroides
pEAgn Dioritos e quartzo dioritos normais ou gnáissicos
pEAfm Migmatitos e gnáissos graníticos, podem achar-se cruzados até gnáissos micloníticos em zonas de movimentação tectônica intensificada
pEAqs Quartizitos
pEAms Filões e/ou metassólitos, inclui também frontões em zonas de movimentação tectônica intensificada

- pEAms Meta-arenitos (meta-arcóssos e metagrauvascas) de baixo grau metamórfico
pEAmc Metaconglomerados de baixo grau metamórfico
pEAmm Mecaxisto e/ou meta-arenito de médio grau metamórfico, inclui também zistos micloníticos em zonas de movimentação tectônica
pEAco Rochas calcossilicatadas
pEAav Epidoto anfíbolitos bandados e vestios verdes (metamargas e/ou metalúfilos)
pEAab Anfíbolitos, metabasitos (metadiabásico, metagabro)
pEAal Calcaxistos, metacalcários ou metadioromitos
- Contato definido
- - - Contato aproximado
- - - - Contato suposto
- - - - - Falha indisciplinada

- Eixo de zona de falha
- - - Foliação subvertical (mergulho 80° a 90°)
- - - Foliação (mergulho 45° a 80°)
- - - Foliação (mergulho 10° a 45°)
X Área de extração mineral em atividade
- OCORRÊNCIAS MINERAIS**
a - Areia
ar - Argila
am - Água Mineral
c - Calcário e Calcossilcato
k - Caulim
f - Feldspato
é - Fílo
g - Granito
q - Quartizito e Área Industrial

- Limite da Área de Estudo
- - - Limite Municipal
Reservatórios

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Estado dos Transportes Metropolitanos

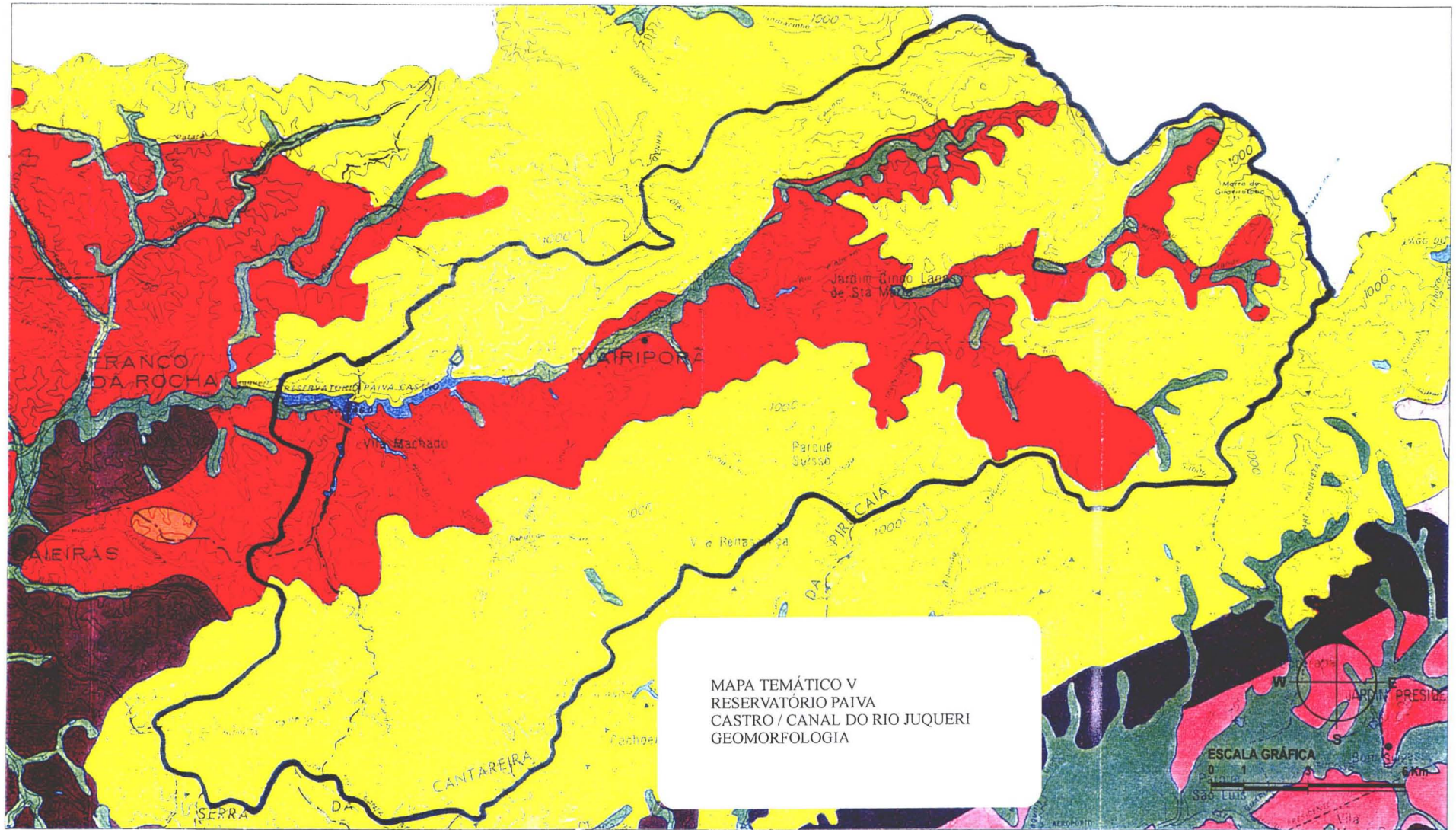
Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo SA - Sabesp

Plano de Usos Integrados e Disciplinados das Áreas Marginais ao Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri

BACIA DO RESERVATÓRIO E CANAL - FISIOGRAFIA
GEOLOGIA

PR 09



MAPA TEMÁTICO V
RESERVATÓRIO PAIVA
CASTRO / CANAL DO RIO JUQUERI
GEOMORFOLOGIA

LEGENDA

ZONA CRISTALINA DO NORTE

Subzona da Serrania de São Roque

Maciço Serrano da Cantareira

Morros Altos Acidentados com Serras Estreitas

Mar de Morros

Morros Cristalinos Rebaixados

ZONA DO MÉDIO VALE DO PARAÍBA

Subzona dos Morros Cristalinos

Morros Cristalinos Paralelos

ZONA DO PLANALTO PAULISTANO

Subzona Colinas Sedimentares

Colinas Amplas

Subzona de Transição da Bacia de São Paulo para o Cristalino

Morros Acidentados em Transição do Sedimentar para o Cristalino

Altas Colinas e Espigões Secundários

Várzeas

— Limite da Área de Estudo

- - - Limite Municipal

Reservatórios

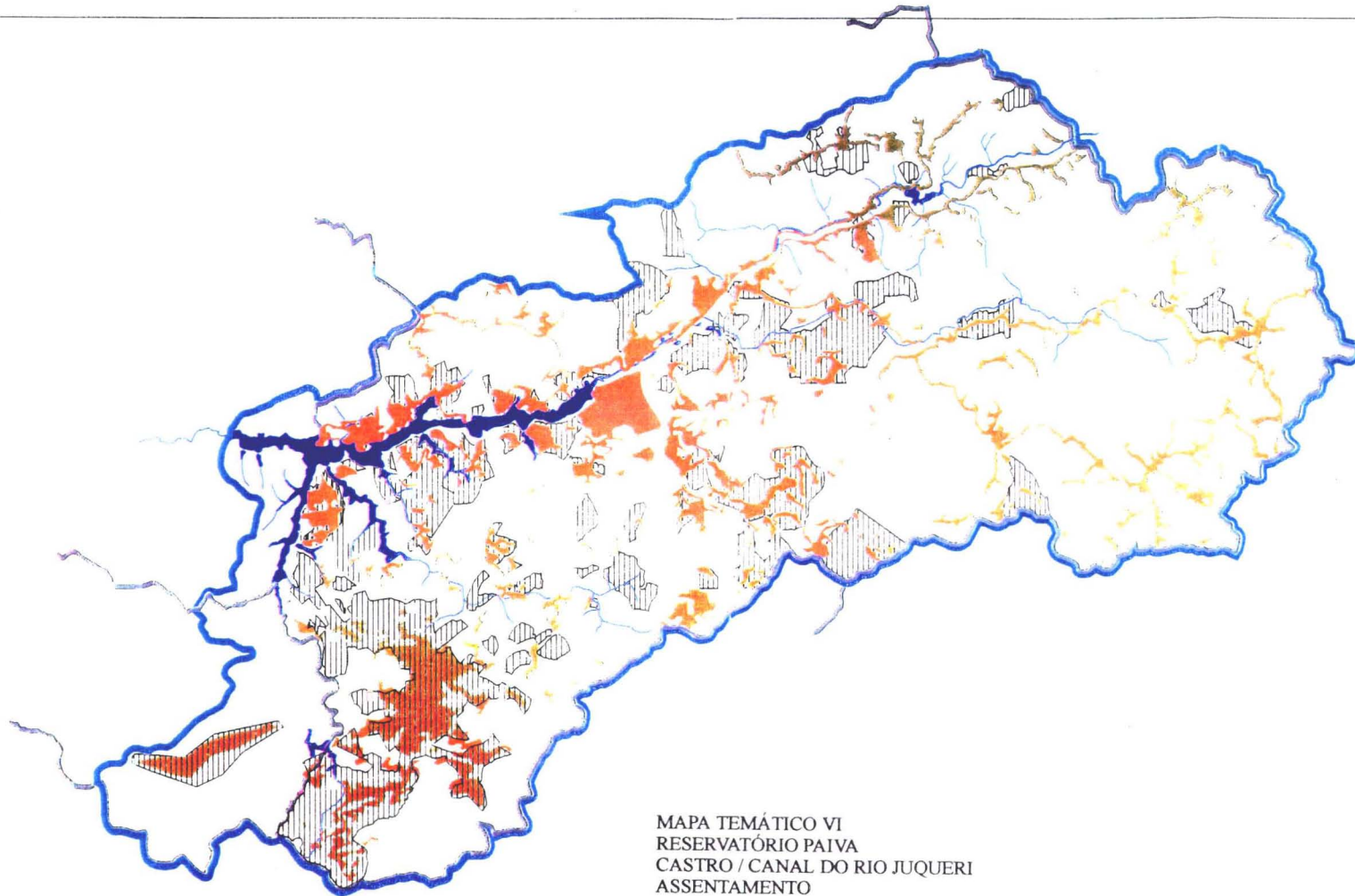
Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Estado dos Transportes Metropolitanos



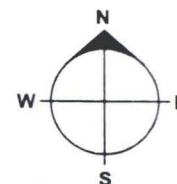
Empresa Metropolitana de
Planejamento da Grande São Paulo

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SANEAS

Plano de Usos Integrados e Disciplinados das Áreas Marginais do
Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri



MAPA TEMÁTICO VI
RESERVATÓRIO PAIVA
CASTRO / CANAL DO RIO JUQUERI
ASSENTAMENTO



LEGENDA

-  Reservatórios
-  Rios
-  Áreas Parceladas
-  Áreas Efetivamente Ocupadas
-  Áreas Parceladas e Ocupadas
-  Limite Municipal
-  Limite da Área de Estudo

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Estado dos Transportes Metropolitanos



Empresa Metropolitana de
Planejamento da Grande São Paulo

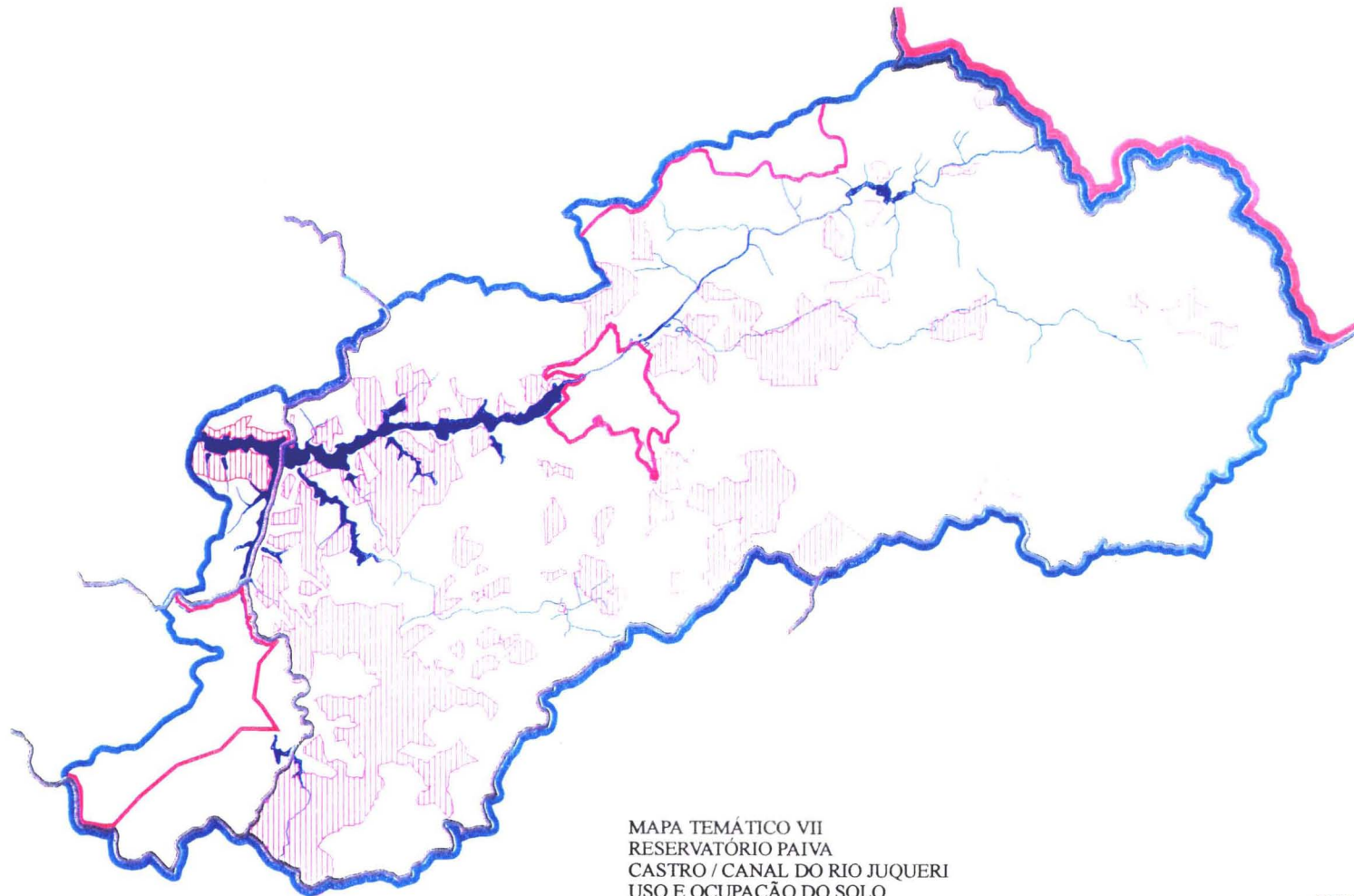
Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo SA - Sabesp

Plano de Usos Integrados e Disciplinados das Áreas Marginais ao
Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri

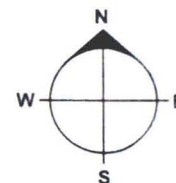
BACIA DO RESERVATÓRIO E CANAL -
ASSENTAMENTO
ÁREAS URBANAS E NÃO URBANAS

PR

12
setembro / 99



MAPA TEMÁTICO VII
RESERVATÓRIO PAIVA
CASTRO / CANAL DO RIO JUQUERI
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO



LEGENDA

- Reservatórios
- Rios
- Limite da Grande São Paulo
- Limite Municipal
- Limite da Área de Estudo
- Perímetros Urbanos Delimitados
 - Mairiporã - Leis nº 358/69 e 949/82
 - Caieiras - Lei nº 2449/94
- Áreas de Parcelamentos Elevadas à Categoria de Zona Urbana
 - Mairiporã - Diversas Leis
- Áreas Não Urbanas Legais
- Restrições Legais**
 - Setor Estritamente Residencial - R1
 - Caieiras - Lei nº 1192/78
 - Sistema de Recreio
 - Franco da Rocha

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Estado dos Transportes Metropolitanos

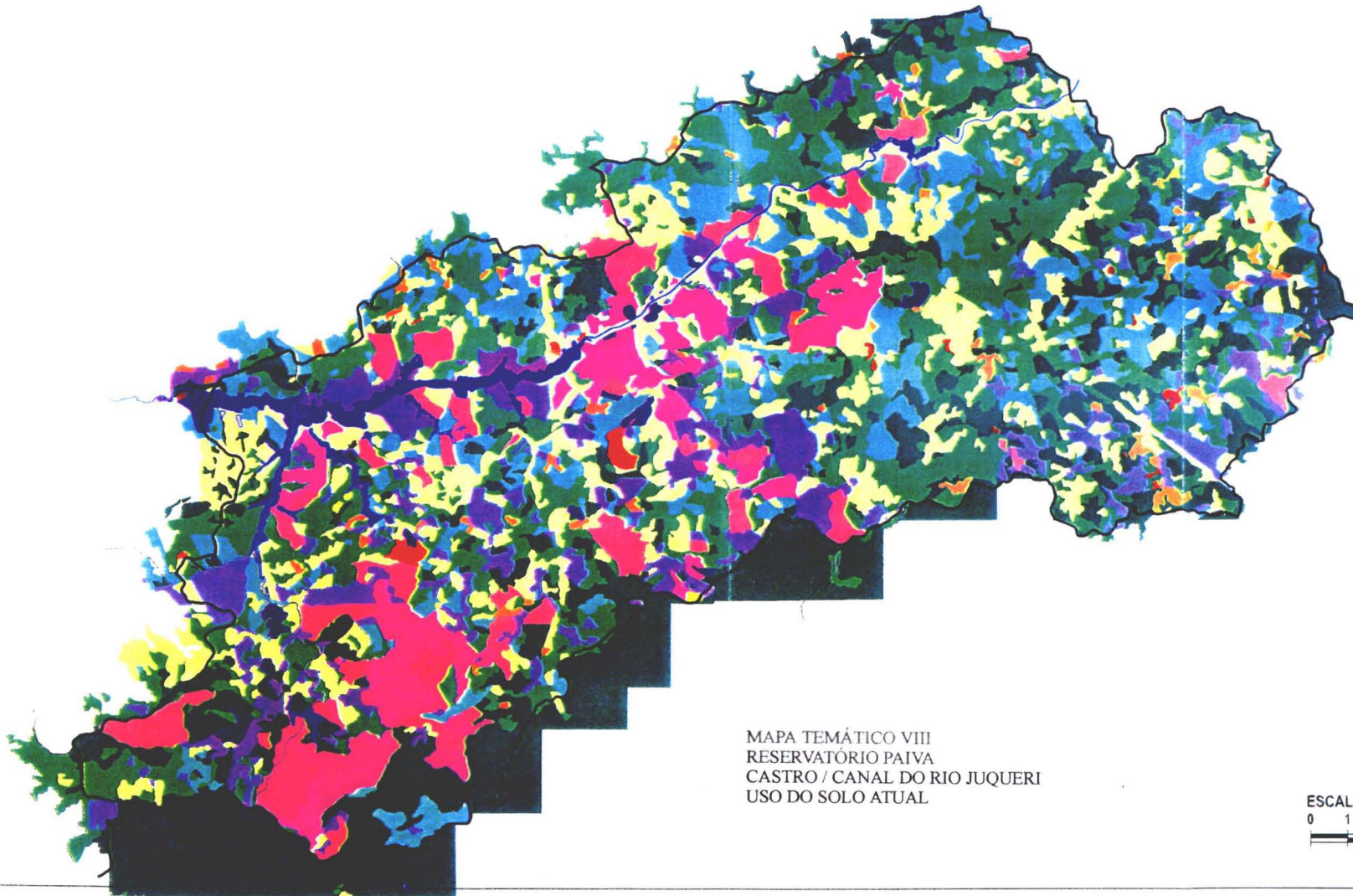
Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo SA - Sabesp

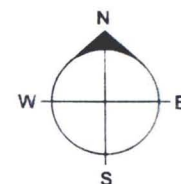
Plano de Usos Integrados e Disciplinados das Áreas Marginais ao Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri

**BACIA DO RESERVATÓRIO E CANAL -
NORMAS INCIDENTES
ORDENAMENTO DO USO E
OCUPAÇÃO DO SOLO-MUNICIPAIS**

PR
16
setembro / 99



MAPA TEMÁTICO VIII
RESERVATÓRIO PAIVA
CASTRO / CANAL DO RIO JUQUERI
USO DO SOLO ATUAL



LEGENDA

- | | | |
|---------------------|------------------------|--------------------------|
| Mata | Loteamento Desocupado | Limite da Área de Estudo |
| Capoeira | Mineração em Atividade | Limite Municipal |
| Campo | Mineração Abandonada | Reservatórios |
| Reflorestamento | Indústria | |
| Hortifrutigranjeiro | Equipamentos Urbanos | |
| Solo Exposto | Outros Usos | |
| Chácara | | |
| Olaria | | |
| Área Urbanizada | | |

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Estado dos Transportes Metropolitanos



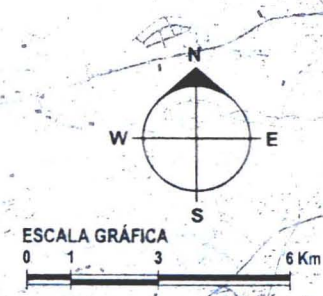
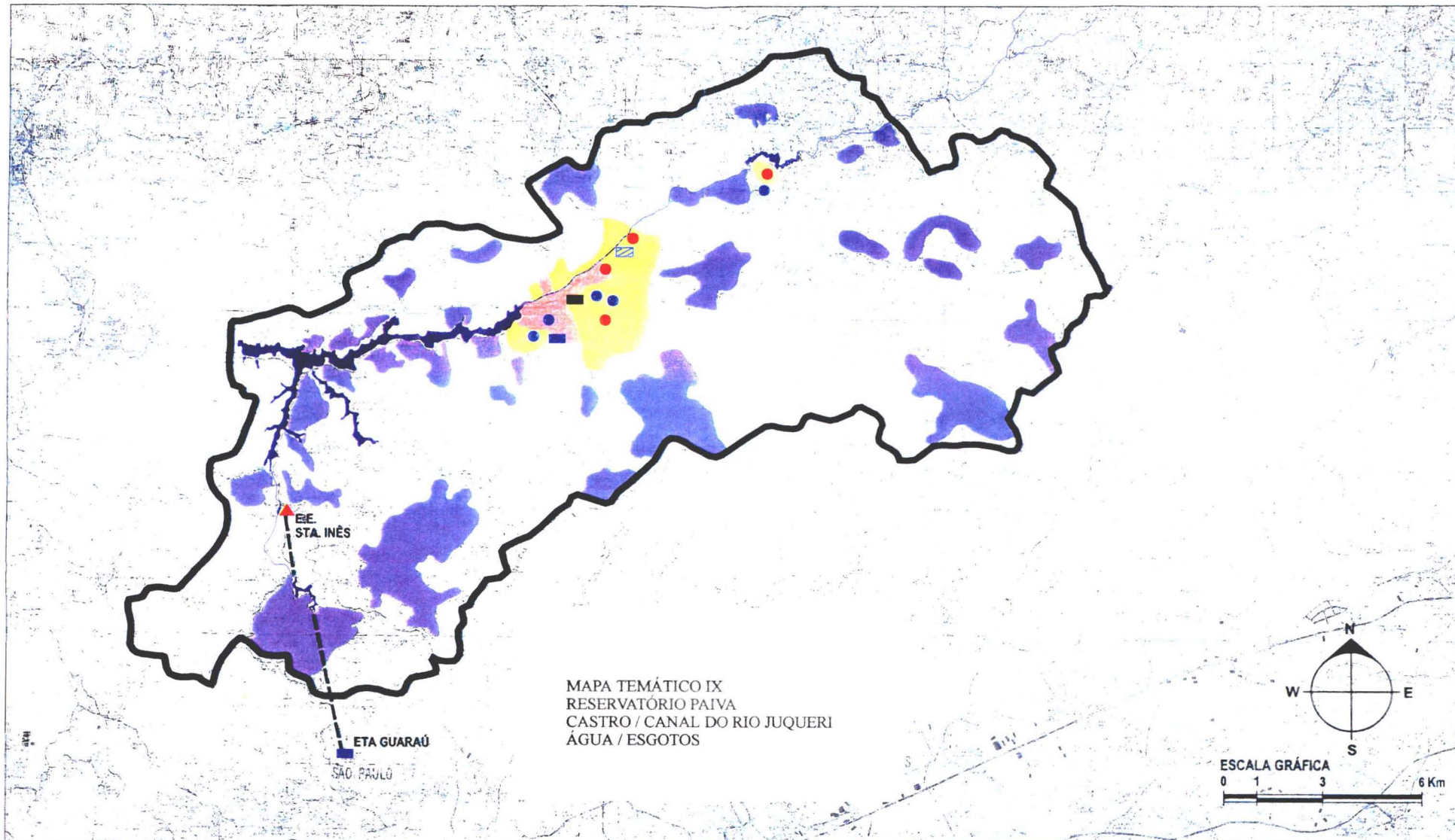
Empresa Metropolitana de
Planejamento da Grande São Paulo

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo SA - Sabesp

Plano de Usos Integrados e Disciplinados das Áreas Marginais ao
Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri

PR

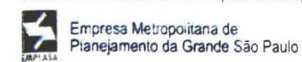
BACIA DO RESERVATÓRIO E CANAL
USO DO SOLO ATUAL



LEGENDA

- | | | |
|---|---|--------------------------|
| Área Atendida por Sistemas Públicos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário (Sabesp) | Estação de Tratamento de Água - ETA | Limite da Área de Estudo |
| Área Atendida por Sistema Público de Abastecimento de Água (Sabesp) | Estação de Tratamento de Água Projetada | Reservatórios |
| Área Atendida por Sistemas Particulares de Água e Esgoto | Estação de Tratamento de Esgotos - ETE | |
| | Reservatórios | |
| | Poços Profundos | |
| | Estação Elevatória | |
| | Adutora | |

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Estado dos Transportes Metropolitanos



Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo SA - Sabesp

Plano de Usos Integrados e Disciplinados das Áreas Marginais ao Reservatório Paiva Castro e Canal do Rio Juqueri

BACIA DO RESERVATÓRIO E CANAL -
INFRA-ESTRUTURA DE SANEAMENTO BÁSICO
ÁGUA / ESGOTOS

PR

18

setembro / 95