Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Unesp
Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - Faac
Campus de Bauru

Análise Quantitativa da Poluição do Rio Bauru

Giselda Passos Giaffieris

Bauru - SP
Julho - 1999

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" - UNESP
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO - FAAC
CAMPUS DE BAURU

BIBLIOTECA UNESP CAMPUS BAURU

ANÁLISE QUANTITATIVA DA POLUIÇÃO DO RIO BAURU

GISELDA PASSOS GIAFFERIS
ORIENTADOR: RUBENS CARNEIRO ULBANERE

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP, Campus de Bauru, para obtenção do Título de Mestre no curso de pós-graduação "Projeto, Arte e Sociedade":

BAURU - SP
JULHO – 1999

Nº CAPES: 3.07.04.05-7
Controle da poluição
Unidade: Análise da poluição Rio Bauru

Número de chamada
Clas. T/UNESP
PHA G 359a
Tombo n.º 948

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" - UNESP
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO - FAAC
CAMPUS DE BAURU

BIBLIOTECA - UNESP - CAMPUS BAURU

ANÁLISE QUANTITATIVA DA POLUIÇÃO DO RIO BAURU

GISELDA PASSOS GIAFFERIS

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP, Campus de Bauru, para obtenção do Título de Mestre no curso de pós-graduação "Projeto, Arte e Sociedade":

BAURU - SP
JULHO – 1999

BIBLIOTECA
UNESP
CAMPUS BAURU

Ficha catalográfica elaborada por
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - Bauru

628.3
G359a

Giafferis, Giselda Passos
Análise quantitativa da poluição do Rio de Bauru / Giselda Passos Giafferis. -- Bauru, 1999.
102f. ; 30cm

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura.

Orientador: Dr. Rubens Carneiro Ulbanere.

1. Esgoto. 2. Poluição-rio. 3. Análise quantitativa. 4 Universidade Estadual Paulista 5. Faculdade de Arquitetura I. Título

"Não devemos apenas passear pelos grandes espaços de nossa pátria, devemos participar da sua reorganização e criar uma nova vida".

Antenor Pasqual

Dedico aos meus pais,

Paulo Eduardo Martins Neto e Selda Marli Passos Martins

Que renunciaram os seus sonhos para que os de seus filhos se realizem.

Que me apoiaram em mais esta etapa da minha vida.

À minha filha,

Kaynara Passos Giafferis Rocha da Silva

Que é a minha inspiração e força para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS.

Ao meu orientador Prof. Dr. Rubens Carneiro Ulbanere que com paciência e confiança encaminhou-me e dedicou horas preciosas à análise deste trabalho; à amiga e companheira durante o Curso de Pós-Graduação "Projeto, Arte e Sociedade", Srª. Gracinda Maia Monteiro, Cristiane Marques Lontra, minha querida prima, pelo apoio e colaboração no levantamento das revisões bibliográficas.

Este trabalho não teria sido concretizado sem a colaboração do Departamento de Água e Esgoto de Bauru, no qual faço parte como funcionária de carreira, no cargo de Química I. Deixo meus agradecimentos:

ao Presidente deste Departamento em 1995 e 96, Engº Éric Edir Fabris, à Diretora da Divisão de Produção e Reservação Engª. Nilcéia de Fátima Paes Lourenço e Diretor do Serviço de Águas Superficiais e Tratamento, Sr. Joaquim Pereira, que concederam-me autorização para iniciar o Curso de pós-graduação na UNESP – Bauru;

ao Presidente em 1997, Engº. João David Felício e o Diretor de Divisão de Produção e Reservação Engº. Nilton José Saggioro que autorizaram as coletas e análises de esgoto efetuadas no laboratório do DAE;

ao atual Presidente do DAE, Sr. Flávio Holanda Barrozo Uchoa, pelo apoio e colaboração e ao Diretor da Divisão de Produção e Reservação Sr. Wilson Donizete Dionísio, pela compreensão para que este trabalho fosse realizado;

a todos os chefes e colegas que participaram comigo neste trabalho:

Srª. Márcia Domingues dos Santos Zanatta;

Srª. Suely Corral Badini;

Srª. Maria de Lurdes Ribeiro Fogaça;

Srª. Cariza Martha Moreira Trovatto;

Sr. Paulo Sérgio da Silva;

Sr. José Brazoloto;

Sr. Gilberto Sebastião Castilho Filho;

Sr. Eleazar Antonio da Silva;

Sr. Pedro Alves;

Sr. Francisco Ferreira Filho;

Richard Avante;

César Augusto Yogui;

Agradeço a disponibilidade e atenção que me dispensaram os senhores Engº Luiz Fernando Napoleone, Edil Galvão Junqueira e Adelino Ribeiro Junior, pertencentes à equipe da CETESB de Marília e Bauru.

A Deus, que nos dá a vida e a sabedoria para lutarmos pelo bem estar dos seres humanos, na preservação do meio ambiente e edificação de um mundo melhor.

CONTEÚDO

LISTA DE NOMENCLATURAS..... vii

LISTA DE FIGURAS..... viii

LISTA DE TABELAS..... viii

LISTA DE QUADROS..... ix

LISTA DE FOTOS..... ix

RESUMO..... 01

ABSTRACT..... 03

I. INTRODUÇÃO..... 05

II. REVISÃO DE LITERATURA..... 08

2.1. Caracterização da comunidade de Bauru..... 08

2.1.1. Localização..... 08

2.1.2. Clima..... 09

2.1.3. Topografia..... 10

2.1.4. Bacia hidrográfica..... 11

2.2. Descrição do sistema existente de esgoto sanitário em Bauru..... 13

2.3. Rios: histórico e características..... 18

2.4. Referências históricas sobre a qualidade da água..... 20

2.5. Propriedades físicas e químicas das massas da água..... 22

2.6. Poluição dos rios..... 27

2.7. Legislação sobre os recursos hídricos..... 30

2.8. Características de esgotos..... 33

2.9. Controle da poluição de efluentes..... 40

2.10. Tipos de análises para avaliação do esgoto existente em rios..... 42

2.11. Procedimento indicado para coleta de amostras..... 43

2.12. Demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5)..... 52
2.13. Demanda química de oxigênio (DQO)..... 57
2.14. Oxigênio dissolvido (OD)..... 58
2.15. Análise bacteriológica..... 59
2.16. Autodepuração dos cursos d´água..... 61
III. MATERIAIS E MÉTODOS..... 64
3.1. Levantamento dos pontos de coleta..... 64
3.2. Preparação do material para coleta..... 67
3.3. Coleta do material..... 68
3.4. Processamento das amostras..... 69
3.4.1. Demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5)..... 69
3.4.2. Demanda química de oxigênio (DQO)..... 76
3.4.3. Oxigênio dissolvido (OD)..... 79
3.4.4. Bacteriologia - Pesquisa de coliformes em água..... 81
3.5. Contribuição da CETESB nas análises..... 87
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 88
4.1. Parâmetros químicos..... 88
4.2. Análises bacteriológicas..... 93
V. CONCLUSÕES..... 98
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 99
VII. ANEXOS..... 102
7.1. Anexo A – Mapa do município de Bauru com localização do Rio Bauru e afluentes.
7.2. Anexo B – Classificação do Rio Bauru na Bacia do Médio Tietê Inferior.

7.3. Anexo C – Lei Estadual nº 997/76 regulamentada pelo Decreto nº 8.468/76.

7.4. Anexo D – Decreto nº 36.787/93.

7.5. Anexo E – Decreto nº 10.775/77.

7.6. Anexo F – Planilha de dados das amostras.

LISTA DE NOMENCLATURAS.

∅	= Diâmetro
ABS	= Alquil-benzeno-sulfonado
BVB	= Caldo lactosado bile verde brilhante
CETESB	= Companhia de Tecnologia para o Saneamento Ambiental
CO_2	= Gás carbônico
CONAMA	= Conselho Nacional do Meio Ambiente
CRH	= Conselho Estadual de Recursos Hídricos
DAE	= Departamento de Água e Esgoto de Bauru
DBO	= Demanda bioquímica de oxigênio, mg/l ou g/m3
DBO_5	= Demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), mg/l ou g/m3
DQO	= Demanda química de oxigênio, mg/l ou g/m3
EAM	= Eosina azul de metileno
EC	= Meio de cultura
Eq-g de $CaCO_3$	= Equivalente-grama de carbonato de cálcio, mg/l
ETAs	= Estações de tratamento de água
IBGE	= Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	= Instituto de Pesquisa Tecnológica
LAS	= Alquil-sulfonado-linear

NMP = Número Mais Provável

O_2 = Oxigênio

OD = Oxigênio dissolvido, mg/l

OMS = Organização Mundial da Saúde

PH = Potencial hidrogeniônico

ppm = Parte por milhão

PV = Poço de visita

S.F.A. = Sulfato ferroso amoniacal

SEPLAN = Secretaria do Planejamento de Bauru

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Locais corretos para amostragem..... 45

Figura 2 - Relação entre local de amostragem e concentração..... 46

Figura 3 - Batiscafo ou garrafa de Hale para coleta de OD..... 51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados climáticos da cidade de Bauru..... 09

Tabela 2 - Expansão de rede coletora de esgotos 1983/1998..... 15

Tabela 3 - Biodegradação verificada em esgotos sanitários, matéria mineral, matéria orgânica, DBO_5, ppm, total, 1984..... 40

Tabela 4 - Tabela de número mais prováveis (NMP) e limites de confiança de 95% para várias combinações de resultados positivos e negativos usando 5 porções de 10, 1 e 0,1 86

Tabela 5 - Resultados dos parâmetros químicos das amostras da água do Rio Bauru, realizada em setembro/97..... 91

Tabela 6 - Resultados dos parâmetros químicos das amostras da água do Rio Bauru, feita pela CETESB em março/99..... 92

Tabela 7 - Resultados das análises bacteriológicas das amostras da água do Rio Bauru, realizada em setembro/97..... 95

Tabela 8 - Resultados das análises bacteriológicas das amostras da água do Rio Bauru, feita pela CETESB em março/99..... 96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Controle bacteriológico da água – Técnica dos tubos múltiplos. 83

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Coleta de amostras de OD com batiscafo ou garrafa de Hale..... 103

Foto 2 - Córrego Água da Forquilha..... 104

Foto 3 - Córrego Água da Ressaca..... 105

Foto 4 - Rio Bauru..... 106

Foto 5 - Córrego Água do Sobrado..... 107

Foto 6 - Coleta de DQO e DBO..... 108

Foto 7 - Análise de DBO_5..... 109

Foto 8 - Análise de DBO_5..... 110

Foto 9 - Análise de DQO..... 111

Foto 10 - Análise de OD..... 112

RESUMO.

Conforme GHERARDI-GOLDSTEIN (1990), no Brasil, a maioria dos rios estão contaminados pelos despejos domésticos e industriais. A presença de substâncias que causam contaminação ambiental representam sempre um risco aos seres humanos. Em Bauru, SP, o esgoto doméstico e parte do esgoto industrial são lançados diretamente no Rio Bauru. A importância de se conhecer a poluição do Rio Bauru, motivou a realização desse trabalho, que tem dois objetivos:

a) Comparar os Valores Máximos Permissíveis (VMP), determinados na Lei Estadual 997/76, com os valores obtidos em amostras do Rio Bauru, referente aos parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO),

demanda química de oxigênio (DQO), oxigênio dissolvido (OD) e contaminação bacteriológica.

b) Aferir a qual Classe pertence o Rio Bauru, conforme dispõe o Decreto nº 10.755/77.

Os procedimentos para a determinação da amostragem e pontos de coleta foram efetuados conforme as orientações de AGUDO (1988). Foram levantadas amostras em dezenove pontos, no curso do Rio Bauru, sempre a montante e a jusante dos lançamentos de esgotos. A preparação e os materiais para as coletas obedeceram as orientações de autores consagrados na literatura disponível. As amostras foram processadas, conforme a metodologia da STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTWATER OF AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1995). Os principais, resultados mostram que apenas três, dos dezenove pontos de amostragem estão abaixo dos VMP, determinados na Lei Estadual 997/76, em relação à contaminação bacteriológica (coliformes totais). As análises sobre os coliformes fecais mostram que todas as amostras estão acima dos VMP. Os parâmetros químicos, também revelaram que somente três amostras estão abaixo dos VMP determinados pela legislação. A principal conclusão do trabalho mostra que a classificação do Rio Bauru, fica confirmada como pertencente à Classe 4, do seu início até a confluência com o Ribeirão Grande e à Classe 3 da confluência com o Ribeirão Grande até a confluência com o Rio Tietê, no município de Pederneiras, conforme dispõe o Decreto nº 10.775/77. O Rio Bauru está poluído por todo o seu curso dentro da área urbana da cidade de Bauru, de forma que necessita de tratamento avançado e a partir de onde recebe a contribuição das águas do Ribeirão Grande, necessita de tratamento convencional.

ABSTRACT.

According GHERARDI-GOLDSTEIN (1990), in Brazil, the most of rivers are contaminate for domestic and industry garbage. The presences of substances that cause environment contamination always represent a risk to humans. In Bauru, SP, the domestic trash and part of industry drain are thrown directly in the Bauru River. The importance of know the pollution of Bauru River, motivate the realization this paper, that have two purpose:

a) Compare the Permissive Maximum Values (PMV), determined in the state law 997/76, with the values obtained on samples of Bauru River, relative the parameters: oxygen biochemical demand (DBO), oxygen chemical demand (DQO), dissolved oxygen (OD) e bacteriology contamination.

b) Check with class concern the Bauru River, according dispose the decree nº 10.755/77.

The procedures to determination of the samples and collection points were effectuated according the orientation of AGUDO (1988). Samples were raise on nineteen points, in the Bauru River, always the amount and the low water of the throw of drains. The preparation and the materials for the collection obey the orientation of the consecrate authors in the available literature the samples was prosecuted, according the methodology of the STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTWATER OF AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1995). The main results show that only three, of the nineteen points of the samples are below of the PMV, determined on state law 997/76, on report the bacteriology contamination (totals coliforms). The samples about fecals coliforms show that all the samples are above of the PMV. The chemical parameters also show that only three samples are above of the PMV determinate for the legislation. The main conclusion of the paper show that the classification of Bauru River, are confirm with the concerned the Class 4, since of the origin until the confluence with the Grande Stream and the Class 3 of the confluence with the Grande Stream until the confluence with the Tietê River, in the Pederneiras City, according dispose the decree nº 10.775/77. The Bauru River was pollute on all your course inside of urban area on Bauru city, necessitating of the advanced treatment and from the contribution of the Grande Stream, necessity of the conventional treatment.

I. INTRODUÇÃO.

Segundo BRANCO e ROCHA (1986), "através dos tempos, aprimorando uma tecnologia em constante desenvolvimento, o homem criou, projetou e construiu este complexo sistema de engenharia ambiental que é o sistema urbano de abastecimento de água, com o qual capta, condiciona, transporta, acumula e distribui este líquido precioso para suas comunidades."

Hoje, no Brasil, a maioria dos rios estão contaminados pelos despejos domésticos e industriais e, com o progresso, os centros urbanos, mostram de forma marcante as conseqüências da degradação ambiental. Conforme GHERARDI-GOLDSTEIN (1990), a presença de substâncias que causam contaminação ambiental, nos vários ecossistemas, representa sempre um risco aos seres vivos. Entre os ecossistemas, os aquáticos acabam sendo receptáculos

temporários ou finais de uma grande variedade e quantidade de poluentes, sejam estes lançados no ar, no solo ou diretamente nos corpos d'água.

A contaminação ambiental dos corpos d'água se dá a partir de fontes não naturais e em decorrência da atividade humana. As medidas de saneamento, que consistem na preservação da poluição dos rios, devem satisfazer os aspectos de proteção do rio e da saúde publica.

É relevante o estudo da carga de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) que deve ser lançada por dia, ou seja, o número de quilos de DBO a serem lançados por dia, por unidade de superfície ou de volume do rio. Uma carga excessiva pode causar o aparecimento de condições sépticas, instalando-se flora e fauna anaeróbia com conseqüente produção de mau cheiro e outros fatores.

Havendo o controle da poluição nos rios, estes conseguem a sua autodepuração biológica e manter-se em condições de sobrevivência. As soluções existentes para o problema consistem em depurar a água que recebe o despejo, a fim de torná-la potável ou, ainda, depurar o próprio despejo antes que seja lançado ao manancial. Ao tratar os esgotos para depois lançá-los aos rios, os seus objetivos mais imediatos são a destruição de bactérias e a estabilização da matéria orgânica que, decompondo-se no rio, poderá alterar suas caraterísticas de potabilidade. Hoje, muitas cidades já estão tratando seus esgotos, cada uma com o tipo de tratamento adequado às suas necessidades.

Conforme TAUK-TORNIELO et al. (1995), o planejamento ambiental, isolado do planejamento econômico e social, é irreal. "O meio ambiente é um bem essencialmente difuso e engloba todos os recursos naturais: as águas doces, salobras e salinas, superficiais ou subterrâneas; a atmosfera, o solo, o subsolo e as riquezas que encerra, bem como a fauna e a flora e suas relações entre si e com o homem."

unesp

Em Bauru, o esgoto doméstico e parte do esgoto industrial é lançado diretamente no Rio Bauru. Observa-se o quanto os despejos domésticos e industriais, jogados indiscriminadamente podem matar um rio, como tem acontecido com o Rio Bauru. Conforme as normas o Decreto nº 10.775/77, o Rio Bauru pertence à Classe 4, do seu início até a confluência com o Ribeirão Grande e à Classe 3 desse ponto até a confluência com o Rio Tietê, no município de Pederneiras.

A manutenção adequada da qualidade da água e a recuperação dos recursos hídricos, são um dever de qualquer pessoa e do Poder Público. A importância de se conhecer a poluição do Rio Bauru, oferecendo os resultados como subsídio para o dimensionamento e instalação de um sistema de tratamento pelo Poder Público, é que motivou a elaboração desta pesquisa, que tem dois objetivos principais:

1) Comparar os Valores Máximos Permissíveis (VMP), determinados na Lei Estadual 997/76, com os valores obtidos em amostras do Rio Bauru, referente aos parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), oxigênio dissolvido (OD) e contaminação bacteriológica.

2) Aferir a qual Classe pertence o Rio Bauru conforme dispõe o Decreto nº 10.755/77.

II. REVISÃO DE LITERATURA.

2.1. Caracterização da comunidade de Bauru.

2.1.1. Localização.

Bauru está localizada na região central do Estado de São Paulo. É um dos maiores entroncamentos rodo-ferroviários do país. É a 7ª Região Administrativa do Estado que compreende 38 municípios e a Micro Região Hetcomogênea nº 241 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - I.B.G.E.

Suas coordenadas geográficas são 22°19'19" de latitude sul e 49°04'15" de longitude oeste. Está distante 324 km da capital por rodovias, sendo que a extensão territorial é de 674 km^2 e área urbana de 120,26 km^2, com a densidade populacional de 2.370 hab/km^2, com altitudes entre 400 e 615 m em relação ao nível do mar, conforme a Secretaria do Planejamento de Bauru (SEPLAN). Faz divisa com os municípios de Reginópolis, ao norte; nordeste com Arealva; a leste com Pederneiras; ao sul com Agudos e Piratininga e a oeste com Avaí.

2.1.2. Clima.

Segundo KOEPPEN, o clima do município é do tipo tropical de altitude com verão quente e úmido e inverno seco, conforme pode ser verificado na Tabela 1.

Tabela 1. Dados climáticos da cidade de Bauru.

ÉPOCA DO ANO	TEMPERATURA °C
Média anual	21,1
Média do mês mais quente	25,1
Média do mês mais frio	16,4
Média das máximas do mês mais quente	30,6
Média das mínimas do mês mais frio	11,6

Fonte: IPMET (1998)

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

A precipitação pluviométrica no período chuvoso de 1.237,1 mm e período seco de 427,9 mm, IPMET (1998).

2.1.3. Topografia.

O município está situado na região ecológica do Arenito Bauru, constituído de sedimento arenoso de granulação fina, com teor variável de cimento calcáreo.

De acordo com o mapa geomorfológico publicado pelo Instituto de Pesquisa Tecnológica - IPT (1981), a bacia é predominantemente de colinas amplas, com interflúvios de área superior a 4 km^2, topos extensos e aplainados, vertente com perfis retilíneos a convexos. A drenagem é de baixa densidade, padrão sub-dendrítico, vales abertos e planícies aluviais interiores restritas. Na margem direita do Rio Bauru, tem três afluentes principais: Córrego das Flores, já canalizado, Água Comprida e Ribeirão da Vargem Limpa. O Córrego Água da Ressaca contribui na formação do Ribeirão Bauru após a união com o Córrego Água da Forquilha. A margem esquerda é cortada por fundos de vales, por onde correm seis de seus afluentes: Água da Forquilha, Água do Sobrado, Córrego da Grama, Córrego do Castelo, Córrego Barreirinho e Córrego da Vargem Limpa, (Anexo A).

2.1.4. Bacia hidrográfica.

A água é um dos elementos principais exigidos em programas de desenvolvimento sustentado. A poluição vem atingido as principais fontes naturais de água, daí a preocupação de agentes públicos e privados, na preservação da bacia hidrográfica.

A bacia hidrográfica é uma unidade natural que corresponde à extensão de terras onde todas as águas de chuva e dos rios correm em direção ao rio principal. Este rio principal é que dá o nome a uma bacia hidrográfica.

Seus limites são as partes mais elevadas do relevo, conhecida por divisores de águas, que separam as águas que escoam para dentro de sua bacia de drenagem. As águas das nascentes escoam para regiões mais baixas, onde se juntam com outros riachos para formar os pequenos rios, estes se unem e formam os de porte médio e estes os de grande porte.

Conforme KOFFLER (1996), a hidrografia da Região de Bauru caracteriza-se por ter drenagem dendrítica, compondo a margem esquerda do Rio Tietê, sendo formada por duas sub-bacias de dimensões semelhantes a do próprio Rio Bauru e a do Ribeirão Grande. Essas águas juntam-se a menos de 10 km da foz com o antigo leito do Rio Tietê, hoje Represa de Bariri, e apresentam suas cabeceiras no divisor de águas Tietê-Paranapanema. Ocupa uma área de 610 km^2 posicionada no Planalto Ocidental Paulista, praticamente no centro do Estado de São Paulo, aproximadamente entre os paralelos 22° 15' e 22° 30' Sul e os meridianos 48° 45' e 49° 08' oeste de Greenwich. A altimetria dentro da bacia varia entre 430 m, onde suas águas encontram a Represa de Bariri e 660 m na cabeceira do Córrego da Serraria, nascente do Ribeirão Grande, próximo à cidade de

Agudos. A bacia drena áreas que integram os municípios de Bauru, Agudos e Pederneiras.

A bacia de drenagem do rio Tietê é formada pela junção de bacias de drenagens menores, formadas pelos rios afluentes que deságuam no seu leito principal. Foi proposto pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos, que a bacia do rio Tietê fosse dividida em seis subunidades de gerenciamento menores, onde cada uma das unidades fosse composta por um trecho do canal principal do rio, associado a um conjunto de micro-bacias dos seus principais afluentes: 1) Alto-Tietê; 2) Tietê-Sorocaba; 3) Bacia do Piracicaba; 4) Tietê-Jacaré; 5) Tietê-Batalha e 6) Baixo-Tietê.

A bacia do Médio Tietê Inferior tem 24.931 km^2, sendo 11.537 km^2 do Tietê-Jacaré e 13.394 km^2 do Tietê-Batalha. Uma parte dessa área pertence à classe 3 (Anexo B), alcança o município de Pederneiras, São Manoel, Ibitinga, Itápolis, Lençóis Paulista, Borborema, Araraquara, Jaú, Itaju, Igaraçú do Tietê e Barra Bonita.

Na Bacia do Médio Tietê Inferior encontra-se o Rio Bauru que vai desde a confluência com o Ribeirão Grande até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Pederneiras.

Os principais rios estão encaixados nos arenitos e por vezes colocam à mostra camadas de basalto que originam rios rápidos e corredeiras. Ainda que este fato represente um entrave à navegação, quando contornado é benéfico no aproveitamento energético.

A característica regional da cidade de Bauru é importante como polo econômico da região centro-oeste do Estado de São Paulo, e a posição que ocupa junto à Hidrovia Tietê-Paraná que liga a região aos demais países do Mercosul.

KOFFLER (1996), mostra que a sub-bacia do Ribeirão Grande reserva vários aspectos da qualidade ambiental, graças à sua utilização predominantemente silvo-pastoril, o que não ocorre com a sub-bacia do Rio Bauru que engloba a grande área urbana da cidade de Bauru em sua totalidade, servindo seu rio principal como escoadouro dos resíduos urbanos e industriais.

2.2. Descrição do sistema existente de esgoto sanitário em Bauru.

O sistema de esgotos sanitários atende aproximadamente 292.000 habitantes da população de Bauru, incluindo Tibiriçá, atingindo aproximadamente 95% da população, através de 88.862 unidades de ligações de esgoto que servem 112.481 unidades de economias, ou seja, cada casa e apartamento corresponde a 01 (uma) economia, de acordo com dados obtidos junto ao Departamento de Água e Esgoto – DAE, em abril de 1999. As residências não atendidas pela rede coletora lançam seus efluentes, geralmente em fossas.

A construção da rede coletora foi executada em três fases distintas. Na década de 40, conforme o projeto do Engº Carneiro Viana, foi construída a rede que atende a parte central da cidade. Nas décadas de 50 e 60, foi estendida a rede, de acordo com a ocupação das ruas. Essas extensões foram executadas sem qualquer projeto, atendendo apenas o sentido de declive das ruas, com material fornecido pelos interessados e sem construção de poços de visitas (PVs). A partir de 1969, mesmo sem um plano geral para o sistema, as extensões de rede passaram a ser executadas mediante projetos adequados e dentro dos critérios e normas usuais.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Em 1988, o DAE concentrou seus esforços na expansão da rede coletora de esgotos. Observa-se que com a população sendo atendida em níveis satisfatórios em sua necessidade primária de água potável, o escoamento das águas servidas se torna um problema, à medida que o abastecimento de água potável é ampliado.

As informações da Tabela 2, mostram a priorização da expansão da rede coletora de esgotos, no quadriênio 1988/91 e triênio 94/96, em contraste com o período de 1983/87, 92, 93, 97 e 98.

Através dos dados de número de habitantes da cidade de Bauru, observa-se que não existe relação do crescimento populacional com a expansão das redes coletoras de esgoto da cidade.

Segundo informações do DAE, para se executar uma extensão de rede de esgoto, segue-se alguns critérios, em virtude do custo-benefício que existe para este tipo de ligação. A rede de esgoto apresenta um custo mais elevado do que a rede de água, pois para se ligar a rede de esgoto é necessário executar 100 metros de rede mestra (6 polegadas), de um PV a outro, para não ocorrer entupimentos, mais a execução de todos os ramais de 4 polegadas, mesmo que só exista um lote na quadra.

Hoje, o crescimento populacional na cidade está relacionado com os loteamentos, instalados na periferia e são nestes locais que as moradias encontram-se muito distantes uma das outras e dispersas.

Tabela 2 . Expansão de rede coletora de esgotos 1983/1998, número de habitantes da cidade de Bauru.

ANO	EXPANSÃO (km)	POPULAÇÃO (HAB)
1983	35,6	207.197*
1984	25,1	214.532*
1985	24,9	222.164
1986	16,8	226.496*
1987	22,7	230.912*
1988	64,3	235.414*
1989	63,7	240.011
1990	142,0	242.810
1991	76,0	261.112
1992	33,0	267.369
1993	12,0	273.759
1994	62,0	279.505
1995	91,0	285.109
1996	78,0	292.566
1997	29,0	300.409
1998	33,0	307.048

* Estes dados não constam no IBGE ou na Prefeitura Municipal de Bauru, foram estimados pela média de crescimento, incluindo a população rural.

Fonte: DAE (1999)

A cada ano se agrava a situação da problemática da degradação do meio ambiente em Bauru, onde o esgoto coletado, praticamente é lançado nos mananciais de superfície que cortam a malha urbana, atingindo primordialmente o Rio Bauru. Este é o escoadouro natural dos afluentes lançados diretamente em seu curso, ou indiretamente através dos seus nove córregos. Seus afluentes canalizam o esgoto coletado, gerando desconforto notadamente para a população mais próxima de suas margens.

Segundo dados estatísticos do DAE, a cidade de Bauru conta até abril/1999, com uma rede de esgoto sanitário que totaliza 1.477.488 metros lineares.

O PV utilizado é de alvenaria, com revestimento interno, chaminé em cone e tampão de ferro fundido.

O lançamento dos esgotos coletados pela rede existente ocorre, "*in natura*", em diversos pontos do Rio Bauru e de seus afluentes, acarretando uma acentuada poluição na área urbana do município.

O sistema de coleta existente é cadastrado apenas parcialmente. As redes mais antigas somente possuem registros em plantas de arruamento, com indicação aproximada de seus diâmetros.

A rede apresenta, por ocasião de chuvas, extravazamentos pelo PVs situados nas regiões baixas, indicando número significativo de ligações clandestinas de águas pluviais nas instalações prediais.

Os coletores-tronco são canalizações principais de diâmetro maior ($\varnothing \geq 200$ mm) que recebem os efluentes de vários coletores de esgotos conduzindo-os para um interceptor.

De acordo com o DAE, os interceptores ao longo do fundo de vale não foram executados, com exceção dos trechos: Córrego das Flores

(Avenida Nações Unidas), Rio Bauru (margem esquerda entre a Rua Alto Purus e o cruzamento com o Córrego Água do Castelo), margem direita entre a Rua Alto Purus e a Rodovia Marechal Rondon, Córrego Água do Castelo (Terminal Rodoviário) até o Jardim Marília, Córrego Vargem Limpa até o Jardim Ivone, Água Compridado Rio Bauru até Avenida Rodrigues Alves.

Através das equipes de manutenção, detectou-se que grande parte das ocorrências resulta do rejuntamento das manilhas principalmente nas redes mais antigas.

Outro problema encontrado pelo DAE, refere-se ao cadastro existente que não oferece condições operacionais, nem ao menos para a delimitação das áreas de contribuição de cada ponto de lançamento.

Da nascente até a divisa com o município de Pederneiras, o Rio Bauru percorre cerca de 30 km, transportando, aproximadamente 700 l/s de esgotos sanitários e industrial, conforme informação do DAE e Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), em pesquisa para o plano de diretrizes básicas para o sistema de tratamento de esgotos sanitários da cidade de Bauru.

Os interceptores são canalizações de grande porte que interceptam o fluxo de coletores-tronco ou rede coletora com o objetivo de proteger os cursos d'água, lagos e praias evitando lançamentos diretos.

Por falta de interceptores, devido à multiplicidade de pontos de lançamento de esgotos nos nove cursos d'água que são afluentes do Rio Bauru, são lançadas diariamente cerca de 15 toneladas de carga poluidora de origem doméstica e industrial. Em alguns locais da cidade, os efeitos dessa poluição são visivelmente sentidos, principalmente, nas épocas de estiagem e nos períodos de

elevadas temperaturas, quando ocorre uma aceleração dos processos anaeróbios de decomposição dos esgotos.

Com base nas informações fornecidas pela CETESB, não há dados quanto à carga poluidora de origem industrial, atualmente lançada no Rio Bauru.

2.3. Rios: histórico e características.

Os rios constituem um ambiente ecológico caracterizado, especialmente, pela presença de correnteza. São especialmente suscetíveis às influências do meio e por esta razão, de características muito variáveis.

De acordo com BRANCO (1986), os rios podem ser classificados ecologicamente, por diferentes critérios, de acordo com vários fatores como: natureza da fonte, constância, declividade, tamanho, velocidade da corrente, natureza do leito, temperatura e produtividade.

Os rios podem ser formados pelas seguintes fontes: glaciários, fusão da neve, nascentes e drenagem direta de chuvas. Em virtude do tipo de clima do Estado de São Paulo somente podem ser encontrados o rio de nascentes e o de drenagem direta de chuvas. O rio de nascentes reveste-se de maior importância como fonte perene de água para abastecimento público.

A natureza perene ou intermitente de um rio depende em primeiro lugar do tipo da fonte que lhe dá origem. O tamanho e sua declividade determinam a velocidade de sua corrente que é o mais importante fator ecológico. A velocidade está sujeita a grandes variações, de acordo com o volume de água e,

portanto, às variações estacionais. A velocidade dos rios, conforme BRANCO (1986), está classificada em lentos quando esta é menor que 0,5 m por segundo e rápidos, quando maior.

A natureza do leito de um rio depende principalmente da velocidade de sua correnteza. Os trechos de rios em que a água tem maior velocidade, possuem o seu leito formado de seixos de maior volume, enquanto que, em locais de menor velocidade se dá a sedimentação do material mais fino e leve, como areias finas, silte, ou vasa orgânica. Há diferentes tipos de leito, conforme sejam eles formados de rocha viva, blocos de pedra, seixos, pedriscos, areias, lodo ou vaza orgânica. O autor mostra que, os rios de grande velocidade, cerca de 1,20 m por segundo, possuem o leito constituído de rocha nua; rios com 0,60 m a 1,20 m por segundo de velocidade de correnteza, possuem fundo coberto de cascalhos; nos rios de 0,30 m a 0,60 m por segundo, existe certa quantidade de silte e pedregulho; rios de 0,20 m por segundo de velocidade, possuem leito arenoso, onde se deposita também uma porcentagem relativamente grande de silte; com 0,20 m a 0,12 m por segundo, o leito é essencialmente siltoso e, abaixo desta velocidade é constituído de lodo ou vaza, geralmente rico em matéria orgânica, tal como nos lagos e lagoas.

Os rios também podem ser classificados quanto à temperatura de suas águas. Este é um importante fator ecológico, e pela influência direta que pode exercer sobre os vários tipos de organismos, como a relação existente entre ele e o teor de gases dissolvidos. As variações de temperatura estão ligadas à economia de oxigênio, à economia de gás carbônico, ao teor de carbonatos, ao pH, e outros.

Como mostra VIVEIRO (1946), os peixes mais exigentes em oxigênio são as trutas e salmões, que somente habitam rios de baixa temperatura

cujas águas são capazes de conter um teor mais elevado desse gás, fala-se por isso, nas regiões temperadas, em rios quentes em oposição a rios de trutas.

2.4. Referências históricas sobre a qualidade da água.

Desde os primórdios das civilizações, o homem se preocupa com a qualidade da água e à transmissão de doenças. Águas turvas, de superfície, eram utilizadas para bebidas após filtração em aparelhos domésticos de porcelana porosa ou sedimentação em potes de barro, ou se empregada a purificação no transporte por capilaridade, de uma vasilha para outra, empregando tiras de tecido. O principal objetivo seria, obter água com boas características estéticas. Nessa época já relacionavam o aspecto da água com a transmissão de doenças, e isto ainda ocorre nos meios menos cultos: o homem comum prefere a água da fonte, por ser cristalina e rejeita a água dos rios por ser turva, embora muitas vezes, a água cristalina, da fonte seja transmissora de germes patogênicos e a dos rios não.

Antigamente, inclusive na Idade Média, os dejetos humanos e resíduos domésticos eram lançados à superfície dos solos, onde se acumulavam por um certo tempo e nas épocas de chuvas. Este material juntamente com elementos nocivos neles contidos, eram arrastados pelas enxurradas para o leito dos rios. Assim, a contaminação das águas era sempre acompanhada de elevação da sua turbidez. Os métodos de tratamento empregados (filtração, material poroso, sedimentação) removiam a turbidez e também os seus patógenos, justificando assim, por mais esta coincidência, aqueles critérios primitivos. Com os sistemas de

esgotamento de resíduos, levando-os de maneira contínua dos rios é que esses critérios passavam a perder a sua validez.

O médico da corte de Nassau, conhecido como PIES, conforme BRANCO (1986), já recomendava em 1648: "Os velhos naturais não menos solertes em distinguir pelo gosto as diferenças das águas, que os nossos em discernir as várias qualidades dos vinhos, acusam de imprudência os que colhem águas sem de nenhum modo as discriminar. Quanto a eles, buscam as mais tênues e doces, que não deixam nenhum depósito e as conservam ao ar livre em lugares elevados (de preferência aos subterrâneos por causa de tepor) por dias e noites, em bilhas de barro, onde não obstantes os raios a prumo de sol, se tornem num momento mui frescas." Possivelmente, esta é a mais antiga recomendação de critério sanitário da água no Brasil, fundamentada nas características físicas e organolépticas em que se basearam todos os povos primitivos.

Com a descoberta dos microorganismos, pode-se observar que estes eram causadores de enfermidades, e que as doenças são levadas para as águas pelos dejetos de pessoas portadoras dessas doenças. Assim, através da utilização dessa água contaminada se espalhava a doença.

O consumo das fontes de energia como: luz solar, ar, água e alimento têm uma forte ligação com os resíduos humanos e a utilização dessas fontes contaminadas tornam-se um grande risco à saúde e à vida humana.

Devido a esses graves problemas, o homem se volta para o controle da poluição das fontes de energia e meio ambiente.

2.5. Propriedades físicas e químicas das massas de água.

As propriedades físicas das massas de água são: densidade, peso específico, viscosidade, tensão superficial, grau de penetrabilidade de luz, variações de cor, turbidez, pH, condutividade elétrica e variações de temperatura (estratificação térmica), conforme mostra BRANCO (1986).

A densidade das águas, quando em grandes volumes, não é uniforme, sofrendo constantes variações, de uma região da massa d'água, e em relação ao tempo. As principais causas da variação da densidade são: a presença de substâncias dissolvidas, ou mesmo em suspensão, a pressão e a temperatura.

A água possui um peso específico 775 vezes, maior do que o ar, tem grande significado ecológico, sendo responsável por muitos caracteres distintos entre animais e vegetais aquáticos e os terrestres. Os seres aquáticos, quase dispensam totalmente as estruturas sólidas que os organismos de habitat terrestre utilizam para se manterem eretos, pois podem se apoiar no próprio meio hídrico.

Como mostra BRANCO (1986), a viscosidade do meio constitui sempre um obstáculo aos movimentos de deslocamento, sendo considerada um fator negativo para os organismos, geralmente animais, que procuram mover-se com rapidez, ou como um fator positivo em relação aos organismos que são prejudicados pelo movimento causado pela ação da gravidade. A viscosidade da água é superior à do ar, observando-se que os animais aquáticos necessitam de grande força muscular para deslocar-se.

A tensão superficial é um fator relevante como elemento ecológico. A atração unilateral a que estão sujeitas as moléculas da interface

líquido-ar, gera uma verdadeira película que serve de substrato físico a muitos tipos de organismos, especialmente àqueles que possuindo uma superfície não molhável, são capazes de caminhar livremente sobre ela. KLEEREKOPPER (1944), cita um exemplo: "são os organismos de pequenas dimensões, onde essa película superficial pode constituir barreira intransponível, sendo que os pequenos crustáceos que acidentalmente, forem lançados para fora da superfície da água, não mais conseguem atravessá-la, e morrem sem conseguir perfurar a película."

O grau de penetrabilidade da luz em uma massa d'água é outro fator significativo. Quando um corpo d'água apresenta maior transparência, a radiação solar pode atingir maior profundidade, proporcionando mais produção de oxigênio pelos vegetais e, como conseqüência, maiores taxas de OD. As possibilidades de vida de um manancial, estão quase sempre na quantidade de alimento orgânico sintetizado por atividade de algas e outros seres clorofilados. A turbidez da água é devida à dispersão dos raios luminosos causada pela presença de partículas em suspensão, como silte, massas coloidais e microorganismos, segundo BRANCO (1986) .

A cor das águas, exerce forte ação seletiva sobre a luz que atravessa, sendo a principal responsável pela qualidade da luz presente a uma determinada profundidade. A cor nas águas naturais, geralmente é devida a produtos de decomposição de matéria orgânica do próprio manancial ou do húmus dos solos adjacentes, podendo ser devido a matéria mineral em solução, como um colóide, ou em suspensão.

O potencial hidrogeniônico (pH), é uma variável dos ambientes aquáticos, que pode ser facilmente medida e que também, determina a qualidade e a quantidade de organismos que ocorrem nestes ecossistemas. Como ensina CASTAGNOLLI (1992), é uma medida que fornece o grau de acidez da água e

varia em uma escala de 0 a 14. O pH neutro corresponde ao índice 7; abaixo deste são os pHs ácidos e acima os básicos. São vários fatores que determinam o pH de um corpo d'água, porém, os principais são a concentração de sais em solução e de ácido carbônico. Os sais em solução são devidos às características geológicas da região onde se situa o corpo d'água, e a quantidade de ácido carbônico está relacionada com a decomposição dos detritos orgânicos.

Uma maneira de se avaliar a quantidade de nutrientes disponíveis nos ambientes aquáticos é a medida da condutividade elétrica da água. Quanto maior a quantidade de sais dissolvidos na água, maior será a sua condutividade, como mostra CASTAGNOLLI (1992).

A maior parte da energia que produzem calor em uma massa d'água é proveniente da radiação solar, sendo que parte do calor recebido pela massa d'água é perdida por radiação, e no fenômeno de evaporação que consome consideráveis quantidades de energia. De acordo com RUTTNER (1950), "há uma parte perdida por condução para o ar e para o fundo, o restante é responsável pela temperatura da água, bem como por movimentos internos da massa d'água que se verificam em certas estações, resultante das diferenças de densidade causadas pelo aquecimento ou esfriamento da massa líquida. A introdução de despejos em uma massa d'água, pode afetar de diferentes maneiras as suas características térmicas: aumento da quantidade de material em solução ou em suspensão, reduzindo a penetrabilidade da radiação, elevando a temperatura das camadas superficiais. Os fenômenos de oxidação biológica da matéria orgânica podem causar a elevação da temperatura em áreas localizadas e a principal causa do aquecimento dos rios consiste no lançamento de despejos industriais de temperatura elevada, ou seja, águas de resfriamento de caldeiras ou máquinas térmicas. O aquecimento empobrece a água em oxigênio, podendo resultar várias conseqüências como a

substituição dos processos aeróbios de decomposição da matéria orgânica presente na água, por processos anaeróbios, com conseqüente mau cheiro resultante do desprendimento de gás sulfídrico."

Uma das características da água consiste na sua capacidade de dissolver substâncias iônicas ou moleculares, dando origem a soluções eletrolíticas ou não eletrolíticas, conforme BRANCO (1986). A concentração dos gases dissolvidos na água depende da pressão parcial do gás considerado (gases atmosféricos) e da temperatura. De acordo com o autor, "um litro de ar contém 210 mg de oxigênio e 790 mg de nitrogênio (inclusive gases raros e gás carbônico que existem em quantidades muito pequenas). A temperatura de 20°C exposto ao ar à pressão normal ao nível do mar, conterá em solução 9,08 mg de oxigênio e 12,3 mg de nitrogênio. O coeficiente de absorção dos gases pela água decresce com a temperatura, assim, a uma temperatura de 5°C os valores acima serão modificados respectivamente para 12,77 mg e 16,8 mg."

A quantidade de oxigênio disponível em um rio sofre reduções com a introdução de matéria orgânica. A expressão Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), utilizada para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente, corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microorganismos do esgoto ou águas poluídas, na oxidação biológica, quando mantida a uma temperatura por um espaço de tempo convencionado. Essa demanda pode ser suficiente para consumir todo o OD da água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática. Conforme CASTAGNOLLI (1992), "um corpo d'água que apresenta grande quantidade de matéria orgânica, contém menor teor de OD, sendo sempre inferior a 10,05 mg/l, o que é devido ao consumo de O_2 pela decomposição do

detrito ser maior do que o adsorvido pela água em contato com a atmosfera, ocorrendo geralmente, uma deficiência de O_2."

A distribuição de gás carbônico (CO_2) na massa d'água é exatamente oposta à do oxigênio. O gás carbônico é fundamental para o metabolismo das algas e outros organismos vegetais fotossintetizantes. A sua introdução nas massas d'água se deve principalmente, às águas de chuvas que o recebem em pequena quantidade, do ar atmosférico, sobretudo em zonas industriais, e em quantidade do húmus, constituído por matéria orgânica em decomposição nos solos que atravessa, onde o OD é convertido em dióxido de carbono.

Como explica CASTAGNOLLI (1992), as águas doces contêm em solução: carbonatos, sulfatos, cloretos, silicatos, nitratos e fosfatos de cálcio, magnésio, sódio, potássio e ferro em várias proporções, dependendo da natureza geológica dos terrenos adjacentes, da quantidade de matéria orgânica que é lançada ao manancial e de fatores indiretos como temperatura, quantidade de gás carbônico ou de oxigênio e outros, que aumentam ou diminuem a sua solubilidade na água. Segundo o autor, "a alcalinidade representa a disponibilidade de bases trocáveis na água e indica a capacidade de troca catiônica. É medida em termos de equivalente-grama de carbonato de cálcio (Eq-g de $CaCO_3$). A alcalinidade funciona como em tampão regulador do pH da água. Quando baixa (menor que 20 ppm ou mg/l), pode determinar altas oscilações no índice de pH."

As águas naturais, contêm nitratos em solução e principalmente quando recebem esgotos, podem conter quantidades variáveis de compostos mais complexos, ou menos oxidados como os compostos orgânicos quaternários, amônia e nitritos. Em geral a presença destes mostra a existência de poluição

recente, já que essas substâncias são oxidadas rapidamente na água pelas bactérias nitrificantes.

Compostos de fósforo também entram na decomposição das águas naturais em quantidades pequenas. É um componente da substância viva, especialmente núcleoproteínas, essencial para as funções reprodutivas da célula e está ligado ao metabolismo respiratório e fotossintético. Despejos orgânicos, especialmente esgotos domésticos e alguns tipos de despejos industriais podem enriquecer as águas nesse elemento.

A matéria orgânica existente nas águas pode ser de origem autóctone, quando formada por atividade sintetizante dos próprios organismos autótrofos que compõem a população da massa d'água ou alóctone, quando provém do solo lavado pelas chuvas, ou pela intervenção do homem através do lançamento de esgotos domésticos e industriais. Os organismos que mais se beneficiam com o enriquecimento das águas em matéria orgânica são os heterótrofos como as bactérias, fungos e organismos animais.

2.6. Poluição dos rios.

A palavra poluir é derivada do latim *"polluere"* e *"pollutus"*. Significa sujar, poluição, sujidade. O termo poluição não exprime um conceito absoluto. De acordo com COULSON e FORBES (1952), pode ser definido, juridicamente, como a "adição de qualquer coisa à água que altere suas qualidades naturais de tal modo que o vizinho a jusante não receba, em condições naturais, as águas que lhe são transmitidas." HYNES (1960), critica essa definição dizendo ser

"impossível precisar o que ou quais são as qualidades naturais de um rio. Além disso, quaisquer atividades humanas desenvolvidas nas proximidades ou em relação com a água, tais como irrigação, derrubada ou queima das matas adjacentes, e outras, alteram as suas características originais, nem sempre podendo tais atividades serem condenadas como poluidoras."

Na opinião de KLEIN (1957), uma definição científica deve cingir-se mais à impureza introduzida, num dado momento em um curso d'água, do que ao ato de introduzí-la e sugere a seguinte: poluição é "qualquer ato que cause ou induza características indesejáveis em qualquer curso d'água e afete de maneira nociva, qualquer uso ou usos que normalmente se possa fazer do líquido."

HAWKES (1957), define biologicamente a poluição de um rio, como sendo "o lançamento, ao curso d'água de substâncias que alterem consideravelmente a composição ou distribuição das populações aquáticas, através da modificação de quaisquer fatores ecológicos como: composição química e física da água, natureza do leito, correnteza."

A poluição atinge um ambiente quando esta, através do homem, altera todas as condições naturais do meio, prejudicando as formas de vida existente.

Os rios estão sendo os mais atingidos pelos diversos tipos de poluições. As suas margens e várzeas formam ecossistemas e estão sendo gradativamente destruídas. Os rios são vitais para o abastecimento das cidades, indústrias e para a agricultura através da irrigação.

As águas têm sido, ao longo da história, objeto de contínua e crescente agressão. Poluímos as águas pela agricultura e pela indústria, infestamos as águas atualmente pelo lançamento "*in natura*" dos excrementos humanos e de outros sujeitos, revelando a imoralidade e inércia dos Poderes Públicos,

notadamente das Prefeituras Municipais, de acordo com TAUK-TORNISIELO et al. (1995).

As cidades, produzem um carga poluidora que não é composta apenas por esgoto e lixo. As enxurradas, ao lavarem as ruas e calçadas carregam entulho e produtos tóxicos não identificados para o leito dos rios.

Segundo HAMMER (1979), um rio que é usado para a diluição de esgoto, depende da capacidade natural de autodepuração para assimilar os despejos e restabelecer sua própria qualidade original. A capacidade de recuperação, após uma descarga de esgotos é determinada pelas características do rio, incluindo suas condições climáticas. Rios profundos, com meandros e piscinas naturais, tem uma reaeração baixa e um período de recuperação longo. Rios rasos e com boa declividade possuem boa reaeração a altas velocidades.

Todos os esgotos sanitários, industriais e agrícolas afetam a vida normal de um rio ou lago, conforme HAMMER (1979). Quando a influência é suficiente para tornar a água inaceitável para o seu melhor uso diz-se que a mesma está poluída.

DACACH (1991), explica que é preciso dizer que o esgoto tratado pode ser usado para diversos fins, de acordo com a modalidade e a eficiência do tratamento. A depuração do esgoto será um dos recursos que o homem lançará mão no futuro para atender a demanda sempre crescente de água potável.

2.7. Legislação sobre os recursos hídricos.

TAUK-TORNISIELO et al. (1995), mostram que "a questão dos recursos hídricos, em que pese os avançados dispositivos previstos no Código de Águas de 1934, ainda não conseguiu evoluir a ponto de se reconhecer a existência de uma Política Nacional. A administração da água padece pela inexistência de regulamentação de dispositivos constitucionais e legais."

Pela Lei Federal nº 6.938/81 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, entende-se por poluição a "degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;

c) afetem desfavoravelmente a biota (conjunto de seres animais e vegetais do rio);

d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;

e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos."

A definição de saneamento adotada pela Organização Mundial da Saúde - OMS: "saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou podem exercer efeito deletério sobre seu bem-estar físico, mental ou social."

A Lei nº 3068/55, do Estado de São Paulo, estabelece que poluição é: "qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas das águas que possa constituir prejuízo a saúde, à segurança e ao bem-estar das populações e, ainda, possa comprometer a fauna ictiológica (peixes) e a utilização das águas para fins comerciais, industriais e recreativos". De acordo com a Lei, "os

efluentes de qualquer natureza somente poderão ser lançados nas águas interiores ou costeiras, superficiais ou subterrâneas, situadas no território do Estado, desde que não sejam considerados poluentes, na forma estabelecida no artigo 3° deste Regulamento."

Os municípios integrantes de diversas bacias hidrográficas brasileiras começaram a integrar-se voluntariamente em consórcios. É necessário evoluir para uma legislação adequada, prevendo a tributação integral do uso dos recursos hídricos, para que o lançamento de qualquer efluente obrigue o poluidor, privado ou público, a indenizar os prejuízos. Segundo TAUK-TORNISIELO et al. (1995), "quem menos poluir, menos pagará e a contribuição deve ser vinculada à despoluição e melhoria do ambiente."

A Lei Estadual nº 997/76, regulamentada pelo Decreto nº 8.468/76, considera-se poluição do meio ambiente a presença, o lançamento ou a liberação, nas águas, no ar ou no solo, de toda e qualquer forma de matéria ou energia com intensidade, em quantidade, de concentração ou com características em desacordo com as que forem estabelecidas em decorrência desta Lei, ou que tornem ou possam tornar as águas, o ar ou solo (Anexo C).

Ainda nesta Lei Estadual, Título II, Da poluição das Águas e Da classificação das águas, no Art. 7° diz que: "As águas interiores situadas no território do Estado, para os efeitos deste Regulamento, serão classificadas segundo os seguintes usos preponderantes:

I – Classe 1: águas destinadas ao abastecimento doméstico, sem tratamento prévio ou com simples desinfecção;

II – Classe 2: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho);

III – Classe 3: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à preservação de peixes em geral e de outros elementos da fauna e da flora e à dessedentação de animais;

IV – Classe 4: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento avançado, ou à navegação, à harmonia paisagística, ao abastecimento industrial, à irrigação e a usos menos exigentes."

Na Seção II, Dos padrões de emissão, Art. 18 exige que: "Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nas coleções de água, desde que obedeçam às seguintes condições:

I – pH entre 5,0 e 9,0;

II – temperatura inferior a 40°C;

III – materiais sedimentáveis até 1,0 ml/l (um mililitro por litro) em teste de uma hora em cone imhoff;

IV – substâncias solúveis em hexanas até 100 mg/l;

V – DBO 5 dias, 20°C no máximo de 60 mg/l. Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento de águas residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80%."

O Decreto nº 36.787/93, estabelece em seu Artigo 2º, que "O Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CRH será integrado por: ítem II - 10 (dez) representantes dos municípios situados nas bacias hidrográficas, agrupadas com base em interesse comuns, conforme a seguinte discriminação: ... Sexto Grupo - Tietê-Jacaré, Tietê-Batalha e Baixo Tietê, onde está incluído o Rio Bauru (Anexo D).

O Decreto nº. 10.755/77, dispõe sobre o enquadramento dos corpos de águas receptores na classificação prevista no Decreto nº. 8.408/76,

quantifica que, o Rio Bauru como corpo de água pertencente à Classe 3 na confluência do Ribeirão Grande até a confluência com o Rio Tietê no município de Pederneiras e como corpo de água pertencente à Classe 4 até a confluência com Ribeirão Grande no município de Pederneiras (Anexo E).

Conforme a Lei nº 7.663/91, (Legislação sobre Recursos Hídricos), artigo 6º, "O Estado promoverá ações integradas nas bacias hidrográficas tendo em vista o tratamento de efluentes e esgotos urbanos, industriais e outros, antes do lançamento nos corpos d'água, com os meios financeiros e institucionais previstos nesta lei e em seu regulamento." O Artigo 7º destaca, "O Estado realizará programas conjuntos com os municípios, mediante convênios de mútua cooperação, assistência técnica e econômico-financeira, com vista a: VII - tratamento de águas residuárias, em especial dos esgotos urbanos."

2.8. Características de esgotos.

A palavra esgoto, antigamente, costumava ser usada para definir a tubulação condutora das águas servidas de uma comunidade, e do líquido que flui por estas canalizações. Hoje, este termo é usado apenas para caracterizar os despejos provenientes das diversas modalidades do uso e da origem das águas, como as de uso doméstico, comercial, industrial, as de utilidades públicas, de áreas agrícolas, de superfície, de infiltração e pluviais.

Os esgotos costumam ser classificados em dois grupos principais: os esgotos sanitários e os industriais. Os esgotos sanitários ou domésticos referem-se aos compostos pelas cargas líquidas das residências,

edifícios comerciais e instituições. Segundo LEME (1984), as águas de esgotos sanitários são constituídas de água e materiais sólidos na proporção de 99,9% de água e 0,1% de sólidos. Isto significa que nos esgotos se têm cerca de 1000 ppm de material sólido mineral orgânico que compreende os sólidos em suspensão e os sólidos dissolvidos, os quais se constituem de sólidos sedimentáveis e não sedimentáveis.

O resíduo líquido industrial é o esgoto resultante dos processos industriais. Dependendo do tipo de indústria, possui características específicas, resultando daí a necessidade de se estudar cada tipo de despejo isoladamente. Os esgotos industriais lançados na rede pública são os resíduos líquidos industriais devidamente condicionados de modo a respeitar os padrões de lançamento estabelecidos, como mostra UEHARA (1989).

Conforme HAMMER (1979), o volume de esgotos, em áreas residenciais, varia entre 200 e 400 l/hab/dia, sendo no Brasil em torno de 100 l/hab/dia, dependendo do tipo de usuários. Contribuições mais significativas provem de casas unifamiliares que possuem diversos banheiros, máquinas de lavar automáticas e outros equipamentos domésticos que empregam água.

As águas pluviais, na maioria das comunidades, são coletadas em sistemas de drenagens separados, sem ligações de esgotos domésticos ou industriais, mas tem que se levar em consideração as ligações clandestinas. As águas pluviais são conduzidas por esses sistemas ao curso d'água mais próximo, onde são descarregadas sem tratamento. Elas carreiam contaminantes dos telhados, ruas e outras áreas, sendo consideradas de carga poluente relativamente pequena, comparada com outras descargas de esgotos.

A formação dos efluentes industriais depende do tipo de produção das indústrias localizadas próximas ao rio. Muitas vezes são produtos

químicos e que prejudicam o rio. Como explica GHERARDI-GOLDSTEIN (1990), a toxicidade é uma propriedade inerente do agente químico que produz efeitos danosos a um organismo. Quando é exposto, durante um certo tempo, há determinada concentração. Normalmente, exige-se que se faça um conveniente pré-tratamento, antes de se jogar os despejos industriais no rio.

As características dos esgotos variam quantitativa e qualitativamente com a sua utilização. As características físicas de um esgoto podem ser: teor de matéria sólida, temperatura, odor, cor, turbidez e variação de vazão.

A matéria sólida é uma das características físicas para o dimensionamento e controle de operações das unidades de tratamento. A matéria sólida total classifica-se em matéria em suspensão e dissolvida. A matéria em suspensão, para efeito de controle da operação de sedimentação, costuma ser classificada em: sedimentável e não sedimentável.

A temperatura dos esgotos é geralmente pouco superior à das águas de abastecimento, pela contribuição de despejos domésticos que tiveram as águas aquecidas. Pode apresentar valores reais elevados pela contribuição de despejos industriais. Normalmente, a temperatura dos esgotos está acima da temperatura do ar, com exceção dos meses mais quentes do verão. PESSOA e JORDÃO (1982), mostram que "a temperatura tem influência em relação aos processos de tratamento, nas operações de natureza biológica com a velocidade de decomposição do esgoto que é proporcional ao aumento da temperatura. Nas operações em que ocorre o fenômeno da sedimentação o aumento da temperatura faz diminuir a viscosidade, melhorando as condições de sedimentação, em geral numa faixa de 20 a 25°C."

Os odores característicos dos esgotos são causados pelos gases formados no processo de decomposição. Há dois tipos de odores característicos: odor de mofo, suportável, típico de esgoto fresco e odor de ovo podre, insuportável, típico de esgoto velho ou séptico que ocorre devido à formação de gás sulfídrico proveniente da decomposição do lodo contido nos despejos. Quando ocorrem odores diferentes e específicos, o fato se deve à presença de despejos industriais.

A cor e turbidez indicam o estado de decomposição do esgoto. A tonalidade acinzentada, acompanhada de alguma turbidez, é típica do esgoto fresco. A cor preta é típica do esgoto velho (idade do lodo) e de decomposição parcial. Os esgotos podem apresentar qualquer outra cor, nos casos dos despejos industriais.

A vazão do efluente de um sistema de esgoto depende dos costumes dos habitantes e das características do sistema adotado. A variação processa-se a cada instante e poderá ter observação horária, semanal ou mensal. Os sistemas de esgotos têm influência na variação da vazão através dos seguintes fatores: tipo de rede, de despejos admitidos, existência de elevatórias, declividade dos coletores, qualidade do material empregado, qualidade de execução da obra e existência de indústrias. Além destas causas, as estações do ano têm grande influência na vazão dos esgotos. O clima afeta sensivelmente esta característica, de acordo com PESSOA e JORDÃO (1982).

Os esgotos podem ser classificados quanto às características químicas em dois grupos: matéria orgânica e matéria inorgânica. Cerca de 70% dos sólidos no esgoto médio são de origem orgânica, como estudaram PESSOA e JORDÃO (1982). "Estes compostos orgânicos são geralmente de combinação de carbono, hidrogênio, oxigênio e algumas vezes com nitrogênio. Os grupos de

substâncias orgânicas nos esgotos são constituídos por compostos de proteínas (40 a 60%), carboidratos (25 a 50%), gordura e óleos (10%), uréia, surfatans, fenóis, pesticidas e outros."

As proteínas são produtoras de nitrogênio e contêm carbono, hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, algumas vezes fósforo, enxofre e ferro. O gás sulfídrico presente nos esgotos é proveniente do enxofre fornecido pelas proteínas.

Os carboidratos contêm carbono, hidrogênio e oxigênio. São as primeiras substâncias a serem destruídas pelas bactérias, com produção de ácidos orgânicos, por isso os esgotos velhos apresentam maior acidez.

A gordura, que representa a matéria graxa e os óleos, está sempre presente no esgoto doméstico, sob a forma de óleos minerais derivados do petróleo, como querosene, óleo lubrificante, e neste caso sua presença é indesejável, pois geralmente são contribuições não permitidas (de garagens, postos de gasolina, indústrias) que chegam às canalizações em grande volume ou grande concentração e aderem às paredes das canalizações e provocam o seu entupimento. Produzem, odores desagradáveis e formam escuma, uma camada flutuante, que interferem e inibem a vida biológica e trazem problemas de manutenção.

Os surfatans, o tipo mais comum chamado de ABS (alquil-benzeno-sulfonado), típico dos detergentes sintéticos e que apresenta resistência à ação biológica. São constituídos por moléculas orgânicas com a propriedade de formar espuma no corpo receptor em que o esgoto é lançado. Tendem a agregar-se à interface ar-água, formando uma espuma estável e difícil de ser quebrada. Este tipo de surfatans foi proibido nos Estados Unidos em 1965, sendo substituído pelo tipo LAS (alquil-sulfonado-linear) que é biodegradável. No Brasil o seu uso é permitido.



Os fenóis são compostos orgânicos originados em despejos industriais e têm a propriedade de causar, mesmo em baixa concentração, gosto característico à água, principalmente as cloradas.

Os pesticidas e demais compostos químicos orgânicos são utilizados na agricultura e não costumam chegar às galerias urbana de esgoto, mas atingem os rios e corpos receptores, através das chuvas, transformando-se em fonte de poluição e de toxidez à vida aquática.

A matéria inorgânica dos esgotos é formada, principalmente pela presença de areia e substâncias minerais dissolvidas (compostos de enxofre, nitrogênio, fósforo, sais de ferro e cloretos).

A areia é proveniente de lavagem de ruas e de águas do subsolo, que chegam às galerias de modo indevido ou que se infiltram através das juntas das canalizações.

Os compostos de enxofre como os sulfatos e gás sulfídrico, são formados pela ação de bactérias e causam problemas sérios de odor e corrosão. Os sais de ferro podem afetar os processos biológicos de tratamento.

Os componentes de nitrogênio e fósforo são essenciais ao crescimento biológico em proporção adequada. Se em altas taxas promove a eutrofização dos rios. Tais substâncias, quando presentes nos mananciais em concentrações apenas superiores a 0,3 e 0,01 mg/l respectivamente, determinam proliferações maciças de algas que causam sérios problemas à utilização das águas, para abastecimento e para fins recreacionais, de acordo com PESSOA e JORDÃO (1982).

PESSOA e JORDÃO (1982), mostram que "os cloretos são tanto da contribuição humana, em média 6 g/hab.dia, como do lençol subterrâneo principalmente nas regiões da costa."



Existem organismos como as bactérias que são os elementos responsáveis pela decomposição e estabilização da matéria orgânica, dispostas e na natureza nas unidades de tratamento de esgotos.

Há vários organismos que podem indicar formas de poluição na água. Para indicar a poluição de origem humana e medir a grandeza desta contribuição, usa-se adotar os organismos do grupo coliforme. As bactérias coliformes são típicas do intestino do homem e de outros animais de sangue quente, e encontram-se sempre presentes no excremento humano, alcançando de 100 a 400 bilhões de coliformes/hab.dia.

A presença de bactérias do grupo coli, como a *Escherichia* e *Aerobacter* numa água residuária, não significa, que seja uma contribuição humana ou animal, pois estes organismos podem também se desenvolver em solos e serem arrastados com a água de lavagem.

O número mais provável (NMP) é expresso como densidade de organismos por 100 ml. De acordo com a teoria estatística seria o número com maior probabilidade que qualquer outro, que daria a estimativa do número de bactérias em uma amostra examinada.

O esgoto bruto contém cerca de 108 a 111 NMP/100 ml de coliformes totais e de 106 a 107 NMP/100 ml de coliformes fecais.

Além das bactérias, existe um número significativo de organismos presentes, como os protozoários, fungos, algas e vermes.

2.9. Controle da poluição de efluentes.

De acordo com LEME (1984), os sistemas de tratamento têm como objetivo controlar a poluição e a contaminação produzida nos corpos receptores dos resíduos líquidos provenientes das comunidades, os quais abrangem esgotos sanitários, águas pluviais e despejos industriais.

No caso particular do tratamento dos esgotos sanitários, os processos biológicos, fundamentais na remoção de cargas orgânicas, produzem a biodegradação da matéria orgânica através de reações bioquímicas em partes por milhão (ppm). Para os esgotos as proporções são as seguintes, conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Biodegradação verificada em esgotos sanitários, matéria mineral, matéria orgânica, DBO_5 , ppm, total, 1984.

SÓLIDOS	MATÉRIA MINERAL	MATÉRIA ORGÂNICA	TOTAL	DBO - 5 DIAS 20°C
EM SUSPENSÃO	85	215	300	140
SEDIMENTÁVEIS	50	130	180	85
NÃO SEDIMENTÁVEIS	35	85	120	75
DISSOLVIDOS	265	265	530	40
TOTAL	350	480	830	180

Fonte: LEME (1984)

Este controle se realiza através de testes de toxicidade, em que os organismos aquáticos, das comunidades biológicas de corpos d'água receptores, são expostos a várias concentrações do efluente.

Através do controle da toxicidade do efluente líquido, pode-se controlar seu lançamento com as características desejáveis do corpo receptor, para que este não cause efeitos tóxicos a biota aquática.

Segundo GHERARDI-GOLDSTEIN (1990), os efluentes além de atenderem aos padrões numéricos de emissão, não poderão conferir ao corpo receptor características que impeçam seu enquadramento na classificação das águas, de acordo com o parágrafo 1° do inciso VIII do artigo 18 do Decreto 8.468 e artigo 23 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Ocorre que as bactérias utilizadas como índices, são destruídas durante os mesmos processos e na mesma proporção em que se verifica o abastecimento da poluição, seja por via natural, autodepuração, ou artificial, através do tratamento de esgotos. Isto leva a freqüentes erros de interpretação, ou concepção dos problemas de abastecimento público, pois águas com elevadas concentrações de matéria orgânica podem apresentar baixa DBO e elevado número de coliformes. Essas mesmas águas podem resistir quimicamente à autodepuração, permanecendo com concentrações altas de matéria orgânica e número baixo de bactérias. E situações adversas a essa, podem ocorrer com freqüência, dependendo do tipo de esgoto despejado, como mostra GHERARDI-GOLDSTEIN (1990). O desconhecimento ou negligência desses fatos, pode dar margem a erros na interpretação da contaminação.

A existência de seres patogênicos na água depende da contaminação a partir de seres portadores. Na maioria das vezes, ocorre através das fezes que se elimina.

unesp

Os despejos industriais podem apresentar substâncias químicas capazes de reduzir ou anular a eficiência do tratamento biológico pela neutralização da ação das bactérias. O tratamento conjunto dos esgotos sanitários e dos despejos industriais é condicionado a certos tipos de despejos que não possam ocasionar este efeito negativo.

Há três possibilidades de tratamento dos resíduos líquidos de uma comunidade:

a) tratamento isolado dos esgotos sanitários com lançamento independente no corpo receptor;

b) tratamento conjunto dos esgotos sanitários e despejos industriais com lançamento do efluente tratado no corpo receptor;

c) pré - acondicionamento do despejo industrial com lançamento do efluente na rede de esgotos sanitários, para um tratamento posterior conjunto na estação de tratamento final, com lançamento do efluente no corpo receptor.

2.10. Tipos de análise para avaliação do esgoto existente em rios.

A técnica para a coleta de amostras é vital para os testes que visam estudos de avaliação. Uma amostra instantânea representa as condições na hora da amostragem, apenas, e não num longo período, pois as características de esgoto não são estáveis.

As análises de laboratórios mais comuns para se definir as características de um esgoto são a DBO e DQO, DBO e sólidos voláteis e OD.



Dependendo do interesse, podem ser coletados dados de temperatura do ar e esgoto, pH, cor e condição climática.

A importância do teste de DBO segundo HAMMER (1979), "é extremamente vital, pois mostra a operação de um sistema biológico de tratamento. As vazões entre DBO e DQO e entre a DBO e os sólidos voláteis indicam a biodegradabilidade da matéria orgânica do esgoto." A presença de substâncias inibidoras ou tóxicas, resultantes de descargas industriais, é freqüentemente notada pela obtenção de um aumento na DBO com o aumento da diluição.

HAMMER (1979), diz que "a contribuição individual em termos de DBO é de 80 g/d, sendo no Brasil em torno de 54 g/d."

Nos esgotos também há presença de microorganismos, através dos quais pode ser avaliada e controlada a eficiência do tratamento do esgoto.

2.11. Procedimento indicado para coleta de amostras.

Para se planejar adequadamente um programa de coleta de amostras deve-se obter informações preliminares sobre a área de influência do corpo de água a ser amostrado.

Conforme AGUDO (1988), deve-se ter a localização exata do ponto através de mapas cartográficos, características locais, atividades humanas, como: indústria, agricultura, mineração e zonas urbanas. Visitas devem ser realizadas à área de estudo para seleção de locais de amostragem viáveis, verificando-se o acesso e as possíveis limitações ou interferências, a disponibilidade

de apoio local para armazenamento e transporte de material de coleta e amostras, a situação das vias de acesso e o tempo necessário para a realização dos trabalhos. Contatando pessoas da área, deve-se procurar obter dados adicionais como possíveis lançamentos de lixo e resíduos industriais ou domésticos no corpo de água ou nas suas margens e outras informações que confirmem os dados preliminares levantados.

Quando os objetivos estabelecidos apontam apenas para uma indicação geral, como no caso do efeito de um efluente na qualidade de água de um rio, é necessário selecionar cuidadosamente os locais apropriados.

Locais de amostragem próximos a fronteiras de sistemas hídricos devem ser evitados, exceto quando essas regiões são de interesse direto. A qualidade em tais pontos geralmente não é representativa do vasto volume de água, além de existir também a possibilidade de contaminação da amostra por materiais que se formam ou se depositam nas fronteiras, conforme se verifica na Fig. 1.

Quanto mais jusante o ponto de amostragem estiver de algum local de lançamento cíclico de resíduos, menor será a intensidade deste efeito, como se observa na Fig. 2. Assim, para o acompanhamento a longo prazo da qualidade de águas superficiais sujeitas a esse fenômeno, a estação do monitoramento deve ser distante.

Em geral, na ocasião da amostragem é necessário conhecer a vazão de rios e os efluentes. Os locais de amostragem precisam ser selecionados de modo que as descargas correspondentes sejam conhecidas ou possam ser estimadas.

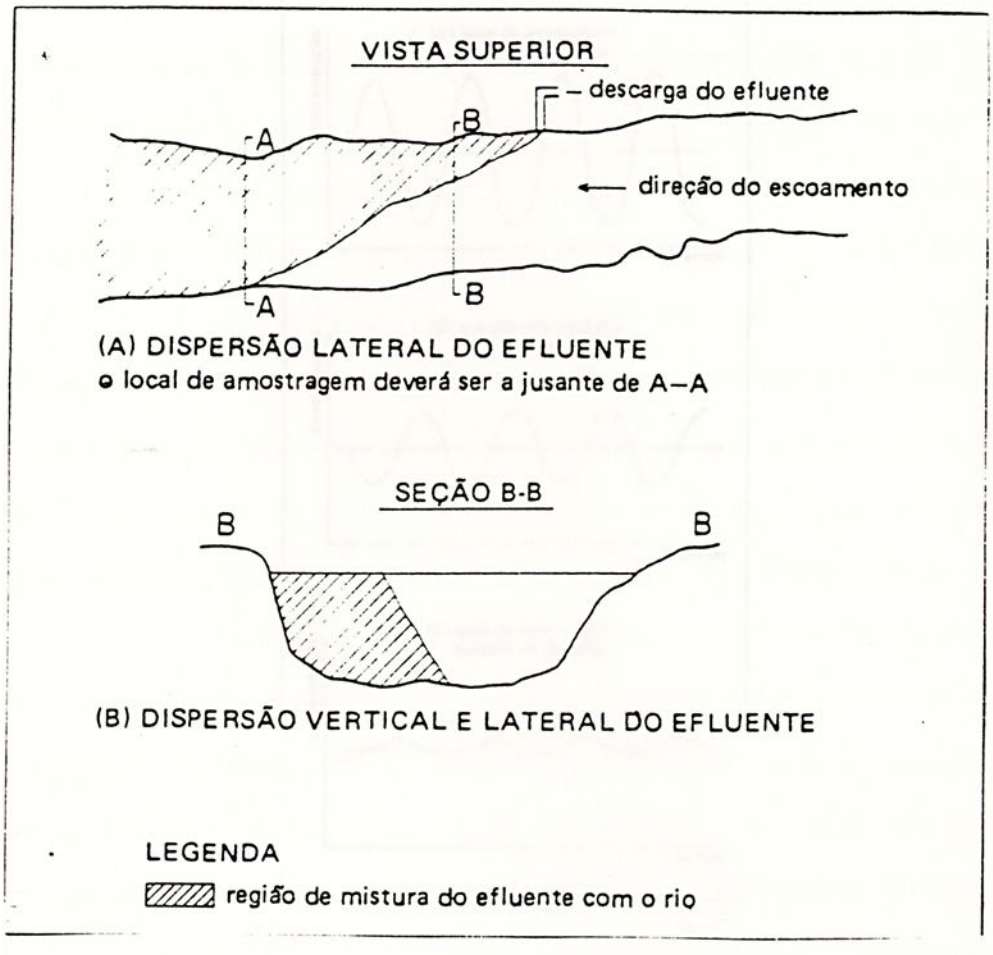


Figura 1. Locais corretos para amostragem.

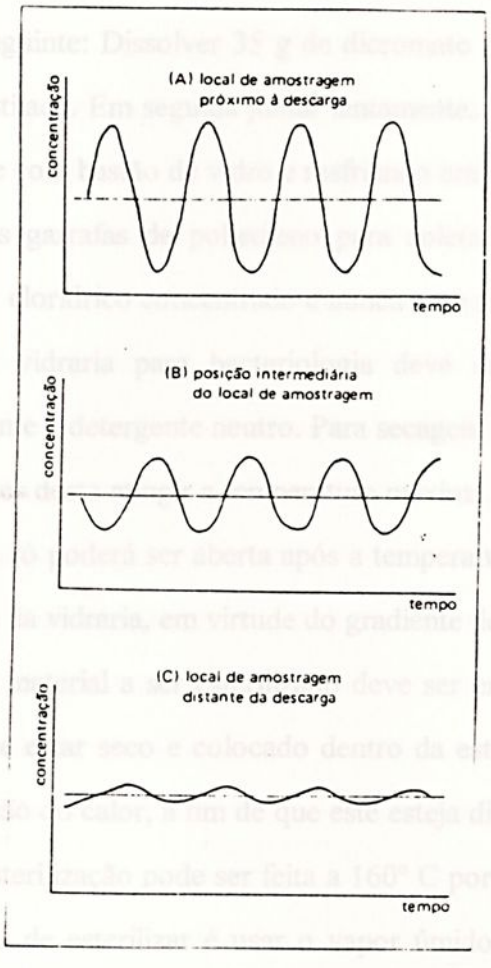


Figura 2. Relação entre local de amostragem e concentração.

Os frascos de vidros para coleta das amostras devem ser tratados com solução sulfocrômica, se possível ficarem em contato com a solução por algumas horas. Recolhe-se a solução sulfocrômica utilizada para uso posterior (até

que ela se enfraqueça). Enxaguar as vidrarias com água corrente da torneira e logo após com água destilada.

Como ensina SILVA (1977), a preparação da solução sulfocrômica é a seguinte: Dissolver 35 g de dicromato de potássio comercial em 100 ml de água destilada. Em seguida juntar lentamente, 1 litro de ácido sulfúrico, agitando lentamente com bastão de vidro e resfriando em banho de água corrente.

As garrafas de polietileno para coleta devem ser lavadas com detergente ou ácido clorídrico concentrado e nunca com solução sulfocrômica.

A vidraria para bacteriologia deve ser rigorosamente limpa, usando-se água quente e detergente neutro. Para secagem desse material, colocá-lo dentro de estufa antes desta atingir a temperatura máxima. Depois de seco a 180°C por 1 hora, a estufa só poderá ser aberta após a temperatura atingir a do ambiente para evitar a quebra da vidraria, em virtude do gradiente de temperatura.

O material a ser esterilizado deve ser envolvido por papel kraft ou semelhante. Deve estar seco e colocado dentro da estufa de maneira que haja espaço para circulação do calor, a fim de que este esteja distribuído uniformemente sobre o objeto. A esterilização pode ser feita a 160° C por 2 horas ou a 180°C por 1 hora. Outro modo de esterilizar é usar o vapor úmido através de autoclave a 120°C em 1 atmosfera por 20 minutos. Os frascos devem ser rotulados para que não haja troca de amostras.

As amostras devem ser coletadas de maneira a manter a verdadeira proporção entre o líquido e os sólidos em suspensão; assim se evitará que numa coleta de 1 litro não estejam presentes tocos, folhas, pedaços de pedra, ou seja, objetos estranhos do curso normal do líquido.

Não se deve coletar amostras junto às paredes ou próximo ao fundo dos canais, mas procurar um ponto representativo da massa líquida.

O técnico que fará a coleta deve levar os equipamentos de proteção individual necessários, como: botas e luvas de borracha e avental.

Na coleta torna-se necessário obter uma amostra representativa e estabilizada do corpo de água amostrado e das condições locais que podem interferir, tanto na interpretação dos dados quanto nas próprias determinações laboratoriais. Para assegurar a representatividade e confiabilidade das amostras e subsidiar a elaboração de relatórios sobre qualidade de água é indispensável a participação de técnicos adequadamente treinados e motivados. O técnico que for fazer a coleta precisa observar e anotar quaisquer fatos ou anormalidades que possam interferir nas características da amostra (cor, odor, aspecto estranho, presença de algas, óleos, corantes, material sobrenadante, peixes ou outros animais aquáticos mortos). Deve-se ter condições para estabelecer pontos de amostragem alternativos e outros parâmetros complementares para a caracterização das águas.

A técnica a ser adotada para a coleta de amostras depende da matriz a ser amostrada (água superficial, subterrânea, encanada, residuária, sedimento de fundo, biota aquática), do tipo de amostragem (amostra simples ou composta) e, também, da natureza do exame a ser solicitado (análises físico-químicas, microbiológicas, biológicas ou radiológicas).

AGUDO (1988), orienta que deve-se tomar os seguintes cuidados no momento da coleta:

a) para minimizar a contaminação da amostra convém recolhê-la com a boca do frasco de coleta contra a corrente;

b) coletar volume suficiente de amostra para eventual necessidade de se repetir alguma análise no laboratório;

c) fazer todas as determinações de campo em alíquotas de amostra separadas das que serão enviadas ao laboratório, evitando-se assim o risco de contaminação;

d) empregar somente frascos e as preservações recomendadas para cada tipo de determinação;

e) imediatamente após a coleta e preservação das amostras, colocá-las ao abrigo da luz solar; as amostras que exigem refrigeração para sua preservação devem ser acondicionadas em caixas de isopor com gelo (observar que as amostras para análise de OD não devem ser mantidas sob refrigeração);

f) manter registro de todas as informações de campo ou conjunto de amostras da mesma característica contendo os seguintes dados: número de identificação da amostra, identificação do ponto de amostragem e sua localização (profundidade), data e hora da coleta, tipo de amostra (efluente industrial, água de rio, potável, outros), medidas de campo (temperatura ar/água, pH, condutividade e outras informações), eventuais observações de campo, condições metereológicas nas últimas 24 horas e que possam interferir com a qualidade da água (chuvas), indicação dos parâmetros a serem analisados no laboratório, nome do responsável pela coleta, equipamento utilizado.

A amostragem em pequenos cursos d'água deve ser feita a montante e a jusante das fontes poluidoras, com a inclusão opcional de pontos adicionais para avaliar o grau de poluição ou assimilação de carga orgânica ao longo do trecho em estudo. Convém evitar locais onde há estagnação da água e em áreas próximas à margem interna das curvas.

Para estabelecer pontos de amostragem em grandes cursos de água é fundamental que sejam consideradas as distâncias requeridas para a mistura adequada dos lançamentos de poluentes no corpo receptor. Recomenda-se atenção à mistura na direção lateral (de uma margem à outra), pois ocorre em geral mais lentamente que a mistura na direção vertical (da superfície ao fundo). Qualquer dúvida quanto à completa mistura no sentido lateral em um determinado ponto a

jusante da fonte poluidora, pode ser resolvida através da coleta de amostras em pontos múltiplos ao longo do eixo transversal do rio, na altura desse ponto.

Geralmente, a amostragem em todos os afluentes de um corpo de água não é factível. Em afluente cuja vazão é 10% a 20% da vazão do corpo principal não há necessidade de ser realizada amostragem, a não ser que esteja altamente poluído. Quando se pensa em recuperar um corpo d'água, é importante considerar os afluentes também como contribuintes da biota aquática. O local de coleta em um afluente será o ponto mais próximo da desembocadura. Freqüentemente, a água do corpo principal pode adentrar o afluente pela superfície ou pelo fundo, devido à diferença de densidade causada pela temperatura, sais dissolvidos ou diferenças na turbidez. Essa possibilidade deve ser considerada para se obter uma amostra representativa.

A amostragem precisa ser suspensa durante e logo após chuvas e enxurradas que possam aumentar significativamente a vazão do curso d'água, a não ser que desejem dados sobre a qualidade da água durante uma enxurrada, caso em que a amostragem deverá ter continuidade; os dados não poderão ser englobados aos demais, sendo tratados separadamente.

Para coleta de amostras de oxigênio dissolvido, utiliza-se uma garrafa de aço inox, conhecida por batiscafo, garrafa de OD, ou garrafa de Hale, que permite coletar amostras superficiais ou subsuperficiais, conforme a Fig. 3.

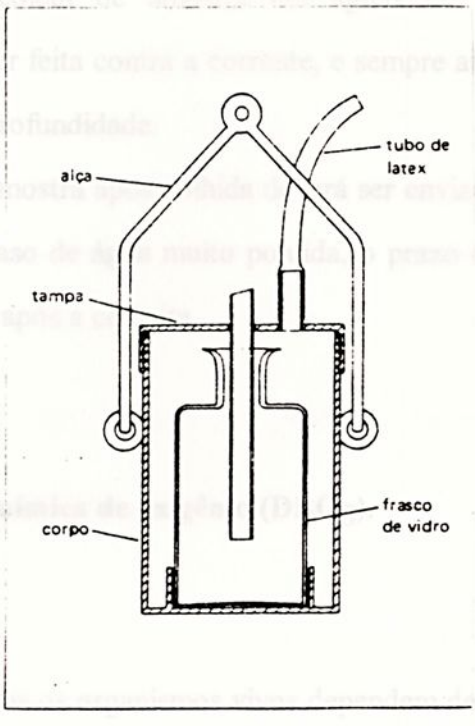


Figura 3. Batiscafo ou garrafa de Hale para coleta de OD.

No seu interior é colocado um frasco de vidro de boca estreita e tampa esmerilhada de 300 ml (frasco de DBO). A água a ser amostrada entra por um tubo localizado na parte central da tampa e que atinge o interior do frasco, permitindo que o ar contido seja expulso por um orifício lateral à medida que ele vai sendo completou-se com água. O volume do batiscafo permite uma renovação

da água dentro do frasco de DBO de duas a três vezes, removendo assim todo o ar que poderia alterar os resultados. A Foto nº 01 evidencia esse procedimento.

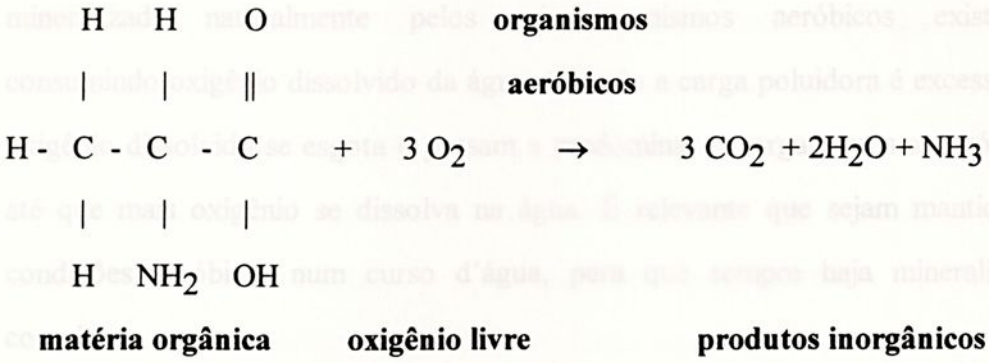
A coleta de amostra em águas de superfície para análise bacteriológica deve ser feita contra a corrente, e sempre abaixo da superfície, mais ou menos 30 cm de profundidade.

A amostra após colhida deverá ser enviada ao laboratório o mais rápido possível: no caso de água muito poluída, o prazo desejado vence antes de decorridas as 6 horas após a colheita.

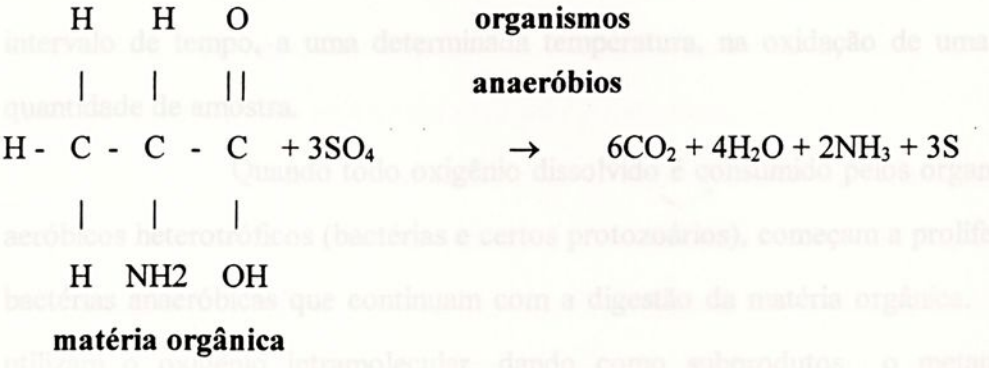
2.12. Demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5).

Todos os organismos vivos dependem de oxigênio de uma forma ou outra, para manter os processos metabólicos que produzem a energia necessária para o seu crescimento e reprodução.

Chamam-se organismos aeróbios aqueles que dependem de oxigênio na forma livre para a mineralização da matéria orgânica, resultando produtos finais inorgânicos mais simples, como o CO_2, NH_3, H_2O e sais; chamam-se organismos anaeróbicos aqueles que, para oxidar a matéria orgânica, utilizam o oxigênio de sais inorgânicos, como os sulfatos, resultando produtos finais apenas parcialmente oxidados, conforme os seguintes radicais, representados pelas reações químicas.



Reação química da degradação da matéria orgânica por organismos aeróbicos.



Reação química da degradação da matéria orgânica por organismos anaeróbicos.

A matéria orgânica poluidora de um curso de água tende a ser mineralizada naturalmente pelos microorganismos aeróbicos existentes, consumindo oxigênio dissolvido da água. Quando a carga poluidora é excessiva, o oxigênio dissolvido se esgota e passam a predominar os organismos anaeróbicos, até que mais oxigênio se dissolva na água. É relevante que sejam mantidas as condições aeróbicas num curso d'água, para que sempre haja mineralização completa.

De acordo com GARCIA JR. (1995), a DBO é um teste empírico que tenta reproduzir os fenômenos que ocorrerão em um corpo de água ao receber o lançamento do despejo realizado sob condições padronizadas. É baseado no consumo de oxigênio provocado pela biodegradação da matéria orgânica presente na amostra, após incubação no escuro (para evitar a introdução de oxigênio pela fotossíntese) por 5 dias, a 20±1°C (DBO_5).

Para fins práticos, a DBO não é medida até a oxidação completa, mas apenas a quantidade ou a taxa de oxigênio que é consumida num certo intervalo de tempo, a uma determinada temperatura, na oxidação de uma certa quantidade de amostra.

Quando todo oxigênio dissolvido é consumido pelos organismos aeróbicos heterotróficos (bactérias e certos protozoários), começam a proliferar as bactérias anaeróbicas que continuam com a digestão da matéria orgânica. Estas utilizam o oxigênio intramolecular, dando como subprodutos o metano, as mercaptanas e outros.

A digestão anaeróbica que se dá após o oxigênio ter sido totalmente consumido, quase não influi na DBO, pois o oxigênio necessário à oxidação do material orgânico provém do oxigênio combinado de um composto qualquer.

Foi determinado pelos pesquisadores, um período padrão de tempo de 5 dias (baseados em dados experimentais obtidos na Inglaterra) para determinação da DBO. Nos primeiros dias ocorrem o maior consumo de oxigênio, o que significa a ocorrência de oxidação imediata da maior parte dos compostos orgânicos, portanto é importante preservar a amostra em baixa temperatura, quando o laboratório fica distante, para diminuir a ação bacteriana. Quanto mais baixa a temperatura, ocorre a inatividade das enzimas, mas é reversível.

A incubação da amostra na análise de DBO_5 é feita à temperatura de 20° C ± 0,5 por ser considerada como temperatura média das águas de um rio.

O máximo de ação das enzimas responsáveis pela oxidação bioquímica da matéria orgânica fica na faixa de pH 6,6 a 8,3. A correção ou não do pH depende da finalidade a qual a análise está sendo feita. O acerto do pH neutro será conveniente se a medição da DBO_5 estiver sendo feito como parâmetro para indicar o grau de poluição orgânica.

Para avaliar a eficiência de um tratamento biológico não é aconselhável a correção de pH, pois deve-se obter o valor real da DBO_5, isto é, das reais condições em que está sendo realizado o tratamento.

A ausência ou deficiência no teor adequado dos sais como o de nitrogênio e fósforo levam à obtenção de um baixo valor da DBO_5. Na determinação da DBO_5 é essencial que os microorganismos presentes na amostra durante a incubação sejam semelhantes aos existentes na água em condições normais. Os esgotos e as águas superficiais contêm sua própria biota. Porém, muitos despejos industriais são pobres microbiologicamente, daí a razão para que as amostras devam ser semeadas com microorganismos antes do início da incubação.

Além do oxigênio consumido pela oxidação da matéria orgânica, o método detecta o consumo provocado pela oxidação de íons sulfeto e ferroso e, se não houver adição de inibidor, o consumo provocado pela oxidação de formas reduzidas de nitrogênio (nitrificação).

Para esgotos domésticos típicos pode ser considerada uma relação de 0,6 a 0,8 entre o valor obtido no quinto dia de incubação e o valor final (para tempos de incubação superiores a 20 dias).

Quando se trata de efluentes de origem industrial, é conveniente realizar a determinação da curva de DBO = f (tempo) e, também, a realização da determinação com inóculo (semente) aclimatado.

O consumo de oxigênio pelos microorganismos na amostra durante a incubação, não é uniforme, ou melhor, não se dá segundo um gráfico retilíneo. Do total de oxigênio, que é consumido em 5 dias, em amostras de esgoto doméstico, cerca de 80% desaparece nos dois primeiros dias de incubação, e 32% no primeiro dia. Por outro lado, a DBO de 5 dias corresponde a apenas cerca de 65 a 70% da demanda total exercida pela matéria orgânica oxidável biologicamente.

Amostras contendo matéria orgânica de biodegradação mais lenta (celulose, materiais polimétricos, etc.) ou mais rápida (glicose, ácido acético, etc.) tenderão a apresentar resultados muito distorcidos quando comparados aos típicos para esgotos domésticos. Quanto mais rápida for a degradação, mais se estará a favor da segurança, quando se consideram os efeitos sobre corpos de água.

Por ser um tipo de bioensaio, este método pode sofrer uma série de interferências provocadas por materiais tóxicos e refratários.



O método usualmente empregado para a determinação da DBO é o da diluição, incubação e determinação por diferença da quantidade de oxigênio consumido durante a incubação.

O método deixa de quantificar substâncias que para serem degradadas exijam condições anaeróbias em algum estágio do processo.

Não é um método adequado para a tomada de decisões operacionais em virtude do tempo requerido para a obtenção dos resultados, embora forneça os valores para os Padrões de Emissão fixados pela Legislação (para lançamento em corpos de água, concentrações de até 60mg/l ou 80% de remoção, no mínimo, pelo sistema de tratamento).

Constitui elemento relevante em todo estudo ou medida que tenha por objetivo a preservação das condições ecológicas dos mananciais e a proteção da sua flora e fauna, mas não pode constituir índice de contaminação suficiente seguro para impedir a utilização de uma água para abastecimento. A DBO_5 constitui dado ecológico em toda a extensão da palavra, mas de escassa importância relativa à contaminação.

Há hoje no mercado equipamento instrumental para medição de DBO_5, como o modelo de DBO Trak - Hack .

2.13. Demanda química de oxigênio (DQO).

Conforme GARCIA JR.(1995), a DQO consiste na determinação do consumo de oxigênio provocado pela oxidação da matéria orgânica presente na

amostra em meio ácido (dicromato de potássio em meio contendo ácido sulfúrico) sob condições padronizadas (meio sulfúrico cerca de 18N).

A quantidade de dicromato de potássio remanescente é determinada por titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal ou por leituras com espectrofotômetro.

O método não discrimina os compostos biodegradáveis dos não-biodegradáveis e, também, não detecta adequadamente compostos de cadeia cíclica, tais como hidrocarbonetos aromáticos, piridina e outros. Há o risco de perda da parte dos compostos orgânicos voláteis durante a preparação do ensaio e refluxo.

Existe uma variação do método que pode ser realizada em ampolas seladas, minimizando a perda de compostos voláteis durante a oxidação, sendo bastante adequada para quantidades elevadas de determinações.

É um método rápido (2 horas), permitindo sua utilização para monitoramento de sistemas de tratamento de efluentes.

A presença de substâncias oxidantes na amostra pode levar a resultados inferiores aos reais.

2.14. Oxigênio dissolvido (O.D.).

A quantidade de oxigênio dissolvido em águas superficiais, águas residuárias e efluentes tratados depende de fatores físicos, químicos e bioquímicos como cita GARCIA JR. (1995).

A análise de O.D. é um dos testes no controle da poluição da água e no controle de processos de tratamento de águas residuárias, uma vez que ele é o fator que determina a possibilidade da presença de microorganismos aeróbios ou anaeróbios, sendo que a determinação do O.D. é a base para os testes de DBO.

Há dois métodos para determinação de O.D. que são utilizados:

a) método iodométrico de Winkler, modificado pela azida sódica (o método deve sofrer outras modificações se for utilizado em amostras contendo grande quantidade de matéria orgânica em suspensão) e b) método eletrométrico baseado, normalmente, não apresentam concentrações de O.D. adequadas ao seu lançamento em corpos de água, devendo ser aerados.

2.15. Análise bacteriológica.

A necessidade de exame bacteriológico de uma água é:

a) determinação das características da água "*in natura*" para :

* estudo do tipo de tratamento;

* aproveitamento para consumo, recreação, irrigação, etc.

* classificação de um curso d'água quanto à possibilidade ou não de recepção de esgotos ou outros despejos;

b) medida de eficiência das Estações de tratamento de água- ETAS:

* água "*in natura*";

* água decantada;

*água filtrada;

* água clorada.

c) controle da potabilidade da água distribuída.

Entre todos os exames físicos, químicos e microscópicos é o mais sensível, e representa as condições atuais da água.

O número de exames a serem efetuados vai depender das fontes de abastecimento, da eficiência do tratamento, do número de consumidores e da capacidade do laboratório (instalação e pessoal).

É conveniente lembrar que quanto maior o número de exames bacteriológicos de uma água, mais garantida estará sua qualidade.

A técnica mais utilizada para pesquisa de coliformes totais e fecais na água é a dos Tubos Múltiplos - NMP.

A contagem de bactérias em agar padrão deve ser feita da seguinte maneira: semear duplicatas de 1 a 0,1 ml da amostra (diretamente ou das diluições decimais) numa placa de Petri (100 x 15 mm) esterilizada. Acrescenta-se agar padrão fundido e resfriado a 45-46°C. Quando o agar estiver solidificado, inverter a placa e incubar a 35 ± 0,5°C por 24 a 48 horas.

As colônias devem ser contadas com o auxílio de uma lente ou de um contador de colônias do tipo Quebec. Deve-se contar as placas que contenham entre 30 a 200 colônias. Colônias contadas são multiplicadas pelo fator de diluição e informado como número de colônias por ml.



2.16. Autodepuração dos cursos d'água.

Cada curso d'água que recebe o lançamento de águas residuárias, possui o poder de autodepuração. Quando a qualidade e a concentração do despejo estão abaixo de um certo limite, a estabilização pode ser efetuado pelas próprias águas receptoras.

Segundo IMHOFF (1966), medidas técnicas dessa natureza podem ser exemplificadas pela construção de represas nos cursos dos rios, pois aumenta-se com isto a superfície da água, aumenta-se o tempo de percurso e os sólidos sedimentáveis se depositam sob a forma de lodo.

Estas represas só podem ser empregadas como instalações depuradoras até um ponto onde é possível estabelecer equilíbrio da demanda de oxigênio por meio da autodepuração. Ultrapassado este limite, haverá consumo de oxigênio mais elevado do que a reoxigenação, a água perde o seu oxigênio dissolvido, entra em estado séptico e os organismos aeróbios morrem; assim o represamento causa mais dano que benefício.

A autodepuração consiste em dois mecanismos: anaerobiose e aerobiose.

O processo anaeróbio é utilizado na depuração artificial pelo tratamento séptico. Este processo não pode ocorrer no rio, pois é demorado e torna impossível a vida de animais e plantas e também porque ocorre a formação de mau cheiro. O tratamento séptico só é tolerável em curso d'água se for restrito à estabilização do lodo depositado no fundo e quando a água rica em oxigênio que passa pelas camadas superiores não for contaminada.

unesp

O processo aeróbio é necessário para a estabilização nos cursos d'água. Um indicador desta condição é a vida dos peixes.

O efeito de depuração é efetuado pelo plâncton (comunidade de pequenos animais e vegetais que vivem em suspensão nas águas doces, salobras e marinhas), onde a sua atividade é semelhante a do lodo ativado dos tratamentos biológicos artificiais. Portanto, a autodepuração é menor em águas pobres em plâncton e que somente com uma certa poluição orgânica com seus nutrientes, será possível ao plâncton se multiplicar, aumentando seu poder e acelerando os fenômenos envolvidos.

Quando o plâncton é alimentado pela poluição orgânica, colabora na eliminação de substâncias prejudiciais `a atividade bacteriana como os ácidos, tóxicos e óleos minerais.

Na autodepuração das águas receptoras de despejos, a nutrição e a reprodução dos microorganismos como as bactérias, desprovidos de aparelho digestivo, lançam enzimas ao meio externo degradando a matéria orgânica a compostos solúveis, possibilitando assim, a sua passagem através da membrana celular. A maior parte do material é utilizado para fornecimento de energia necessária às atividades vitais do organismo, e outra fração participa da sua autoconstrução. A energia contida nessas moléculas orgânicas é liberada pelo processo respiratório.

Na respiração, substâncias de estrutura complexa dotadas de alto teor energético são oxidadas aeróbica e anaeróbicamente.

O principal fenômeno químico da respiração não é a combinação do composto orgânico com o oxigênio, e sim a retirada de hidrogênio daquele que se combinará ou não com o oxigênio.

unesp

Os seres aeróbicos utilizam durante a respiração o oxigênio livre, enquanto que, os anaeróbicos servem-se do oxigênio combinado para realizarem a oxidação. Nos anaeróbicos a oxidação é incompleta, ocorrendo desprendimento de substâncias como o metano, mercaptanas, compostos orgânicos nitrogenador e outros.

As bactérias aeróbicas heterotróficas no seu processo de respiração consomem grandes quantidades de oxigênio. Quando os resíduos contendo matéria orgânica biodegradável são lançados em um corpo d'água, possibilitam a proliferação de bactérias que ao se nutrirem consomem o oxigênio dissolvido do meio.

Com isto, ao invés de se medir o oxigênio dissolvido no meio, é mais coerente se medir a DBO que está relacionada com a quantidade de oxigênio de que as bactérias aeróbicas heterotróficas e certos protozoários necessitam para oxidarem totalmente a matéria orgânica presente no ambiente ecológico, no caso a água.

A estimulação da atividade biológica exige maiores quantidades de oxigênio. O consumo de oxigênio depende da carga poluidora, do tempo de estabilização e da temperatura.

III. MATERIAIS E MÉTODOS.

3.1. Levantamento dos pontos de coleta.

As informações sobre a área do corpo d'água foram obtidas através de mapas. Em seguida, visitou-se a área de estudo para escolha e localização do ponto exato para uma amostragem viável, verificando-se o acesso, disponibilidade para o transporte do material de coleta e tempo necessário para realização dessa coleta, conforme ensina AGUDO (1988). Para a localização dos pontos, houve dificuldade no acesso, em virtude das condições dos locais para se chegar até a margem do rio; em alguns locais havia mato e nos pontos fora da área

urbana a distância até a margem era grande, necessitando-se de autorização para entrar em áreas rurais particulares.

Programou-se para que as coletas fossem sempre em pontos a montante do deságüe do afluente no rio e um ponto a jusante, procurando-se distanciar o ponto para se ter uma mistura natural dos corpos d'água.

Conforme as orientações metodológicas de AGUDO (1988) e de PESSOA E JORDÃO (1982), foram determinados os seguintes pontos:

a) Córrego Água da Forquilha - próximo à Rua Guatemala na Vila Santista. O ponto de coleta dista, aproximadamente a 50 metros antes deste córrego se encontrar com o Córrego Água da Ressaca. (Foto nº 02).

b) Córrego Água da Ressaca - corta a Av. Comendador José da Silva Martha, paralelo a linha férrea e a uns 200 metros encontra-se com o Córrego Água da Forquilha. O ponto de coleta fica aproximadamente a uns 50 metros à montante deste encontro. (Foto nº 03).

c) Rio Bauru - o ponto de coleta localiza-se na ponte que fica atrás da indústria Santista Alimentos S. A . (Foto nº 04).

d) Córrego Água do Sobrado - no final da Rua Sorocabana sob o viaduto Antonio Eufrásio de Toledo, o ponto dista a uns 50 metros antes deste córrego desaguar no Rio Bauru. (Foto nº 05).

e) Rio Bauru - no mesmo local do item anterior, mas coletando a 100 metros após o deságüe do afluente.

f) Córrego da Grama - embaixo do viaduto, sendo o acesso pela Av. Nuno de Assis; o ponto dista a 30 metros do Rio Bauru.

g) Rio Bauru - no mesmo local do item anterior, sendo o ponto a 50 metros a jusante do deságüe do afluente.

h) Córrego Água do Castelo - este ponto está localizado na Rua Floresta com a Av. Nações Unidas (local mais conhecido como Baixada do Silvino). O ponto dista à 250 metros do Rio Bauru, pois deste ponto para frente o rio é canalizado.

i) Rio Bauru - está na Av. Nuno de Assis com Nações Unidas e neste ponto o Rio Bauru recebe as águas do Córrego das Flores, o qual não é possível fazer coleta, pois está totalmente canalizado sob a Av. Nações Unidas. O ponto dista a uns 100 metros do deságüe deste córrego.

j) Córrego Barreirinho - corta a Av. Nuno de Assis indo para o Núcleo Mary Dotta; o ponto fica a uns 50 metros do Rio Bauru.

l) Rio Bauru - no mesmo local do item anterior, a 100 metros do deságüe do córrego.

m) Córrego Vargem Limpa - está aproximadamente a 1000 metros do término do asfalto da Av. Rosa Malandrino Mondelli. O ponto dista a 100 metros do Rio Bauru.

n) Rio Bauru - o ponto está a 100 metros do encontro com o afluente anterior.

o) Córrego Água Comprida - está localizado no Distrito Industrial I; o ponto fica a 300 metros do Rio Bauru.

p) Rio Bauru - o ponto de coleta localiza-se a 100 metros do afluente.

q) Ribeirão Vargem Limpa - o ponto determinado está ao lado do Poço Octávio Rasi pertencente ao DAE na Rua José Marques Figueiredo, dista 500 metros do Rio Bauru, pois não há acesso até ele neste ponto.

r) Rio Bauru - este local tem acesso pela V. Aimorés e está distante do afluente anterior cerca de 5 km.

s) Rio Bauru - o ponto determinado está a 30 km do centro da cidade do Bauru, fica na Rodovia Pederneiras-Bariri, lado esquerdo; tem como referência o Porto de Areia.



t) Rio Bauru - este ponto fica próximo ao local anterior do lado direito da Rodovia, no Porto de Areia Primavera.

3.2. Preparação do material para coleta.

Todos os procedimentos obedeceram as orientações dos autores, contidas na bibliografia disponível.

Para realizar a coleta, foram utilizados equipamentos de proteção individual, como: botas e luvas de borracha.

O material para as anotações dos dados necessários de coleta e o roteiro foram confirmados para evitar dúvidas e atraso na programação, conforme o Anexo F.

Foram conferidas a qualidade e limpeza dos frascos de laboratório, para o correto resultado da análise.

Todo o material foi acondicionado em caixas de isopor devidamente identificados.

Os frascos de vidro para coleta das amostras foram tratados com solução sulfocrômica, conforme determina o procedimento metodológico. A solução foi armazenada para uso posterior até que ela se enfraqueça. As vidrarias foram lavadas com água corrente da torneira e logo após com água destilada.

As garrafas de polietileno para coleta foram lavadas com detergente e ácido clorídrico concentrado.

3.3. Coleta do material.

Houve dificuldade quanto à definição da data da coleta, pois o laboratório a ser utilizado pertence ao DAE de Bauru, que analisa água potável, não sendo possível, simultaneamente, a análise de água poluída. Programou-se para que o laboratório ficasse reservado por uma semana para este trabalho. Foi escolhido como primeira coleta o mês de janeiro de 1997, sendo que no dia não havia ocorrido chuvas dentro das 24 horas. A outra coleta programada foi no mês de setembro de 1997, também sem chuvas dentro das 24 horas.

Ao se chegar aos locais determinados foram realizadas as medições da temperatura da água e do ar. A medição do OD foi feita no local com o equipamento de OD da Orion modelo 810, devidamente calibrado. Foram coletadas amostras para OD, utilizando-se a garrafa de Hale onde foi possível, pois o rio está assoriado na maior parte de seu curso, não tendo profundidade suficiente para mergulhar a garrafa. Nestes casos, para não prejudicar a coleta, mergulhou-se completamente o frasco de OD contra a correnteza, obtendo-se o enchimento para evitar o oxigênio do ar. Fez-se a preservação da amostra de OD, conforme o método de Winkler.

Com o frasco de polietileno de 250 ml foram coletadas as amostras para DQO, e no frasco de 2000 ml as amostras de DBO, com o cuidado de evitar aeração excessiva, conforme a Foto nº 06.

Em frasco previamente esterilizado e contendo 2 gotas de tiossulfato de sódio a 10%, foram coletadas as amostras para análise bacteriológica.

unesp

3.4. Processamento das amostras.

As amostras foram processadas conforme a metodologia da STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTWATER OF AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1995).

Como o DAE não analisa amostras de águas poluídas, foi necessário a presença dos técnicos do laboratório da CETESB de Marília, para treinamento prático.

Pela falta de experiência sobre a metodologia de análise de águas poluídas, dos técnicos envolvidos, a primeira coleta realizada em janeiro de 1997 ficou comprometida, pois no momento do processamento das amostras houve erros que invalidaram os resultados, sendo que estes não foram considerados neste trabalho.

3.4.1. Demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5).

A amostra de DBO ficou preservada por 24 horas a 4°C em refrigerador.

No dia anterior preparou-se a água diluição de acordo com a técnica descrita neste item.

Inicialmente procedeu-se pelo cálculo da diluição da DBO, com a constante a 1200 (constante determinada como faixa de trabalho ideal para

diluições, onde há a correlação de DBO e DQO), conforme orientações da CETESB (1980) e:

$$\%\ de\ diluição = \frac{1200}{DQO} = X\%$$

Diluição para DQO < 20 = X% e 2.X%

Diluição para DQO > 20 e < 400 = 1/2.X%; X% e 2.X%

Diluição para DQO > 400 = 1/4.X%; 1/2.X%; X% e 2.X%

Tabela da diluição:

10	20	30	50	100
1	2	3	5	10
0,1	0,2	0,3	0,5	1
0,01	0,02	0,03	0,05	0,1
0,001	0,002	0,003	0,005	0,01

Transferiu-se os volumes das diluições em porcentagem para provetas de 1000ml com tampa e completou-se o volume com água desmineralizada com nutrientes. Após, foram tampadas e agitadas. Transferiu-se esta amostra contida na proveta para os frascos de DBO pelo processo de sinfonação até o volume total dos frascos, conforme a Foto nº 07.

Frasco Ti = titulação inicial

Frasco T5 = titulação após 5 dias incubado a 20°C.

No frasco Ti adicionou-se 2 ml da solução de sulfato manganoso e em seguida 2 ml da solução de azida sódica. Após, foi tampado e agitado. Esperou-se decantar e adicionou-se 2 ml da solução de fluoreto de potássio. Tampou-se e agitou-se. Esperou-se decantar e adicionou-se 2 ml do ácido sulfúrico p.a. Foi tampado e agitou-se. Em um "erly" de 250 ml pipetou-se 100 ml da amostra reagida e titulou-se com a solução de tiossulfato de sódio 0,025N e usou-se como indicador a solução de amido (0,5 ml). Ocorreu a viragem de azul para incolor. Este volume gasto na titulação corresponde a Ti. Multiplicou-se o volume gasto por 2.

Após os 5 dias incubado a 20°C, procedeu-se da mesma forma que com Ti. Este volume gasto na titulação corresponde ao T5. Multiplicou-se o volume gasto por 2, conforme a Foto 08.

A) Reagentes:

Ácido Sulfúrico 0,1N (H_2SO_4) – Diluiu-se 3,0 ml de ácido sulfúrico concentrado p.a. em um balão volumétrico de 1000 ml contendo água deionizada. O volume Completou-se com água deionizada.

Hidróxido de Sódio 0,1N (NaOH) - Dissolveu-se 4 g de NaOH p.a. em um balão volumétrico de 1000 ml contendo água deionizada e completou-se o volume com água deionizada.

Sulfato Manganoso ($MnSO_4.4\ H_2O$) - Dissolveu-se 480 g de $MnSO_4.4\ H_2O$ ou 400 g $MnSO_4\ .\ 2\ H_2O$ ou 364 g $MnSO_4\ .\ H_2O$ em um balão volumétrico de 1000 ml contendo água deionizada e completou-se o volume com água deionizada. Em seguida, filtrado em membrana porosa.

Azida Sódica (NaN_3) - Dissolveu-se 500 g de NaOH ou 700 g KOH e 150 g NaI em um balão volumétrico de 1000 ml contendo água deionizada.

Adicionou-se a esta solução 10 g de Azida sódica e após esfriar completou-se o volume com água deionizada.

Fluoreto de Potássio (KF. 2 H_2O) - Dissolveu-se 40 g de fluoreto de potássio em um balão volumétrico de 1000 ml contendo água deionizada e completou-se o volume com a mesma.

Amido – Preparou-se uma suspensão em um béquer de 100 ml com 5 g de amido e água deionizada fria. Em um béquer de 1000 ml, Adicionou-se aproximadamente 800 ml de água deionizada e colocado em fervura. Adicionou-se a suspensão de amido na água que estava em fervura e completou-se o volume. A solução ficou minutos em fervura. Em seguida permaneceu em repouso por uma noite, sendo que utilizou-se o sobrenadante claro. Preservação: 0,2 g HgI/1000 ml de solução.

Tiossulfato de sódio 0,025N ($Na_2S_2O_3$. 5 H_2O) - Dissolveu-se 6,205 g de tiosulfato de sódio em água deionizada fervida e resfriada e completou-se o volume para 1000 ml da mesma. Preservou-se com 0,4 g de NaOH para cada 1000 ml de solução.

Padronização: Adicionou-se 10 ml de ácido sulfúrico 1:9 em 100 ml de água deionizada em um "erly" de 250 ml. Pipetou-se 10 ml da solução padrão de dicromato de potássio 0,025N e adicionou-se nesta mistura de água com ácido. A solução ficou em repouso ± 10 minutos já com 1g de KI. Em seguida adicionou-se 0,5 ml de indicador amido. Titulou-se contra solução de tiosulfato de sódio 0,025N.

$$N = \frac{ml\ K_2Cr_2O_7\ \ x\ \ 0{,}025N}{ml\ gasto\ de\ Na_2S_2O_3}$$

Água de diluição sem semente - Foi estocada a água destilada a 20°C e no escuro em recipiente de vidro com tampa de algodão por um período suficiente para saturá-la de oxigênio. No momento do uso, Adicionou-se 1 ml de cada reagente: solução - tampão de fosfatos, sulfatos de magnésio, cloreto de cálcio e cloreto férrico, por litro de água destilada. Foi utilizada a água de diluição a 20° ± 1°C. A água de diluição sem semente não deve consumir mais que 0,2 mg/l de oxigênio num período de incubação de 5 dias. Foi saturada a água destilada de oxigênio, aerando-a com ar comprimido limpo (foi utilizada bomba de ar do tipo das usadas em aquário).

B) Processo:

$B_{1.1.}$) Sulfato manganoso e reativo alcalino de iodeto de potássio ocorre a reação:

$MnSO_4 + 2KOH \rightarrow Mn(OH)_2 + K_2SO_4$

$B_{1.2}$) Hidróxido de manganês II formado reage com o oxigênio dissolvido formado:

$2Mn(OH)_2 + O_2 \rightarrow 2MnO(OH)_2$

$B_{1.3}$) Adicionou-se H_2SO4 para solubilizar o precipitado:

$MnO(OH)_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow Mn(SO4)_2 + 3H_2O$

$B_{1.4}$) O sulfato mangânico formado na presença de iodeto (presente no reativo azida alcalino de iodeto de potássio) libera o iodo:

$Mn(SO_4)_2 + 2KI \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + I_2$

$B_{1.5}$) O iodo que é estequiometricamente equivalente ao oxigênio dissolvido da amostra, é titulado com o tiosulfato de sódio padrão, empregando-se o amido como indicador:

$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \rightarrow 2NaI + Na_2SO_4O_6$

$4\ Na_2S_2O_3 = 2Mn(SO_4)_2 = 2MnO(OH)_2 = O_2$

C) Possíveis interferentes na análise de DBO.

A temperatura de incubação da amostra interfere na metanização (produção de metano) da matéria orgânica, sendo assim, a temperatura é padronizada em 20°C.

O pH da amostra interfere no comportamento de microorganismos, consequentemente o pH é padronizado em 6,8 a 7,3.

O tempo de incubação interfere na quantidade e no tipo de matéria orgânica oxidada, portanto, o tempo de incubação é padronizado em 5 dias, admitindo-se que neste período, 80% da matéria orgânica carbonada já esteja mineralizada e esteja começando a nitrificação. Uma oxidação total leva em torno de 20 dias.

A presença de luz estimula a produção de oxigênio pelas algas presentes na amostra, por isso, a incubação padronizada é feita no escuro.

O cloro interfere no desenvolvimento dos microorganismos da amostra, o procedimento padrão indica a eliminação de cloro, sempre que for constatada a presença.

Nesta técnica, com exceção do reagente utilizado na titulação final, todos os outros estão em excesso, e dessa maneira a presença de interferentes pode afetar seriamente o resultado. Os interferentes oxidantes agindo como o oxigênio dissolvido aumentam o resultado, enquanto que os interferentes redutores podem inibir a oxidação do hidróxido de manganês II ou reduzir o iodo livre dando um resultado baixo.

Na prática o efeito das interferências é reduzido, efetuando-se as operações com a máxima rapidez possível. Diminui-se assim, o período no qual a matéria orgânica permanece em alto pH, onde pode ocorrer hidrólise, e ainda onde o iodo livre está presente.



D) Precisão: não existe medição para estabelecer a inclinação do procedimento DBO. O ácido glucose-glutâmico checado e prescrito é pretendido para ser um ponto de referência para avaliação da diluição da qualidade da água, da eficácia da distribuição e técnica analítica. Testes simples de laboratório usam uma mistura de 300 mg/l de solução glucose-glutâmica ácida e provém os seguintes resultados:

número de meses: 14

número de triplicatas: 421

recuperação média mensal: 204 mg/l

derivação padrão média mensal: 10,4 mg/l.

Uma série de estudos interlaboratoriais, cada um envolvendo medições de 2 a 112 laboratórios, a DBO 5 dias foi feita em amostras de água sintética contendo uma mistura de 1:1 de glucose e ácido glutâmico na taxa de concentração total de 33 a 231 mg/l. A equação regressiva para valores principais, X e derivação padrão, S, desses estudos foram:

X = 0,658 (nível somado, mg/l) + 0,280 mg/l

S = 0,100 (nível somado, mg/l) + 0,547 mg/l

Para uma mistura padrão de 300 mg/l, a média de DBO 5 dias, deve ser 198 mg/l com uma derivação padrão de 30,5 mg/l.

a) controle de limite: por causa de muitos fatores afetando os testes de DBO, em estudos de multilaboratórios resultando variedades extremas nos resultados dos testes, uma derivação padrão determinada por testes interlaboratoriais é recomendada como um limite de controle para laboratórios individuais. Alternativamente, para cada laboratório, a estabilidade do controle de limite pela performance de um mínimo de 25 ácido glucose-glutâmico sobre um período de várias semanas ou meses e calculando a derivação padrão e principal. O uso principal é ± 3 derivação padrão como o limite de controle para futura supervisão

unesp

do ácido glucose-glutâmico está fora do intervalo aceito pelo limite de controle, sujeito a testes feitos com a distribuição e diluição de água.

3.4.2. Demanda química de oxigênio (DQO).

Embora a amostra de DQO possa ser preservada por 7 dias com adição de ácido sulfúrico concentrado pH < 2, foram processadas imediatamente.

Em uma ampola de vidro de 20 ml foram adicionadas 5 ml da amostra bem homogeneizada. Foram realizadas 2 provas em branco. Após, foram adicionadas 3 ml da solução digestora e 7 ml da solução catalítica, lentamente pelas paredes da ampola, fechando-se imediatamente a mesma com o maçarico, sem agitar as 2 fases líquidas. Após, foram esfriados e misturados os conteúdos com cuidado. Foi conferido se havia vazamentos da ampola. Transferiram-se as ampolas para a estufa a (150°C), as quais foram mantidas por 2 horas nessa temperatura. Foram retiradas da estufa e esfriadas à temperatura ambiente. As ampolas foram quebradas pelo selo de segurança e transferiu-se todo o volume para um "erly" com o auxílio de água deionizada. Após, foram acrescentadas 2 a 3 gotas do indicador de ferroin e titulou-se o excesso de dicromato de potássio com a solução de sulfato ferroso amoniacal 0,0125N até o ponto final de azul para avermelhada, conforme a Foto 09.

O procedimento foi baseado nas orientações da STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTWATER AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1995), conforme abaixo.

A) Reagentes:

Solução de Digestão 0,025N - Dissolveu-se 1,226 g de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) p.a. (previamente seco a 105°C por 2 hs) e 33,3 g de sulfato de mercúrio ($HgSO_4$) p.a. em um balão volumétrico de 1000 ml contendo aproximadamente 500 ml água deionizada. Adicionou-se a esta solução 167 ml de ácido sulfúrico concentrado p.a. e completou-se o volume com água deionizada.

Solução Catalítica - Dissolveu-se 9,9 g de sulfato de prata (Ag_2SO_4) p.a. ou 7,4 g de óxido de prata (Ag_2O) p.a. em 1000 ml de ácido sulfúrico concentrado p.a.

Sulfato Ferroso Amoniacal 0,0125N ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 . 6H_2O$ - Dissolveu-se 5 g de sulfato ferroso amoniacal em água deionizada e adicionou-se 20 ml de ácido sulfúrico concentrado p.a. em um balão volumétrico de 1000 ml e completou-se o volume com água deionizada. A solução foi padronizada diariamente da seguinte maneira: colocou-se em um "erly" 10 ml de água deionizada, 3 ml de solução catalítica e titulado com a solução de $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ 0,0125N, usando 2 a 3 gotas de indicador Ferroin. Viragem de azul para avermelhada.

$$N = \frac{N\ dicromato\ x\ Volume\ dicromato}{Volume\ gasto\ S.F.A.}$$

Onde:

N= normalidade

Indicador Ferroin - Dissolveu-se 1,485 g de 1-10 fenantrolina monohidratada $C_{12}H_8N_2 . H_2O$ p.a. juntamente com 0,695 g de sulfato ferroso

heptahidratado - $FeSO_4 . 7H_2O$ p.a. em água destilada. Completou-se o volume para 100 ml.

Solução Padrão DQO - Dissolveu-se 0,850 g de biftalato de potássio HOOC-C_6H_4-COOK p.a. previamente seco em estufa a 105°C por duas horas em água deionizada avolumando a 1000 ml em balão volumétrico. Valor teórico de DQO = 100 mg/l O_2 ou 1 ml O_2.

B) Resultado: a demanda química de oxigênio é calculada por:

$$DQO = \frac{(V_2 - V_1) \times N \times 8000}{ml\ da\ amostra}$$

V_2 = ml $Fe(NH_4)_2 (SO_4)_2$ gastos para titular o padrão-branco;
V_1 = ml $Fe(NH_4) (SO_4)_2$ gastos para titular a amostra;
N = Normalidade da solução de $Fe(NH_4)_2 (SO_4)_2$.

C) Precisão: seis amostras sintéticas contendo ftaleína de hidrogênio e potássio e NaCl foram testados por seis laboratórios. Para uma média de COD de 195 mg O_2/l na ausência de cloreto, a derivação padrão foi de ± 11 mg O_2/l (coeficiente de variação, 5,6%). Para uma média de COD de 208 mg O_2/l e 100 mg Cl^-/l, a derivação padrão foi de ± 10 mg O_2/l (coeficiente de variação, 4,8%).

3.4.3. Oxigênio dissolvido (OD).

O método utilizado para realização destas análises foi de Winkler modificado pela azida sódica, de acordo com o STANDARD METHODS THE WATER AND WASTEWATER.

A) Reagentes:

Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) concentrado p.a.

Solução sulfato manganoso ($MgSO_4 . H_2O$) - Dissolveu-se 361 g $MgSO_4 . H_2O$ p.a. ou 400 g $MgSO_4 .2 H_2O$ p.a. ou 480 g $MgSO_4 . 4 H_2O$ p.a. em água deionizada , filtrada e diluiu-se para 1000 ml.

Reagente alcali-iodeto-azida: Dissolveu-se 500g NaOH p.a. e 150 g KI p.a. em água deionizada e diluiu-se para 1 litro (em banho de água fria ou gelo). Adicionou-se 10 g NaN_3 p.a. e dissolvidos em 40 ml de água deionizada.

Solução fluoreto de potássio: Dissolveu-se 200 g KF. 2 H_2O p.a. em água deionizada e diluiu-se para 1000ml.

Solução de dicromato de potássio 0,0125N padrão: Dissolveu-se 1,226 g $K_2Cr_2O_7$ p.a. previamente seco a 103°C por 2 horas, em água deionizada e diluiu-se para 2000 ml.

Solução estoque tiosulfato de sódio 0,1N: Dissolveu-se 24,82 g $Na_2 S_2O_3.5H_2O$ em água destilada fervida e esfriada e diluiu-se para 1000 ml. Preservou-se pela adição de 1g NaOH por litro e guardada em frasco escuro.

Solução de tiosulfato de sódio 0,0125N padronizada: Diluiu-se 250 ml de solução estoque a 2000ml com água destilada fervida e esfriada.

Padronização (no dia seguinte): Dissolveu-se aproximadamente 1 g KI p.a. num "erly" com 100 ml de água deionizada. Adicionou-se 10 ml de

solução ácido sulfúrico 1+9 (acrescentou-se 1 porção de H_2SO4 concentrado p.a. a 9 porções de água deionizada COM CUIDADO) e exatamente 20 ml de solução de dicromato de potássio 0,0125N. O frasco foi deixado no escuro por 5 minutos, Dilui-se cerca de 200 ml e titulou-se o iodo liberado com a solução de tiosulfato de sódio, usando amido como indicador. Ajustou-se a normalidade ao tiosulfato de sódio para 0,0125N.

Solução indicador amido: Preparou-se uma pasta de 5 g de amido solúvel p.a. na quantidade mínima de água deionizada e adicionou-se 800 ml de água deionizada fervendo , agitando sempre. Diluiu-se a 1 litro e fervida por alguns minutos, ficando em repouso por uma noite, coberto. Utilizou-se o sobrenadante, preservando-o com algumas gotas de tolueno.

B) Procedimento da análise: No erly Adicionou-se 2 ml da solução de sulfato manganoso e em seguida 2 ml da solução de azida sódica. Após, tampou-se e agitou. Esperou-se decantar e Adicionou-se 2 ml da solução de fluoreto de potássio. Foi tampado e agitado. Esperou decantar e adicionou-se 2 ml do ácido sulfúrico p.a. Tampou-se e agitou-se. Em um "erly" de 250 ml pipetou-se 100 ml da amostra reagida e titulada com a solução de tiosulfato de sódio 0,025N e usando como indicador a solução de amido (0,5 ml). Ocorre a viragem de azul para incolor. Multiplicou-se o volume gasto por 2, Foto nº 10.

C) Precisão: 48 amostras sintéticas contendo ftaleína de hidrogênio e potássio e NaCl foram testados em 5 laboratórios. Para uma média de COD de 193 mg O_2/l na ausência de cloreto, a derivação padrão foi ± 17 mg O_2/l (coeficiente de variação 8,7%). Para uma média de COD de 212 mg O_2/l e 100 mg Cl^-/l, a derivação padrão foi de ± 20 mg O_2/l (coeficiente de variação de 9,6%).

3.4.4. Bacteriologia – pesquisa de coliformes em água.

Inicialmente fez-se a diluição da água poluída. Mesmo sendo água altamente contaminada, as diluições foram realizadas no máximo até 10^9.

A pesquisa é efetuada mediante três testes: presuntivo, confirmativo e completo.

a) O teste presuntivo consiste na semeadura, isto é, na distribuição asséptica de porções múltiplas ou submúltiplas, decimais de 1 ml da amostra mediante uma pipeta graduada, em tubos de ensaio contendo caldo lactosado ou caldo lauril triptose, contendo tubo de fermentação de Durham (invertido).

Incubação a 35 ± 0,5°C por 24 a 48 ± 3 horas.

Se houver coliformes no volume de água inoculado, a lactose será Durham invertido. A produção de gás indica como teste presuntivo positivo.

Entretanto, muitos outros germes podem ocasionar prova de presunção positiva. Exemplo: bacilos anaeróbios gram-positivos, esporulados encontrados no solo, certos clostrídios e também a ação sinérgica de duas bactérias de espécies diferentes (cada uma delas incapaz de, por si, atacar a lactose com

produção de gás e ao estarem juntas atacam a lactose com produção de gás). Portanto, o aparecimento de gás não é prova cabal da existência de coliformes numa água, é simplesmente um teste de presunção.

b) O teste confirmativo consiste na transferência mediante uma alça de platina ou palito de madeira esterilizada com todos os cuidados de assepsia, de todos os tubos de caldo lactosado de 24 a48 horas, a 35 ± 0,5°C positivos, a tubos de ensaio contendo caldo lactosado Bile Verde Brilhante a 2% (BVB) com tubo de Durham invertido, ou a uma placa de Petri contendo Agar Eosina azul de metileno (EAM). Foi incubado a 35 ± 0,5°C durante 48 horas quando a repicagem foi para Bile Verde Brilhante. A placa de Petri com EAM é incubada a 35 ± 0,5 °C durante 24 horas.

No meio líquido a produção de gás indica uma confirmação positiva da presença do grupo coliforme.

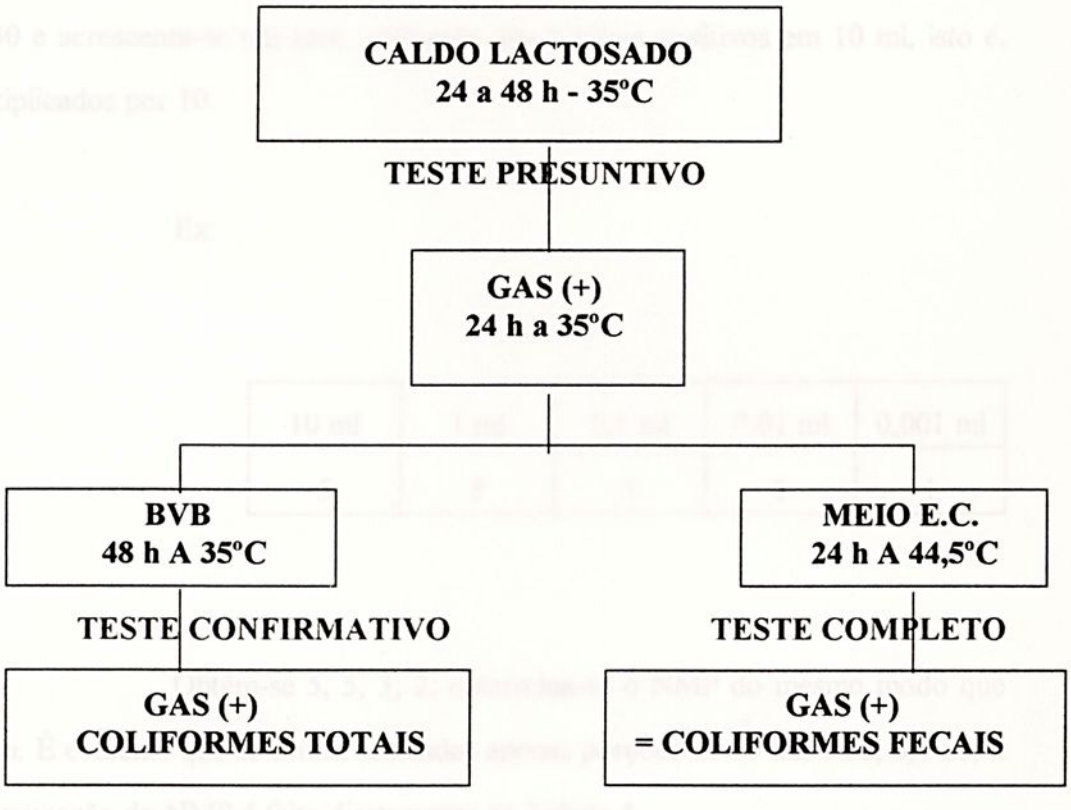
c) O teste completo consiste na passagem de colônias obtidas a partir da repicagem em placas de EAM para tubos de lactosado e de agar inclinado.

O teste para determinação de coliformes fecais, a partir dos tubos do caldo lactosado, consiste em inocular com alça de platina, ou palitos de madeira esterilizados, em meio de E.C. Incubou-se em banho-maria 44,5 ± 0,2°C (com agitação constante) durante 24 horas. A produção de gás é considerada como teste positivo para coliformes fecais, conforme o Quadro 1.

O número mais provável de coliforme é expresso como densidade de organismos por 100 ml. De acordo com a teoria estatística seria o número que, com maior probabilidade, daria a estimativa do número de bactérias em uma amostra examinada. Este número é obtido a partir de tabela, previamente construída, sendo que deverão ser consideradas as leituras das três últimas

diluições consecutivas significativas. Na primeira diluição considerada, todos os tubos, ou sua maioria, se positivos, e na última diluição considerada todos os tubos, ou sua maioria, se negativos. As tabelas apresentam além do NMP, os seus limites: inferior ou superior para 95% de confiança. Esta estimativa pode ser feita a partir dos tubos de caldo lactosado (teste presuntivo), dos tubos de caldo lactosado verde brilhante (teste confirmativo), dos tubos de caldo lactosado diferentes ao teste completo, ou dos tubos de E.C. (temperatura elevada) NMP - coliformes fecais.

Quadro 1 – TÉCNICA DOS TUBOS MÚLTIPLOS - NMP



Fonte: DAE (1999).

As tabelas apresentam número mais provável para quando se semeiam porções de 10 ml, 1 ml, 0,1 ml para determinar o NMP de coliformes/100 ml de amostra. Quando forem semeadas porções menores que 0,1 ml o procedimento é o seguinte: consideram-se as três diluições críticas, isto é, aquelas onde houve transição de tubos positivos para negativos.

Ex:

10 ml	1 ml	0,1 ml	0,01 ml
5	5	3	2

Localiza-se na tabela o resultado referente a 5 - 3 - 2, que é igual a 140 e acrescenta-se um zero, referente aos 5 tubos positivos em 10 ml, isto é, multiplicados por 10.

Ex:

10 ml	1 ml	0,1 ml	0,01 ml	0,001 ml
5	5	3	1	1

Obtêm-se 5, 5, 3, 2; determina-se o NMP do mesmo modo que acima. É evidente que se forem semeadas apenas porções de 10 ml, 1 ml, 0,1 ml, a determinação do NMP é feita diretamente na Tabela 4.

Ex: para leitura de água contaminada.

Diluições	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8
Cubos	5	5	5	4	3	0	0

No último 5, trata-se uma reta e faz-se a leitura na Tabela 4:

5 4 3 = 280

considera-se o expoente dos tubos do primeiro número e depois do cinco, que no caso é o número 4, então o expoente é 10^{-5} , logo é 10^{5}.

O total é : 280 x 10^{5} = 28.000.000

Tabela 4. Número mais prováveis (NMP) e limites de confiança de 95% para várias combinações de resultados positivos e negativos utilizando 5 porções de 10, 1 e 0,1 ml.

NÚMERO DE TUBOS COM REAÇÕES POSITIVAS			NMP	LIMITE DE CONFIANÇA DE 95%	
5 TUBOS DE 10 ml	5 TUBOS DE 1 ml	5 TUBOS DE 0,1 ml	DE 100 ml	INFERIOR	SUPERIOR
5	0	0	23	7	70
5	0	1	31	11	89
5	0	2	43	15	110
5	1	0	33	11	93
5	1	1	46	16	120
5	1	2	63	21	150
5	2	0	49	17	130
5	2	1	70	23	170
5	2	2	94	28	220
5	3	0	79	25	190
5	3	1	110	31	250
5	3	2	140	37	340
5	3	3	180	44	500
5	4	0	130	35	300
5	4	1	170	43	490
5	4	2	220	57	700
5	4	3	280	90	850
5	4	4	350	120	1000
5	5	0	240	68	750
5	5	1	350	120	1000
5	5	2	540	180	1400
5	5	3	920	300	3200
5	5	4	1600	640	5800
5	5	5	≥2400		

Fonte: DAE (1999).

3.5. Contribuição da CETESB nas análises de março de 1999.

Em contato com os dirigentes da CETESB de Bauru, em fevereiro de 1999, sobre os resultados obtidos nas análises de setembro de 1997, ficou estabelecido que os técnicos da CETESB procederiam a novas coletas e análises de alguns pontos do Rio Bauru, para que os resultados pudessem ser comparados àqueles obtidos pela autora.

Foram escolhidos intencionalmente seis pontos, considerando-se a posição dos deságües dos córregos, os quais foram coletados e analisados pela CETESB, em março de 1999, conforme a metodologia proposta pela STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTWATER OF AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1995).

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

Neste capítulo serão apresentados os principais resultados obtidos através das análises das amostras coletadas no Rio Bauru, em 29 de setembro de 1997. Para facilitar a interpretação, os resultados foram divididos em "Parâmetros Químicos" e "Análises Bacteriológicas".

4.1. PARÂMETROS QUÍMICOS.

Na Tabela 5, estão apresentadas dezenove amostras com os respectivos resultados sobre a oxidação da matéria orgânica no Rio Bauru, através

da DBO, DQO e OD.

Segundo dispõe a Lei Estadual 997/76, os Valores Máximos Permissíveis (VMP) são: OD não inferior a 4 mg/l e DBO em 5 dias a 20°C até 10 mg/l.

A amostra "A", apresentou valor de OD de 5,2 mg/l. Portanto, acima do mínimo exigido, mas uma DBO de 60 mg/l significando a presença de grande quantidade de matéria orgânica, pelos lançamentos de esgotos existentes no local. A DQO atingiu 288,9 mg/l, sendo o maior valor encontrado nas amostras e estando acima do valor da DBO, podendo indicar predominância de oxidação química neste ponto.

A amostra "B", "S" e "T" apresentaram os valores de OD e DBO dentro dos níveis exigidos. A amostra "B" com os valores de 4,1 mg/l e 9 mg/l, respectivamente, são justificados, por este ponto ser parte do Rio Bauru que não sofreu o despejo significativo de esgotos doméstico e industrial. As amostras "S" e "T" com valores de 4,9 mg/l, 7 mg/l e 4,2 mg/l, 8 mg/l, respectivamente, e pertencem aos pontos que estão a 30 km do centro da cidade de Bauru, tendo recebido as águas do Ribeirão Grande, que tem uma vazão significativa, diluindo as águas contaminadas do Rio Bauru. A DQO está com valor acima da DBO, indicando a existência de matéria com oxidação química.

A amostra "C", é o primeiro ponto coletado diretamente no Rio Bauru e recebendo as águas dos Córregos Água da Ressaca e Água da Forquilha. Observa-se que, os valores do OD de 5,4 mg/l e DBO de 8 mg/l estão dentro dos VMP indicados pela legislação, evidenciando que a mistura destas águas e certa distância no percurso do rio sem outros lançamentos, foram suficientes para melhorar a oxigenação e degradação da matéria orgânica.

Observa-se que as amostras "D", "E", "H", "N" e "P"

encontram-se com níveis de OD de 2,7 mg/l, 33 mg/l, 2,8 mg/l, 2,9 mg/l e 2,2 mg/l, respectivamente, inferiores ao mínimo exigido e DBO de 98, 21, 77, 34 e 22 mg/l, respectivamente, acima do permitido. São justificados pelos inúmeros lançamentos recebidos nestes pontos, sendo que nos pontos "N" e "P" , com a existência de prováveis lançamentos industriais, sendo notado também pelos valores de DQO.

A amostra "I", atingiu o maior valor de DBO de 194 mg/l, podendo ser justificada por ser o ponto que está na Avenida Nuno de Assis com a Avenida Nações Unidas, onde recebe cinco de seus afluentes com esgoto provavelmente doméstico e industrial, incluindo o Córrego das Flores, o qual não foi realizada amostragem, pela impossibilidade de coleta por ser totalmente canalizado.

As amostras "O" e "P" apresentaram uma DBO relativamente baixa de 21 mg/l e 22 mg/l, respectivamente, mas acima do VMP. Na análise de DQO, os resultados foram de 234,4 mg/l e 282,6 mg/l, sendo maiores que a DBO. Os valores de OD foram os menores com 0,9 mg/l e 2,2 mg/l respectivamente. Estes pontos pertencem ao Córrego Água Comprida e o Rio Bauru a 100 metros após o deságüe deste córrego, que passa dentro do Distrito Industrial I de Bauru, com lançamentos de esgotos considerados na sua maior parte como industrial.

Observa-se que as amostras "G", "M" e "Q" não apresentam resultados de DBO, pois são amostras que provavelmente continham tóxicos orgânicos ou inorgânicos, eliminando ou inibindo a ação bacteriana, consequentemente baixando ou zerando os valores de DBO, tornando essas determinações nulas.

Tabela 5. Resultados dos parâmetros químicos das amostras da água do Rio Bauru, realizada em setembro/97.

AMOSTRA	*DBO_5 (mg/l)*	*DQO (mg/l)*	*OD (mg/l)*
A	60	288,9	5,2
B	9	95,5	4,1
C	8	63,0	5,4
D	98	246,4	2,7
E	21	70,9	3,3
F	36	196,8	4,1
G	**	259,1	4,2
H	77	254,4	2,8
I	194	259,1	4,2
J	11	180,6	7,1
L	80	235,9	6,4
M	**	90,0	6,1
N	34	195,4	2,9
O	21	234,4	0,9
P	22	282,6	2,2
Q	**	282,6	4,1
R	31	96,9	6,1
S	7	40,2	4,9
T	8	100,6	4,2

**** Provavelmente lançamento industrial.**

Conforme observa-se na Tabela 6, são apresentadas seis amostras, com os respectivos resultados de oxidação de matéria orgânica das águas do Rio Bauru, sendo que foram coletadas e processadas pela equipe da CETESB, em março de 1999. Comparando-se algumas amostras com a

determinação de setembro de 1997, verifica-se que o ponto "E", apresentou um aumento significativo de DBO e DQO, de, respectivamente 21 mg/l e 70,9 mg/l, para 72 mg/l e 217 mg/l, em março de 1999. O mesmo fenômeno foi observado no ponto "G", em que a DQO passou de 259,1 mg/l, para 309 mg/l em 1999. É relevante destacar que na análise de OD, esses pontos apresentaram 0 (zero), em 1999, sendo que os efeitos podem ser justificados pelo que ocorreu no início deste ano de 1999, com as fortes chuvas provocando uma grande erosão num dos loteamentos existentes próximo ao Córrego Água do Sobrado, assoriando o trecho entre parte do Rio Bauru até o deságüe com o Córrego da Grama.

As amostras "I", "L" e "R", apresentaram valor de zero de OD fora dos VMP pela legislação e diminuição da DBO, mas permanecendo fora dos níveis exigidos.

Tabela 6. Resultados das análises químicas das amostras da água do Rio Bauru, feita pela CETESB em março/99.

AMOSTRA	*DBO_5 (mg/l)*	*DQO (mg/l)*	*OD (mg/l)*
E	72	217	0,0
G	131	309	0,0
I	104	199	0,0
L	63	194	0,0
P	102	194	0,0
R	20	64	1,0

4.2. ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS.

Conforme observa-se na Tabela 7, são apresentadas as dezenove amostras com os respectivos resultados sobre a contaminação das águas com coliformes totais e fecais.

Segundo dispõe a Lei Estadual 997/76, os valores máximos permissíveis de contaminação é de $2,0 \times 10^4$ referente a coliformes totais (NMP/100ml) e $4,0 \times 10^3$ (NMP/100ml) coliformes fecais.

A amostra que apresentou a menor contaminação de coliformes totais é a "B", com $1,4 \times 10^3$, com o significado de 1.400 NMP/100ml. Observa-se que esse valor ficou abaixo dos 20.000 NMP/100ml, determinados pela legislação. Esse é um dos pontos, dentre as amostras, que atende as exigências legais para coliformes totais. A justificativa mais provável é de que essa amostra representa uma parte do Rio Bauru que ainda não sofreu o despejo significativo de esgoto doméstico e industrial. O local dessa amostra é o Córrego Água da Ressaca, no ponto em que a Avenida Comendador José da Silva Martha é paralelo à linha férrea e dista uns 200 metros antes de se encontrar com o Córrego Água da Forquilha.

A amostra "J", apresenta o nível de contaminação de 5.400 NMP/100ml, considerado como faixa de baixa infestação, uma vez que a amostra foi retirada do Córrego Barreirinho, no ponto em que corta a Avenida Nuno de Assis, na direção do Núcleo Mary Dotta e distante 50 metros a montante do Rio Bauru. Observações empíricas realizadas no local revelam que essas águas não estão tão contaminadas pelo limitado número de lançamentos de esgotos nesse trecho. Comparando-se essa amostra com o ponto "L" seguinte, verifica-se um

expressivo valor de contaminação, alcançando 280.000 NMP/100ml. Esse ponto refere-se a amostra no próprio Rio Bauru, a 100 metros abaixo do Córrego Barreirinho. Esse nível de contaminação é justificado pelo fato do Rio Bauru estar trazendo um acúmulo de lançamentos de esgotos.

Os pontos de coleta referentes as amostras "S" e "T", apresentam respectivamente 5.400 e 2.800 NMP/100ml, que atendem os valores máximos permissíveis, e são justificados com baixo índice de contaminação por estarem localizados aproximadamente 30 km do centro da cidade de Bauru, tendo recebido as águas do Ribeirão Grande, que tem uma vazão significativa, diluindo as águas contaminadas do Rio Bauru.

Verifica-se que a amostra "R", atingiu um valor de 23.000 NMP/100ml estando muito próximo do limite máximo permitido, provavelmente porque neste local o Rio Bauru já está a alguns quilômetros da área urbana, não recebendo despejos neste ponto, sendo protegido e apresentando mata ciliar, profundidade maior do que a encontrada em todo o restante de seu curso até este ponto e consequentemente com maior volume de água.

Na amostra "H", encontrou-se o maior índice de contaminação com 16.000.000.000 NMP/100ml, pois esse local pertence ao Córrego Água do Castelo que recebe lançamentos de esgotos de diversos bairros da cidade de Bauru.

Na determinação de coliformes fecais, as amostras "R", "S" e "T", localizados fora da área urbana de Bauru, apresentaram os menores níveis de contaminação com 300.000 NMP/100ml, sendo ainda elevado diante do valor máximo permissível pela legislação que é de 4.000 NMP/100ml.

As amostras "B", "D", "E" e "G", atingiram os valores de 5.000.000 NMP/100ml, as amostras "A", "C", "F", "H", "I", os valores de

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

50.000.000 NMP/100ml, as amostras "J", "L", "M", "N", "O", 30.000.000 NMP/100ml e as amostras "P" e "Q" 240.000.000 NMP/100ml, justificando os inúmeros despejos de esgotos domésticos existentes nos córregos e curso do Rio Bauru.

Tabela 7 . Resultados das análises bacteriológicas das amostras da água do Rio Bauru, realizada em setembro/97 .

AMOSTRA	*COLIFORMES TOTAIS NMP/100 ml*	*COLIFORMES FECAIS NMP/100 ml*
A	$2,8 \times 10^6$	$5,0 \times 10^7$
B	$1,4 \times 10^3$	$5,0 \times 10^6$
C	$1,1 \times 10^7$	$5,0 \times 10^7$
D	$3,5 \times 10^7$	$5,0 \times 10^6$
E	$2,8 \times 10^8$	$5,0 \times 10^6$
F	$1,1 \times 10^7$	$5,0 \times 10^7$
G	$1,6 \times 10^9$	$5,0 \times 10^6$
H	$1,6 \times 10^{10}$	$5,0 \times 10^7$
I	$1,6 \times 10^7$	$5,0 \times 10^7$
J	$5,4 \times 10^3$	$3,0 \times 10^7$
L	$2,8 \times 10^5$	$3,0 \times 10^7$
M	$1,6 \times 10^7$	$3,0 \times 10^7$
N	$1,6 \times 10^6$	$3,0 \times 10^7$
O	$3,5 \times 10^8$	$3,0 \times 10^7$
P	$5,4 \times 10^8$	$2,4 \times 10^7$
Q	$9,2 \times 10^5$	$2,4 \times 10^7$
R	$2,3 \times 10^4$	$3,0 \times 10^5$
S	$5,4 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5$
T	$2,8 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5$

Conforme observa-se na Tabela 8, são apresentadas seis amostras do Rio Bauru, com os respectivos resultados de contaminação das águas por coliformes totais e fecais, sendo que foram coletadas e processadas pela equipe da CETESB, em março de 1999, onde pode-se comparar com a primeira coleta feita em setembro de 1997.

As amostras "E" e "P", atingiram níveis menores de coliformes totais que na primeira coleta, ou seja, 280.000.000 e 540.000.000 NMP/100ml respectivamente, encontrou-se na segunda coleta, os valores de 160.000.000 NMP/100ml e 500.000.000 NMP/100ml, mas representam grande contaminação. Os índices de coliformes fecais apresentaram os mesmos valores de 5.000.000 NMP/100ml e 24.000.000 NMP/100ml.

Tabela 8 . Resultados das análises bacteriológicas das amostras da água do Rio Bauru, feita pela CETESB em março/99.

AMOSTRA	*COLIFORMES TOTAIS NMP/100 ml*	*COLIFORMES FECAIS NMP/100 ml*
E	$1,6 \times 10^7$	$5,0 \times 10^6$
G	$9,0 \times 10^7$	$5,0 \times 10^7$
I	$1,6 \times 10^8$	$5,0 \times 10^7$
L	$5,0 \times 10^7$	$3,0 \times 10^7$
P	$5,0 \times 10^7$	$2,4 \times 10^7$
R	$9,0 \times 10^6$	$3,0 \times 10^5$

Observa-se que as amostras "I", "L" e "R" apresentaram valores superiores aos da primeira coleta, sendo de 16.000.000, 280.000 e 23.000

NMP/100ml para 160.000.000, 50.000.000 e 9.000.000 NMP/100ml respectivamente. Este expressivo aumento pode ser justificado face ao aumento populacional, dos vários loteamentos ou núcleos habitacionais que foram construídos nesses últimos dois anos e que lançam os seus esgotos nestes pontos do Rio Bauru.

V. CONCLUSÕES.

Conforme a metodologia, critérios, procedimentos e demais indicadores adotados neste trabalho, conclui-se:

1) As análises de DBO, DQO, OD e contaminação bacteriológica mostraram resultados, na sua grande maioria, acima dos Valores Máximos Permissíveis como dispõe a Lei Estadual 997/76.
2) Ficou confirmado que o Rio Bauru pertence à Classe 4 do seu início até a confluência com o Ribeirão Grande e à Classe 3 da confluência do Ribeirão Grande até a confluência com o Rio Tietê no município de Pederneiras.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ABNT - Elaboração de projetos hidráulicos - sanitários de sistemas de tratamento de esgotos sanitários. Rio de Janeiro, R. J., 1975.

AGUDO, E.G. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. CETESB, 1ª ed., São Paulo, S.P., 1988.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 18ªd., Washington, 1995.

BRANCO, S.M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. CETESB, 3ª ed., São Paulo, S.P., 1986.

BRASIL, **Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente**. Diário Oficial da União, Brasília, 1986.

BRASIL. Lei Estadual nº3068, de 14 de julho, São Paulo. **Revista DAE**, 16(26):94, São Paulo, 1955.

BRASIL. **Lei nº 997**, de 31 de maio de 1976, "dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente" .

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. FUNEP, Jaboticabal, S.P., 1992.

CETESB,

COULSON & FORBES. **The law of waters and land draiwage**, 6th. ed., Sweet & Maxwell Ltda., EUA, 1952.

DACACH, N.G. **Tratamento primário de esgoto.** Ed. Didática e Científica, Rio de Janeiro, R. J., 1991.

GHERARDI-GOLDSTEIN, E., BERTOLETTI, E. E ZAGATTO, P.A. **Procedimento para utilização de testes de toxicidade no controle de efluentes líquidos.** CETESB, São Paulo, S.P., 1990.

HAMMER, M.J. **Sistemas de abastecimento de água e esgotos.** Ed. Livros Técnicos e Científicos , Rio de Janeiro, R.J., 1979.

HAWKES, H.A. Biological aspects of river pollution. In: **Aspects of river pollution, by L. Klein**: 191 - 215. Butterworths Scientific Publications, Inglaterra, 1957.

HYNES, H.B.N. **The biology of polluted waters**. Liverpool University Press, 1960.

IMHOFF, Karl. **Manual de tratamento de águas residuárias.** Ed. Edgard Blücher, São Paulo, S.P., 1966.

KLEEREKOPPER, H. **Introdução ao estudo da Limnologia**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1944.

KLEIN, L. **Aspects of river pollution**. Butter Worths Scientific Publication, Inglaterra, 1957.

Legislação básica: poluição ambiental estadual e federal. São Paulo, S.P., 75p., 1982.

LEME, F.P. **Engenharia do saneamento ambiental.** Ed. Livros Técnicos e Científicos, 2ª ed., Rio de Janeiro, R. J., 1984.

PESSOA, C.A., JORDÃO, E.P. **Tratamento de esgotos domésticos. Concepções clássicas de tratamento de esgotos**. Vol. I, 2ª ed., ABES. Rio de Janeiro, 1982.

Plano Regional de Bauru, Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Interior - Coordenadoria de Ação Regional, 1981.

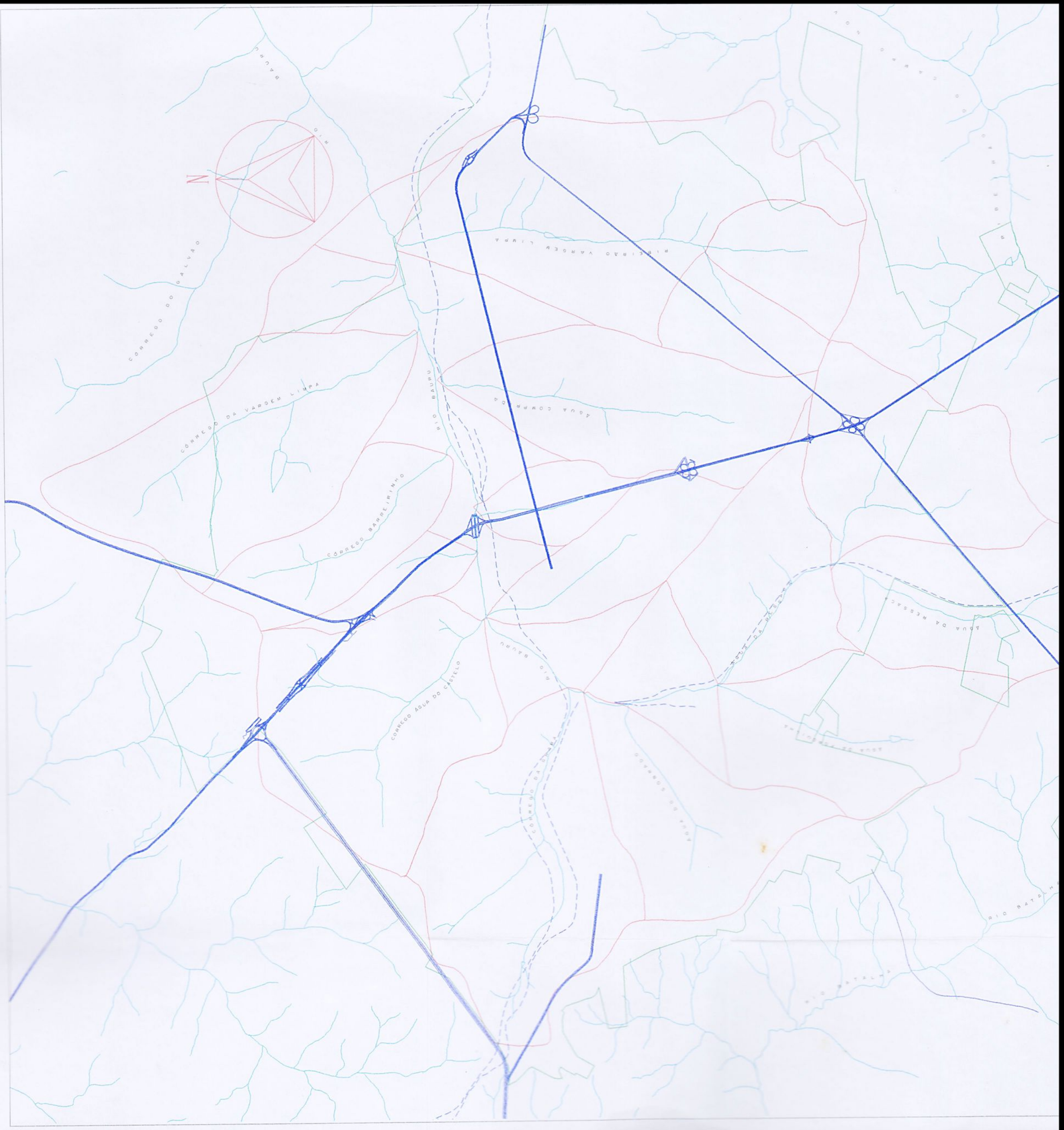
RUTTNER, F. **Fundamentals of Limnology**. Canadá, University of Toronto Press, 1950.

TAUK-TORNIELO, S.M. **Análise ambiental: estratégias e ações**. UNESP, Rio Claro, São Paulo, S.P., 1995.

UEHARA, M.Y.& VIDAL, W.L. **Operação e manutenção de lagoas anaeróbias e facultativas**. São Paulo: CETESB, 1989. 91p. série manuais, Secretaria do Meio Ambiente.

ANEXOS

ANEXO A


N
CORREGO DO GALVÃO
CÓRREGO DA VARGEM LIMPA
CÓRREGO BARREIRINHO
CORREGO ÁGUA DO CASTELO
RIBEIRÃO VARGEM LIMPA
RIO BAURU
ÁGUA COMPRIDA
ÁGUA DA PESSEGA
RIO BATALHA



§ 1º Desde que não seja afetado o bom funcionamento dos elementos do sistema de esgotos, a entidade responsável pela sua operação poderá, em casos específicos, admitir a alteração dos valores fixados nos incisos IV e VIII, deste artigo, devendo comunicar tal fato à CETESB.

§ 2º Se a concentração de qualquer elemento ou substância puder atingir valores prejudiciais ao bom funcionamento do sistema, à entidade responsável por sua operação será facultado, em casos específicos, reduzir os limites fixados nos incisos IV e VIII deste artigo, bem como estabelecer concentrações máximas de outras substâncias potencialmente prejudiciais, devendo comunicar tal fato à CETESB.

§ 3º Se o lançamento dos efluentes se der em sistema público de esgotos, desprovido de tratamento com capacidade e de tipos adequados, serão aplicáveis os padrões de emissão previstos no artigo 18 e nos incisos V, VI, VIII, alíneas «j» e «l» e X, deste artigo, e, ainda, nas normas decorrentes deste Regulamento.

§ 4º Para efeito de aplicação do disposto neste artigo, considera-se o sistema público de esgotos provido de tratamento com capacidade e de tipo adequados quando, a critério da CETESB, tal tratamento atender às finalidades pretendidas, ou existir plano e cronograma de obras já aprovados pelo Governo Federal ou Estadual.

(1) Art. 19-B. Os efluentes líquidos, excetuados os de origem sanitária, lançados nos sistemas públicos de coleta de esgotos, estão sujeitos a pré-tratamento que os enquadre nos padrões estabelecidos no artigo 19-A deste Regulamento.

Parágrafo único. O lodo proveniente de sistemas de tratamento das fontes de poluição industrial, bem como o material proveniente da limpeza de fossas sépticas, poderá, a critério e mediante autorização expressa da entidade responsável pela operação do sistema, ser recebido pelo sistema público de esgotos, proibida sua disposição em galerias de águas pluviais ou em corpos de água.

(1) Art. 19-C. Os efluentes líquidos provenientes de indústrias deverão ser coletados separadamente, através de sistemas próprios independentes, conforme sua origem e natureza, assim destinados:

I — à coleta e disposição final de águas pluviais;

II — à coleta de despejos sanitários e industriais, conjunta ou separadamente, e

III — às águas de refrigeração.

§ 1º Os despejos referidos no inciso II deste artigo, deverão ser lançados à rede pública através de ligação única, cabendo à entidade responsável pelo sistema público admitir, em casos excepcionais, o recebimento dos efluentes por mais de uma ligação.

§ 2º A incorporação de águas de refrigeração dos despejos industriais só poderá ser feita mediante autorização expressa da entidade responsável pelo sistema público de esgotos, após verificação da possibilidade técnica do recebimento daquelas águas e o estabelecimento das condições para tal, vedada a utilização de água de qualquer origem com a finalidade de diluir efluentes líquidos industriais.

(1) — Art. 19-D. O lançamento de efuentes em sistemas públicos de esgoto será sempre feito por gravidade e, se houver necessidade de recalque, os efluentes deverão ser lançados em caixa de quebra-pressão , da qual partirão por gravidade para a rede coletora.

(1) — Art. 19-E. O lançamento de despejos industriais à rede pública de esgoto será provido de dispositivos de amostragem e/ou medição na forma estabelecida em normas editadas pela entidade responsável pelo sistema.

(1) Art. 19-F. Para efeito de aplicação das sanções cabíveis, as entidades responsáveis pelos sistemas públicos de esgotos comunicarão à CETESB as infrações constatadas, no tocante ao lançamento de despejos em suas respectivas redes em desconformidade com o estatuído neste Regulamento.»

(1) Acrescentado pelo Decreto nº 15.425, de 23.07.80

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

ANEXO B

b) Rio Jundiaí e todos os seus afluentes até a barragem prevista do Reservatório do Jundiaí, no Município de Moji das Cruzes;

c) Rio Paraitinga e todos os seus afluentes até a barragem do Reservatório Paraitinga I, no Município de Salesópolis;

d) Rio Taiaçupeba e todos os seus afluentes até a barragem do Reservatório do Taiaçupeba, na divisa dos Municípios de Suzano e Moji das Cruzes;

e) Rio Tietê e todos os seus afluentes até a barragem de Ponte Nova, na divisa dos Municípios de Salesópolis e Biritiba-Mirim.

1.11 — **Da Bacia do Rio Tietê — Alto Zona Metropolitana:**

a) Reservatório do Cabuçu e todos os seus afluentes no Rio Cabuçu de Cima até a barragem, no Município de Guarulhos;

b) Reservatórios da Cantareira e todos os seus afluentes no Rio Cabuçu de Baixo até as barragens, no Município de São Paulo;

c) Reservatório do Engordador e todos os seus afluentes até a barragem, no Município de São Paulo;

d) Reservatório do Tanque Grande e todos os seus afluentes até a barragem, no Município de Guarulhos;

e) Rio Juqueri e todos os seus afluentes até a barragem da SABESP — Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, no Município de Franco da Rocha.

1.12 — **Das Reservas Florestais:**

Todos os cursos d'água cujas nascentes situam-se dentro de áreas destinadas a Reservas Florestais do Estado, nos trechos de seus cursos, nelas compreendidos.

2. **Corpos de Água Pertencentes à Classe 2**

Pertencem à Classe 2 todos os corpos d'água, exceto os alhures classificados.

3. **Corpos de Água Pertencentes à Classe 3**

Pertencem à Classe 3 os seguintes corpos d'água, excluídos os respectivos afluentes e fornecedores, salvo quando expressamente indicados nas alíneas.

3.1 — **Da Bacia do Rio Aguapeí:**

a) Córrego da Figueira até a confluência com o Córrego do Fundão, no Município de Valparaíso;

b) Córrego Ipiranga até a confluência com o Córrego Ipiranguinha, no Município de Vera Cruz;

c) Córrego Lajeado ou Aguapeí-Mirim desde sua confluência com o Córrego Boa Esperança até a confluência com o Rio Aguapeí, na divisa dos Municípios de Lucélia e Adamantina;

d) Córrego Pacaembu até a confluência com o Ribeirão da Iracema, no Município de Pacaembu;

e) Ribeirão Claro até a confluência com o Córrego da Saudade, no Município de Mirandópolis;

f) Ribeirão Iacri desde a confluência com o Córrego Afonso XIII até a confluência com o Rio Aguapeí, no Município de Tupã;

g) Ribeirão Tibiriçá desde a confluência com o Ribeirão Cincinatina até a confluência com o Ribeirão Pádua Sales, no Município de Marília;

h) Ribeirão Tibiriçá até a confluência com o Ribeirão Ipiranga, no Município de Marília.

3.2 — **Da Bacia da Baixada Santista:**

Rio Cubatão desde o ponto de captação de água para abastecimento até a foz, no Município de Cubatão.

3.3 — **Da Bacia do Rio Cotia:**

Rio Cotia e todos os seus afluentes desde a Barragem das Graças, no Município de Cotia, até a Barragem de Isolina, na divisa dos Municípios de Barueri e Carapicuíba.

3.4 — **Da Bacia do Rio Grande — Vertente Parcial:**

a) Córrego Pedregulho até a confluência com o Ribeirão Bom Jesus, no Município de Pedregulho;

b) Ribeirão Marinheiro desde a confluência com o Córrego Macaúba até a confluência com o Ribeirão Barra das Pedras, na divisa dos Municípios de Votuporanga e Pedranópolis;

c) Ribeirão Santa Rita desde a confluência com o Córrego Macaco até a confluência com o Córrego do Desengano, na divisa dos Municípios de Guarani d'Oeste e Turmalina.

3.5 — **Da Bacia do Rio Moji-Guaçu:**

a) Córrego Constantino até a confluência com o Ribeirão do Meio, no Município de Leme;

b) Córrego Rico desde a confluência com o Ribeirão Jabuticabal ou Cerradinho até a confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Jabuticabal;

c) Rio das Araras até a confluência com o Córrego Água Branca, no Município de Araras;

d) Ribeirão do Cruzeiro desde a confluência com o Córrego Xavier até a confluência com o Ribeirão das Anhumas, no Município de Américo Brasiliense;

3.19 — **Da Bacia do Médio Tietê Inferior:**

a) Ribeirão Grande desde a confluência com o Rio Campo Novo até a confluência com o Rio Bauru, no Município de Pederneiras;

b) Ribeirão Paraíso desde a confluência com o Córrego Santo Antônio até a confluência com o Rio Lençóis, no Município de São Manoel;

c) Ribeirão dos Porcos desde a confluência com o Córrego Santa Maria até a confluência com o Rio Tietê, na divisa dos Municípios de Ibitinga e Borborema;

d) Rio Bauru desde a confluência com o Ribeirão Grande até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Pederneiras;

e) Rio Chibarro até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Araraquara;

f) Rio Jaú desde a confluência com o Ribeirão Pouso Alegre até o Rio Tietê, no Município de Jaú;

g) Rio Jacaré-Guaçu desde a confluência com o Rio Monjolinho até sua foz na Represa de Ibitinga, no Município de Ibitinga;

h) Rio Jacaré-Pepira desde a confluência com o Ribeirão do Dourado até sua foz na Represa de Ibitinga, na divisa dos Municípios de Itaju e Ibitinga;

i) Rio Lençóis a jusante da captação de água de abastecimento para Lençóis Paulista até a confluência com o Rio Tietê, na divisa dos Municípios de Igaraçu do Tietê e Barra Bonita;

j) Rio São Lourenço desde a confluência com o Córrego Cascavel até a confluência com o Rio dos Porcos, na divisa dos Municípios de Ibitinga e Itápolis.

3.20 — **Da Bacia do Médio Tietê Superior:**

a) Ribeirão do Marmeleiro até a confluência com o Rio Aracaí, no Município de São Roque;

b) Rio Carambeí a jusante da captação de água de abastecimento para São Roque até a confluência com o Ribeirão do Marmeleiro, no Município de São Roque.

3.21 — **Da Bacia do Turvo:**

a) Córrego da Lagoa até a confluência com o Ribeirão da Onça, no Município de Cândido Rodrigues;

b) Córrego Mata Negra a jusante da captação de água de abastecimento para Nova Granada até a confluência com o Rio Turvo, no Município de Nova Granada;

c) Ribeirão Grande desde a confluência com o Córrego da Colônia Nova até a confluência com o Rio São Domingos, no Município de Uchoa;

d) Ribeirão Jataí desde a confluência com o Córrego da Goiaba até a confluência com o Córrego Peroba, no Município de Tanabi;

e) Ribeirão da Onça até o ponto da divisa da 6ª com a 8ª Região Administrativa do Estado de São Paulo;

f) Ribeirão São Domingos desde a confluência com o Ribeirão Grande até a confluência com o Rio Turvo na divisa dos Municípios de Uchoa e Tabapuã;

g) Rio Preto desde a confluência com o Ribeirão Barra Grande até a confluência com o Ribeirão Cachoeira, no Município de Tanabi;

h) Rio Turvo desde a confluência com o Córrego da Divisa até a confluência com o Córrego da Água Limpa, no Município de Bebedouro.

4. **Corpos de Água Pertencentes à Classe 4**

Pertencem à Classe 4 os seguintes corpos d'água, excluídos os respectivos afluentes e formadores, salvo quando expressamente indicados nas alíneas.

4.1 — **Da Bacia do Rio Aguapeí:**

a) Córrego Afonso XIII, afluente do Ribeirão Iacri, no Município de Tupã;

b) Córrego Boa Esperança, afluente do Córrego Lajeado ou Aguapeí-Mirim, na divisa dos Municípios de Lucélia e Adamantina;

c) Córrego Palmital, afluente do Ribeirão Cincinatina, no Município de Marília;

d) Ribeirão Cincinatina, afluente do Ribeirão Tibiriçá, a partir de sua confluência com o Córrego Palmital, no Município de Marília.

4.2 — **Da Bacia do Rio Capivari:**

Ribeirão do Piçarrão, no Município de Campinas.

4.3 — **Da Bacia do Rio Grande — Vertente Parcial:**

a) Córrego da Aldeia até a confluência com o Córrego das Pedras, no Município de Fernandópolis;

b) Córrego Boa Vista, afluente do Córrego Marinheirinho, no Município de Votuporanga;

c) Córrego Marinheirinho desde sua confluência com o Córrego Barro Preto até a confluência com o Ribeirão Marinheiro, no Município de Votuporanga;

d) Córrego Rodrigues até sua confluência com o Córrego Pedregulho, no Município de Pedregulho;

e) Córrego Santa Rita até sua confluência com o Rio Grande, no Município de Igarapava;

f) Ribeirão Marinheiro até sua confluência com o Córrego Macaúba, na divisa dos Municípios de Votuporanga e Pedranópolis;

4.17 — **Da Bacia do Rio Tietê — Alto (Zona Metropolitana):**

a) Canal de Pinheiros e todos os seus afluentes, no Município de São Paulo;

b) Rio Itaquera e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Tietê, no Município de São Paulo;

c) Rio Juqueri e todos os seus afluentes, com exceção do Rio Juqueri-Mirim, no seu trecho integrante do Reservatório de Pirapora, nos Municípios de Santana de Parnaíba e Pirapora do Bom Jesus;

d) Rio Tamanduateí e todos os seus afluentes, com exceção do Rio Guarará, até a confluência com o Rio Tietê, no Município de São Paulo;

e) Rio Tietê e todos os seus afluentes desde a confluência com o Rio Itaquera até a Barragem de Pirapora, no Município de Pirapora do Bom Jesus, com exceção dos trechos de afluentes já classificados.

4.18 — **Da Bacia do Baixo Tietê:**

a) Córrego dos Patinhos até a confluência com o Ribeirão dos Patos, no Município de Promissão;

b) Ribeirão Baguaçu desde a confluência com o Córrego Machadinho até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Araçatuba;

c) Ribeirão dos Patos a jusante da captação de água para Promissão até a confluência com o Ribeirão Barra Mansa, no Município de Promissão.

4.19 — **Da Bacia do Médio Tietê Inferior:**

a) Córrego do Brejão desde a confluência com o Córrego da Baixada até a confluência com o Córrego do Viradouro, no Município de Itápolis;

b) Córrego do Gregório até a confluência com o Rio Monjolinho, no Município de São Carlos;

c) Córrego da Paixão até a confluência com o Ribeirão da Dobrada, no Município de Dobrada;

d) Córrego Santo Antônio até a confluência com o Ribeirão Paraíso, no Município de São Manoel;

e) Córrego São Joaquim desde a confluência com o Córrego da Água Quente até a confluência com a Represa de Ibitinga, no Município de Ibitinga;

f) Córrego do Viradouro desde a confluência com o Córrego das Areias até a confluência com o Rio São Lourenço, no Município de Itápolis;

g) Ribeirão dos Agudos até a confluência com o Ribeirão Grande, no Município de Agudos;

h) Ribeirão Bonito a jusante da captação de água e abastecimento de Ribeirão Bonito até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Ribeirão Bonito;

i) Ribeirão Campestre desde a confluência com o Córrego Barbosa até a confluência com o Rio Dourado, no Município de Guaiçara;

j) Ribeirão das Cruzes a jusante da captação de água de abastecimento para Araraquara até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Araraquara;

k) Ribeirão da Dobrada até a confluência com o Ribeirão dos Porcos, no Município de Taquaritinga;

l) Ribeirão do Dourado até a confluência com o Rio Jacaré-Pepira, no Município de Dourado;

m) Ribeirão Grande desde a confluência com o Ribeirão dos Agudos até a confluência com o Rio Campo Novo, no Município de Agudos;

n) Ribeirão do Ouro até a confluência com o Rio Chibarro, no Município de Araraquara;

o) Ribeirão Pederneiras desde a confluência com o Córrego Paciência até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Pederneiras;

p) Ribeirão dos Porcos até a confluência com o Córrego Santa Maria, no Município de Taquaritinga;

q) Ribeirão São João desde a confluência com o Córrego do Monjolo até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Ibitinga;

r) Ribeirãozinho até a confluência com o Ribeirão dos Porcos, no Município de Taquaritinga;

s) Rio Bauru até a confluência com o Ribeirão Grande, no Município de Pederneiras;

t) Rio Boa Esperança desde a confluência com o Córrego da Limeira até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Boa Esperança do Sul;

u) Rio Itaqueré desde a confluência com o Córrego Nova Europa até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, na divisa dos Municípios de Tabatinga e Nova Europa;

v) Rio Jaú desde a confluência com o Córrego do Pires até a confluência com o Ribeirão Pouso Alegre, no Município de Jaú;

ANEXO C

DECRETO N. 8.468 — DE 8 DE SETEMBRO DE 1976

Aprova o Regulamento da Lei n. 997 (*), de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio-ambiente

Paulo Egydio Martins, Governador do Estado de São Paulo, no uso de suas atribuições legais, decreta:

Art. 1º Fica aprovado o Regulamento, anexo ao presente Decreto, da Lei n. 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio-ambiente.

Art. 2º Este Decreto entrará em vigor na data de sua publicação.

Paulo Egydio Martins — Governador do Estado.

ANEXO A QUE SE REFERE O DECRETO N. 8.468, DE 8 DE SETEMBRO DE 1976

REGULAMENTO DA LEI N. 997, DE 31 DE MAIO DE 1976, QUE DISPÕE SOBRE A PREVENÇÃO E O CONTROLE DA POLUIÇÃO DO MEIO-AMBIENTE

TÍTULO I

Da Proteção do Meio-Ambiente

CAPÍTULO I

Das Disposições Preliminares

Art. 1º O sistema de prevenção e controle da poluição do meio-ambiente passa a ser regido na forma prevista neste Regulamento.

Art. 2º Fica proibido o lançamento ou a liberação de poluentes nas águas, no ar ou no solo.

Art. 3º Considera-se poluente toda e qualquer forma de matéria ou energia lançada ou liberada nas águas, no ar ou no solo:

I — com intensidade, em quantidade e de concentração, em desacordo com os padrões de emissão estabelecidos neste Regulamento e normas dele decorrentes;

II — com características e condições de lançamento ou liberação, em desacordo com os padrões de condicionamento e projeto estabelecidos nas mesmas prescrições;

III — por fontes de poluição com características de localização e utilização em desacordo com os referidos padrões de condicionamento e projeto;

IV — com intensidade, em quantidade e de concentração ou com características que, direta ou indiretamente, tornem ou possam tornar ultrapassáveis os padrões de qualidade do meio-ambiente estabelecidos neste Regulamento e normas dele decorrentes;

V — que, independentemente de estarem enquadrados nos incisos anteriores, tornem ou possam tornar as águas, o ar ou o solo impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde; inconvenientes ao bem-estar público; danosos aos materiais, à fauna e à flora; prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade, bem como às atividades normais da comunidade.

Art. 4º São consideradas fontes de poluição todas e quaisquer atividades, processos, operações ou dispositivos, móveis ou não que, independentemente de seu campo de aplicação, induzam, produzam ou possam produzir a poluição do meio-ambiente, tais como: estabelecimentos industriais, agropecuários e comerciais, veículos automotores e correlatos, equipamentos e maquinarias, e queima de material ao ar livre.

CAPITULO II
Da Competência

Art. 5º Compete à Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Defesa do Meio-Ambiente — CETESB, na qualidade de órgão delegado do Governo do Estado de São Paulo, a aplicação da Lei n. 997, de 31 de maio de 1976, deste Regulamento e das normas dele decorrentes.

Art. 6º No exercício da competência prevista no artigo anterior, incluem-se entre as atribuições da CETESB, para controle e preservação do meio-ambiente:

I — estabelecer e executar planos e programas de atividades de prevenção e controle da poluição;

II — efetuar levantamentos, organizar e manter o cadastramento de fontes de poluição;

III — programar e realizar coleta de amostras, exames de laboratórios e análises de resultados, necessários à avaliação da qualidade do referido meio;

IV — elaborar normas, especificações e instruções técnicas relativas ao controle da poluição;

V — avaliar o desempenho de equipamentos e processos, destinados aos fins deste artigo;

VI — autorizar a instalação, construção, ampliação, bem como a operação ou funcionamento das fontes de poluição definidas neste Regulamento;

VII — estudar e propor aos Municípios, em colaboração com os órgãos competentes do Estado, as normas a serem observadas ou introduzidas nos Planos-Diretores urbanos e regionais, no interesse do controle da poluição e da preservação do mencionado meio;

VIII — fiscalizar as emissões de poluentes feitas por entidades públicas e particulares;

IX — efetuar inspeções em estabelecimentos, instalações e sistemas que causem ou possam causar a emissão de poluentes;

X — efetuar exames em águas receptoras, efluentes e resíduos;

XI — solicitar a colaboração de outras entidades, públicas ou particulares, para a obtenção de informações sobre ocorrências relativas à poluição do referido meio;

XII — fixar, quando for o caso, condições a serem observadas pelos efluentes a serem lançados nas redes de esgotos;

XIII — exercer a fiscalização e aplicar as penalidades previstas neste Regulamento;

XIV — quantificar as cargas poluidoras e fixar os limites das cargas permissíveis por fontes, nos casos de vários e diferentes lançamentos e emissões em um mesmo corpo receptor ou em uma mesma região;

XV — analisar e aprovar planos e programas de tratamento e disposição de esgotos.

TITULO II
Da Poluição das Águas

CAPITULO I
Da Classificação das Águas

Art. 7º As águas interiores situadas no território do Estado, para os efeitos deste Regulamento, serão classificadas segundo os seguintes usos preponderantes:

I — **Classe 1: águas destinadas ao abastecimento doméstico, sem tratamento prévio ou com simples desinfecção;**

II — **Classe 2: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho);**

III — **Classe 3: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à preservação de peixes em geral e de outros elementos da fauna e da flora e à dessedentação de animais;**

IV — **Classe 4: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento avançado, ou à navegação, à harmonia paisagística, ao abastecimento industrial, à irrigação e a usos menos exigentes.**

§ 1º Não há impedimento no aproveitamento de águas de melhor qualidade em usos menos exigentes, desde que tais usos não prejudiquem a qualidade estabelecida para essas águas.

§ 2º A classificação de que trata o presente artigo poderá abranger parte ou totalidade da coleção de água, devendo o decreto que efetuar o enquadramento definir os pontos-limites.

Art. 8º O enquadramento de um corpo de água, em qualquer classe, não levará em conta a existência eventual de parâmetros fora dos limites previstos para a classe referida devido a condições naturais.

Art. 9º Não serão objeto de enquadramento nas classes deste Regulamento os corpos de água projetados para tratamento e transporte de águas residuárias.

Parágrafo único. Os projetos de que trata este artigo deverão ser submetidos à aprovação da CETESB, que definirá também a qualidade do efluente.

CAPITULO II
Dos Padrões

SEÇÃO I
Dos Padrões de Qualidade

Art. 10. Nas águas de Classe 1 não serão tolerados lançamentos de efluentes, mesmo tratados.

Art. 11. Nas águas de Classe 2 não poderão ser lançados efluentes, mesmo tratados, que prejudiquem sua qualidade pela alteração dos seguintes parâmetros ou valores:

I — virtualmente ausentes:

a) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais;

b) substâncias solúveis em hexana;

c) substâncias que comuniquem gosto ou odor;

d) no caso de substâncias potencialmente prejudiciais, até os limites máximos abaixo relacionados:

1 — Amônia — 0,5 mg/l de N (cinco décimos de miligrama de Nitrogênio por litro);
2 — Arsênico — 0,1 mg/l (um décimo de miligrama por litro);
3 — Bário — 1,0 mg/l (um miligrama por litro);
4 — Cádmio — 0,01 mg/l (um centésimo de miligrama por litro);
5 — Cromo (total) — 0,05 mg/l (cinco centésimos de miligrama por litro);
6 — Cianeto — 0,2 mg/l (dois décimos de miligrama por litro);
7 — Cobre — 1,0 mg/l (um miligrama por litro);
8 — Chumbo — 0,1 mg/l (um décimo de miligrama por litro);
9 — Estanho — 2,0 mg/l (dois miligramas por litro);
10 — Fenóis — 0,001 mg/l (um milésimo de miligrama por litro);
11 — Flúor — 1,4 mg/l (um miligrama e quatro décimos por litro);

12 — Mercúrio — 0,002 mg/l (dois milésimos de miligrama por litro);

13 — Nitrato — 10,0 mg/l de N (dez miligramas de Nitrogênio por litro);

14 — Nitrito — 1,0 mg/l de N (um miligrama de Nitrogênio por litro);

15 — Selênio — 0,01 mg/l (um centésimo de miligrama por litro);

16 — Zinco — 5,0 mg/l (cinco miligramas por litro).

II — proibição de presença de corantes artificiais que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

III — Número Mais Provável (NMP) de coliformes até 5.000 (cinco mil), sendo 1.000 (mil) o limite para os de origem fecal, em 100 ml (cem mililitros), para 80% (oitenta por cento) de, pelo menos, 5 (cinco) amostras colhidas, num período de até 5 (cinco) semanas consecutivas;

IV — Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) em 5 (cinco) dias, a 20°C (vinte graus Celsius) em qualquer amostra, até 5 mg/l (cinco miligramas por litro);

V — Oxigênio Dissolvido (OD), em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/l (cinco miligramas por litro).

Art. 12. Nas águas de Classe 3 não poderão ser lançados efluentes, mesmo tratados, que prejudiquem sua qualidade pela alteração dos seguintes parâmetros ou valores:

I — virtualmente ausentes:

a) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais;

b) substâncias solúveis em hexana;

c) substâncias que comuniquem gosto ou odor;

d) no caso de substâncias potencialmente prejudiciais, até os limites máximos abaixo relacionados:

1 — Amônia — 0,5 mg/l de N (cinco décimos de miligrama de Nitrogênio por litro);

2 — Arsênico — 0.1 mg/l (um décimo de miligrama por litro);

3 — Bário — 1,0 mg/l (um miligrama por litro);

4 — Cádmio — 0,01 mg/l (um centésimo de miligrama por litro);

5 — Cromo (total) — 0,05 mg/l (cinco centésimos de miligrama por litro);

6 — Cianeto — 0,2 mg/l (dois décimos de miligrama por litro);

7 — Cobre — 1,0 mg/l (um miligrama por litro);

8 — Chumbo — 0,1 mg/l (um décimo de miligrama por litro);

(1) «9 — Estanho — 2 mg/l (dois miligramas por litro).»

10 — Fenóis — 0,001 mg/l (um milésimo de miligrama por litro);

11 — Flúor — 1,4 mg/l (um miligrama e quatro décimos por litro);

12 — Mercúrio — 0,002 mg/l (dois milésimos de miligrama por litro);

13 — Nitrato — 10,0 mg/l de N (dez miligramas de Nitrogênio por litro);

14 — Nitrito — 1,0 mg/l de N (um miligrama de Nitrogênio por litro);

15 — Selênio — 0,01 mg/l (um centésimo de miligrama por litro);

16 — Zinco — 5,0 mg/l (cinco miligramas por litro).

II — proibição de presença de corantes artificiais que não sejam removíveis por processos de coagulação, sedimentação e filtração, convencionais;

III — Número Mais Provável (NMP) de coliformes até 20.000 (vinte mil), sendo 4.000 (quatro mil) o limite para os de origem fecal, em 100 ml (cem mililitros), para 80% (oitenta por cento) de, pelo menos, 5 (cinco) amostras colhidas num período de até 5 (cinco) semanas consecutivas;

IV — Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), em 5 (cinco) dias, a 20°C (vinte graus Celsius), até 10 mg/l (dez miligramas por litro) em qualquer dia;

V — Oxigênio Dissolvido (OD), em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/l (quatro miligramas por litro).

(1) Com redação dada pelo Decreto nº 15.425, de 23.07.80

Art. 13. Nas águas de Classe 4 não poderão ser lançados efluentes, mesmo tratados, que prejudiquem sua qualidade pela alteração dos seguintes valores ou condições:

I — materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais virtualmente ausentes;

II — odor e aspecto não objetáveis;

III — Fenóis; até 1,0 mg/l (um miligrama por litro);

IV — Oxigênio Dissolvido (OD), superior a 0,5 mg/l (cinco décimos de miligrama por litro) em qualquer amostra.

§ 1º Nos casos das águas de Classe 4 possuírem índices de coliformes superiores aos valores máximos estabelecidos para a Classe 3, poderão elas ser utilizadas para abastecimento público, somente se métodos especiais de tratamento forem utilizados, a fim de garantir sua potabilização.

§ 2º No caso das águas de Classe 4 serem utilizadas para abastecimento público, aplicam-se os mesmos limites de concentrações, para substâncias potencialmente prejudiciais, estabelecidos, para as águas de Classes 2 e 3, nas alíneas «d», dos incisos I dos artigos 11 e 12, deste Regulamento.

§ 3º Para as águas de Classe 4, visando a atender necessidades de jusante, a CETESB poderá estabelecer, em cada caso, limites a serem observados para lançamento de cargas poluidoras.

Art. 14. Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as Classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo de autodepuração do corpo receptor demonstre que os teores mínimos de Oxigênio Dissolvido (OD) previstos não serão desobedecidos em nenhum ponto do mesmo, nas condições críticas de vazão.

Art. 15. Para os efeitos deste Regulamento, consideram-se «Virtualmente Ausentes» teores desprezíveis de poluentes, cabendo à CETESB, quando necessário, quantificá-los caso por caso.

Art. 16. Os métodos de análises devem ser os internacionalmente aceitos e especificados no «Standard Methods», última edição, salvo os constantes de normas específicas já aprovadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas — ABNT.

SEÇÃO II

Dos Padrões de Emissão

Art. 17. Os efluentes de qualquer natureza somente poderão ser lançados nas águas interiores ou costeiras, superficiais ou subterrâneas, situadas no território do Estado, desde que não sejam considerados poluentes, na forma estabelecida no artigo 3º deste Regulamento.

Parágrafo único. A presente disposição aplica-se aos lançamentos feitos, diretamente, por fonte de poluição, ou indiretamente, através de canalizações públicas ou privadas, bem como de outro dispositivo de transporte, próprio ou de terceiros.

Art. 18. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nas coleções de água, desde que obedeçam às seguintes condições:

I — pH entre 5,0 (cinco inteiros), e 9,0 (nove inteiros);

II — temperatura inferior a 40°C (quarenta graus Celsius);

III — materiais sedimentáveis até 1,0 ml/l (um mililitro por litro) em teste de uma hora em «cone imhoff»;

IV — substâncias solúveis em hexana até 100 mg/l (cem miligramas por litro);

V — DBO 5 dias, 20°C no máximo de 60 mg/l (sessenta miligramas por litro). Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento de águas residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento);

VI — concentrações máximas dos seguintes parâmetros:

a) Arsênico — 0,2 mg/l (dois décimos de miligrama por litro);
b) Bário — 5,0 mg/l (cinco miligramas por litro);
c) Boro — 5,0 mg/l (cinco miligramas por litro);
d) Cádmio — 0,2 mg/l (dois décimos de miligrama por litro);
e) Chumbo — 0,5 mg/l (cinco décimos de miligrama por litro);
f) Cianeto — 0,2 mg/l (dois décimos de miligrama por litro);
g) Cobre — 1,0 mg/l (um miligrama por litro);
h) Cromo hexavalente — 0,1 mg/l (um décimo de miligrama por litro);
i) Cromo total — 5,0 mg/l (cinco miligramas por litro);
j) Estanho — 4,0 mg/l (quatro miligramas por litro);
k) Fenol — 0,5 mg/l (cinco décimos de miligrama por litro);
l) Ferro solúvel (Fe^{2} +) — 15,0 mg/l (quinze miligramas por litro);
m) Fluoretos — 10,0 mg/l (dez miligramas por litro);
n) Manganês solúvel (Mn^{2} +) — 1,0 mg/l (um miligrama por litro);
o) Mercúrio — 0,01 mg/l (um centésimo de miligrama por litro);
p) Níquel — 2,0 mg/l (dois miligramas por litro);
q) Prata — 0,02 mg/l (dois centésimos de miligrama por litro);
r) Selênio — 0,02 mg/l (dois centésimos de miligrama por litro);
s) Zinco — 5,0 mg/l (cinco miligramas por litro).

VII — outras substâncias, potencialmente prejudiciais, em concentrações máximas a serem fixadas, para cada caso, a critério da CETESB;

(1) «VIII — regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 (um vírgula cinco) vezes a vazão média diária.»

§ 1º Além de obedecerem aos limites deste artigo, os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características em desacordo com o enquadramento do mesmo, na Classificação das Águas.

§ 2º Na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes despejos ou emissões individualizados, os limites constantes desta regulamentação aplicar-se-ão a cada um destes, ou ao conjunto após a mistura, a critério da CETESB.

§ 3º Em caso de efluente com mais de uma substância potencialmente prejudicial, a CETESB poderá reduzir os respectivos limites individuais, na proporção do número de substâncias presentes.

(2) «§ 4º Resguardados os padrões de qualidade do corpo receptor, a CETESB poderá autorizar o lançamento com base em estudos de impacto ambiental, realizado pela entidade responsável pela emissão, fixando o tipo de tratamento e as condições desse lançamento.»

(1) «Art. 19. Onde houver sistema público de esgotos, em condições de atendimento, os efluentes de qualquer fonte poluidora deverão ser nele lançados.

§ 1º Caso haja impossibilidade técnica de ligação ao sistema público, o responsável pela fonte de poluição deverá comprová-la perante a CETESB, mediante a apresentação de atestado nesse sentido, expedido pela entidade responsável pela operação do sistema, não se constituindo esse atestado condição definitiva para a não-ligação da fonte ao referido sistema.

(1) Alterado pelo Decreto nº 15.425, de 23.07.80

(2) Acrescentado pelo Decreto nº 15.425, de 23.07.80

§ 2º Quando o sistema público de esgotos estiver em vias de ser disponível, a CETESB poderá estabelecer condições transitórias de lançamento em corpos de água, levando em consideração os planos e cronogramas aprovados pelo Governo Federal ou Estadual, eventualmente existentes.

§ 3º Evidenciada a impossibilidade técnica do lançamento em sistema público de esgotos, os efluentes poderão, a critério da CETESB, ser lançados transitoriamente em corpos de águas, obedecidas às condições estabelecidas neste Regulamento.

§ 4º A partir do momento em que o local onde estiver situada a fonte de poluição for provido de sistema público de coleta de esgotos, e houver possibilidade técnica de ligação a ele, o responsável pela fonte deverá providenciar o encaminhamento dos despejos líquidos à rede coletora.

(1) Art. 19-A. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados em sistema de esgotos, provido de tratamento com capacidade e de tipo adequados, conforme previsto no § 4º deste artigo se obedecerem às seguintes condições:

I — pH entre 6,0 (seis inteiros) e 10,0 (dez inteiros);

II — temperatura inferior a 40º C (quarenta graus Celsius);

III — materiais sedimentáveis até 20 ml/l (vinte mililitros por litro) em teste de 1 (uma) hora em «cone Imhoff»;

IV — ausência de óleo e graxas visíveis e concentração máxima de 150 mg/l (cento e cinqüenta miligramas por litro) de substâncias solúveis em hexano;

V — ausência de solventes, gasolina, óleos leves e substâncias explosivas ou inflamáveis em geral;

VI — ausência de despejos que causem ou possam causar obstrução das canalizações ou qualquer interferência na operação do sistema de esgotos;

VII — ausência de qualquer substância em concentrações potencialmente tóxicas a processos biológicos de tratamento de esgotos;

VIII — concentrações máximas dos seguintes elementos, conjuntos de elementos ou substâncias:

a) arsênico, cádmio, chumbo, cobre, cromo hexavalente, mercúrio, prata e selênio — 1,5 mg/l (um e meio miligrama por litro) de cada elemento sujeitas à restrição da alínea e deste inciso;

b) cromo total e zinco 5,0 mg/l (cinco miligramas por litro) de cada elemento, sujeitas ainda à restrição da alínea e deste inciso;

c) estanho — 4,0 mg/l (quatro miligramas por litro) sujeita ainda à restrição da alínea e deste inciso;

d) níquel — 2,0 mg/l (dois miligramas por litro), sujeita ainda à restrição da alínea e deste inciso;

e) todos os elementos constantes das alíneas «a» a «d» deste inciso, excetuando o cromo hexavalente — total de 5,0 mg/l (cinco miligramas por litro);

f) cianeto — 0,2 mg/l (dois décimos de miligrama por litro);

g) fenol — 5,0 mg/l (cinco miligramas por litro);

h) ferro solúvel — (Fe^{2+}) — 15,0 mg/l (quinze miligramas por litro);

i) fluoreto — 10,0 mg/l (dez miligramas por litro);

j) sulfeto — 1,0 mg/l (um miligrama por litro);

l) sulfato — 1.000 mg/l (mil miligramas por litro).

IX — regime de lançamento contínuo de 24 (vinte e quatro) horas por dia, com vazão máxima de até 1,5 (uma vez e meia) a vazão diária;

X — ausência de águas pluviais em qualquer quantidade.

(1) Acrescentado pelo Decreto nº 15.425, de 23.07.80

ANEXO D

DECRETO Nº 36.787, DE 18 DE MAIO DE 1993

Adapta o Conselho Estadual de Recursos Hídricos — CRH e o Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos — CORHI, criados pelo Decreto nº 27.576, de 11 de novembro de 1987, às disposições da Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991

LUIZ ANTONIO FLEURY FILHO, Governador do Estado de São Paulo, no uso de suas atribuições legais, com fundamento na Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991,

Considerando que o planejamento e a execução da política estadual de recursos hídricos passaram a constituir parte do campo funcional da Secretaria de Estado de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras, criada pela Lei nº 8.275, de 29 de março de 1993;

Considerando que, por força do artigo 6º da aludida lei, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos foi transferido para a Secretaria de Estado de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras;

Considerando a importância da participação de outras Pastas, cujas atividades estão relacionadas com o gerenciamento ou uso dos recursos hídricos; a proteção ao meio ambiente, o planejamento estratégico e a gestão financeira do Estado;

Considerando que a Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, a par de reservar a composição paritária do Conselho entre representantes do Estado e dos municípios contidos nas bacias hidrográficas, permite a integração da sociedade civil;

Considerando que é salutar assegurar a participação da sociedade civil nas deliberações do Conselho de forma a respaldar a transparência dos procedimentos administrativos,

Decreta:

Artigo 1º — O Conselho Estadual de Recursos Hídricos — CRH e o Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos — CORHI, criados pelo Decreto nº 27.576, de 11 de novembro de 1987, ficam adaptados às normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos e ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos — SIGRH, instituídas pela Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, em conformidade com o presente decreto.

Artigo 2º — O Conselho Estadual de Recursos Hídricos — CRH será integrado por:

I — titulares, ou seus representantes, das seguintes Secretarias de Estado:

a) Recursos Hídricos, Saneamento e Obras, que o Presidirá;
b) Meio Ambiente, que será seu Vice-Presidente;
c) Energia;
d) Planejamento e Gestão;
e) Agricultura e Abastecimento;
f) Saúde;
g) Transportes;
h) Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico;
i) Esportes e Turismo;
j) Fazenda;

II — 10 (dez) representantes dos municípios situados nas bacias hidrográficas, agrupadas com base em interesse comuns, conforme a seguinte discriminação:

Primeiro Grupo — Aguapeí, Peixe, Santo Anastácio e Pontal de Paranapanema;
Segundo Grupo — Médio e Alto Paranapanema;
Terceiro Grupo — Alto Tietê e Baixada Santista;
Quarto Grupo — Piracicaba;
Quinto Grupo — Tietê-Sorocaba;
Sexto Grupo — Tietê-Jacaré, Tietê-Batalha e Baixo Tietê;

ANEXO E

DECRETO N. 10.755 — DE 22 DE NOVEMBRO DE 1977

Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto n. 8.468 (1), de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas

Paulo Egydio Martins, Governador do Estado de São Paulo, no uso de suas atribuições legais e com fundamento na Lei n. 997 (1), de 31 de maio de 1976 e no artigo 7º do Regulamento aprovado pelo Decreto n. 8.468, de 8 de setembro de 1976, decreta:

Art. 1º Os corpos de água receptores do território do Estado, bem como as respectivas bacias ou sub-bacias que compreendem seus formadores e/ou afluentes, ficam enquadrados na forma determinada no Anexo ao presente Decreto, em obediência à classificação prevista no artigo 7º do Decreto n. 8.468, de 8 de setembro de 1976.

Art. 2º A CETESB — Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, com fundamento no item XIII da Portaria n. 13, do Ministério do Interior — SEMA, de 15 de janeiro de 1976, poderá fixar outros limites para os parâmetros de afluentes de qualquer natureza lançados nos corpos de água, especialmente os enquadrados na Classe 2, além dos estabelecidos nos artigos 17 e 18 do Regulamento baixado pelo Decreto n. 8.468, de 8 de setembro de 1976.

Art. 3º Este Decreto entrará em vigor na data de sua publicação.

Paulo Egydio Martins — Governador do Estado.

4.17 — **Da Bacia do Rio Tietê — Alto (Zona Metropolitana):**

a) Canal de Pinheiros e todos os seus afluentes, no Município de São Paulo;

b) Rio Itaquera e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Tietê, no Município de São Paulo;

c) Rio Juqueri e todos os seus afluentes, com exceção do Rio Juqueri-Mirim, no seu trecho integrante do Reservatório de Pirapora, nos Municípios de Santana de Parnaíba e Pirapora do Bom Jesus;

d) Rio Tamanduateí e todos os seus afluentes, com exceção do Rio Guarará, até a confluência com o Rio Tietê, no Município de São Paulo;

e) Rio Tietê e todos os seus afluentes desde a confluência com o Rio Itaquera até a Barragem de Pirapora, no Município de Pirapora do Bom Jesus, com exceção dos trechos de afluentes já classificados.

4.18 — **Da Bacia do Baixo Tietê:**

a) Córrego dos Patinhos até a confluência com o Ribeirão dos Patos, no Município de Promissão;

b) Ribeirão Baguaçu desde a confluência com o Córrego Machadinho até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Araçatuba;

c) Ribeirão dos Patos a jusante da captação de água para Promissão até a confluência com o Ribeirão Barra Mansa, no Município de Promissão.

4.19 — **Da Bacia do Médio Tietê Inferior:**

a) Córrego do Brejão desde a confluência com o Córrego da Baixada até a confluência com o Córrego do Viradouro, no Município de Itápolis;

b) Córrego do Gregório até a confluência com o Rio Monjolinho, no Município de São Carlos;

c) Córrego da Paixão até a confluência com o Ribeirão da Dobrada, no Município de Dobrada;

d) Córrego Santo Antônio até a confluência com o Ribeirão Paraíso, no Município de São Manoel;

e) Córrego São Joaquim desde a confluência com o Córrego da Água Quente até a confluência com a Represa de Ibitinga, no Município de Ibitinga;

f) Córrego do Viradouro desde a confluência com o Córrego das Areias até a confluência com o Rio São Lourenço, no Município de Itápolis;

g) Ribeirão dos Agudos até a confluência com o Ribeirão Grande, no Município de Agudos;

h) Ribeirão Bonito a jusante da captação de água e abastecimento de Ribeirão Bonito até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Ribeirão Bonito;

i) Ribeirão Campestre desde a confluência com o Córrego Barbosa até a confluência com o Rio Dourado, no Município de Guaiçara;

j) Ribeirão das Cruzes a jusante da captação de água de abastecimento para Araraquara até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Araraquara;

k) Ribeirão da Dobrada até a confluência com o Ribeirão dos Porcos, no Município de Taquaritinga;

l) Ribeirão do Dourado até a confluência com o Rio Jacaré-Pepira, no Município de Dourado;

m) Ribeirão Grande desde a confluência com o Ribeirão dos Agudos até a confluência com o Rio Campo Novo, no Município de Agudos;

n) Ribeirão do Ouro até a confluência com o Rio Chibarro, no Município de Araraquara;

o) Ribeirão Pederneiras desde a confluência com o Córrego Paciência até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Pederneiras;

p) Ribeirão dos Porcos até a confluência com o Córrego Santa Maria, no Município de Taquaritinga;

q) Ribeirão São João desde a confluência com o Córrego do Monjolo até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Ibitinga;

r) Ribeirãozinho até a confluência com o Ribeirão dos Porcos, no Município de Taquaritinga;

s) Rio Bauru até a confluência com o Ribeirão Grande, no Município de Pederneiras;

t) Rio Boa Esperança desde a confluência com o Córrego da Limeira até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Boa Esperança do Sul;

u) Rio Itaqueré desde a confluência com o Córrego Nova Europa até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, na divisa dos Municípios de Tabatinga e Nova Europa;

v) Rio Jaú desde a confluência com o Córrego do Pires até a confluência com o Ribeirão Pouso Alegre, no Município de Jaú;

ANEXO F

CETESB

EXAME DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

FOLHA Nº ____/____

Nº SEQUENC.	Nº AMOSTRA	pH	RS	OD	ALIQUOTA	%T	DQO	DIL.	ODi	OD		% QUEDA	DBO	$\overline{DBO}$	OBSERVAÇÕES

NOME DO TÉCNICO

ASSINATURA

____/____/____ INÍCIO DA ANÁLISE

____/____/____ TÉRMINO DA ANÁLISE

33-10-089/2

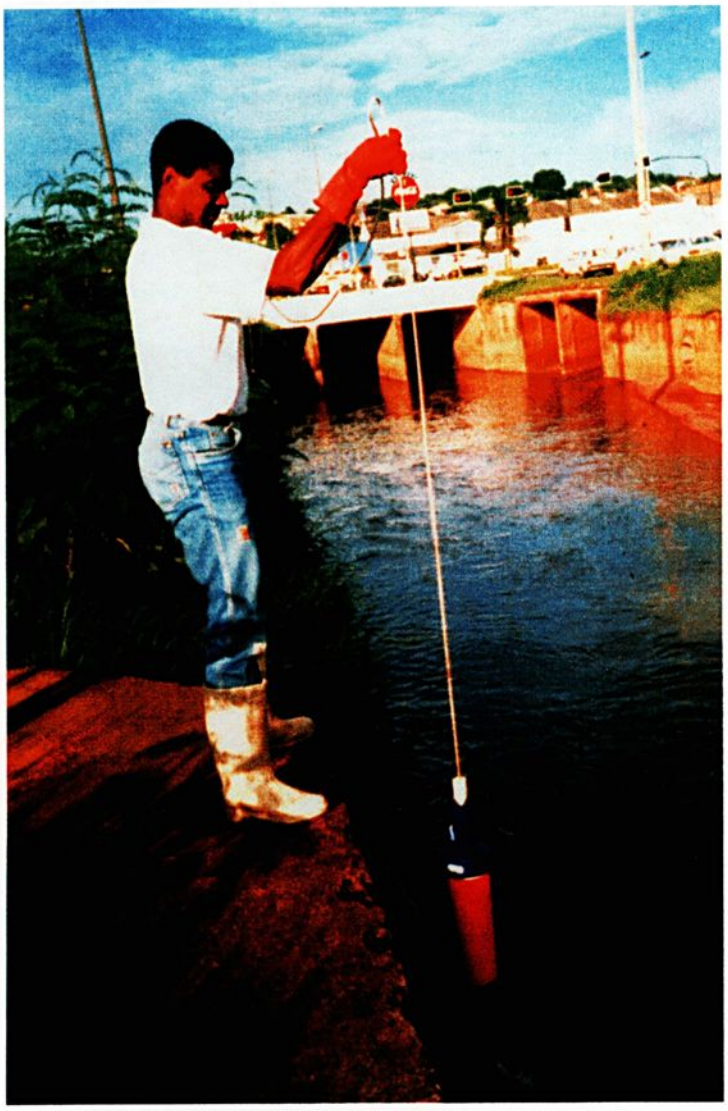


FOTO 1 - Coleta de amostras de OD com batiscafo ou garrafa de hale.

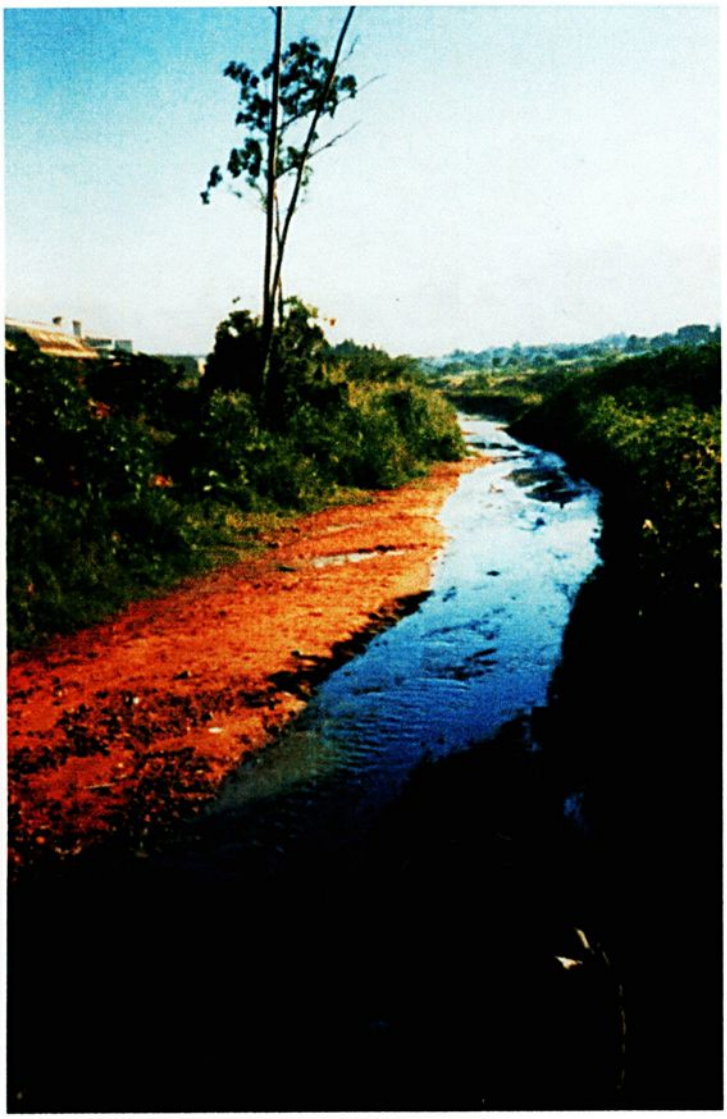


FOTO 2 - Córrego Água da Forquilha

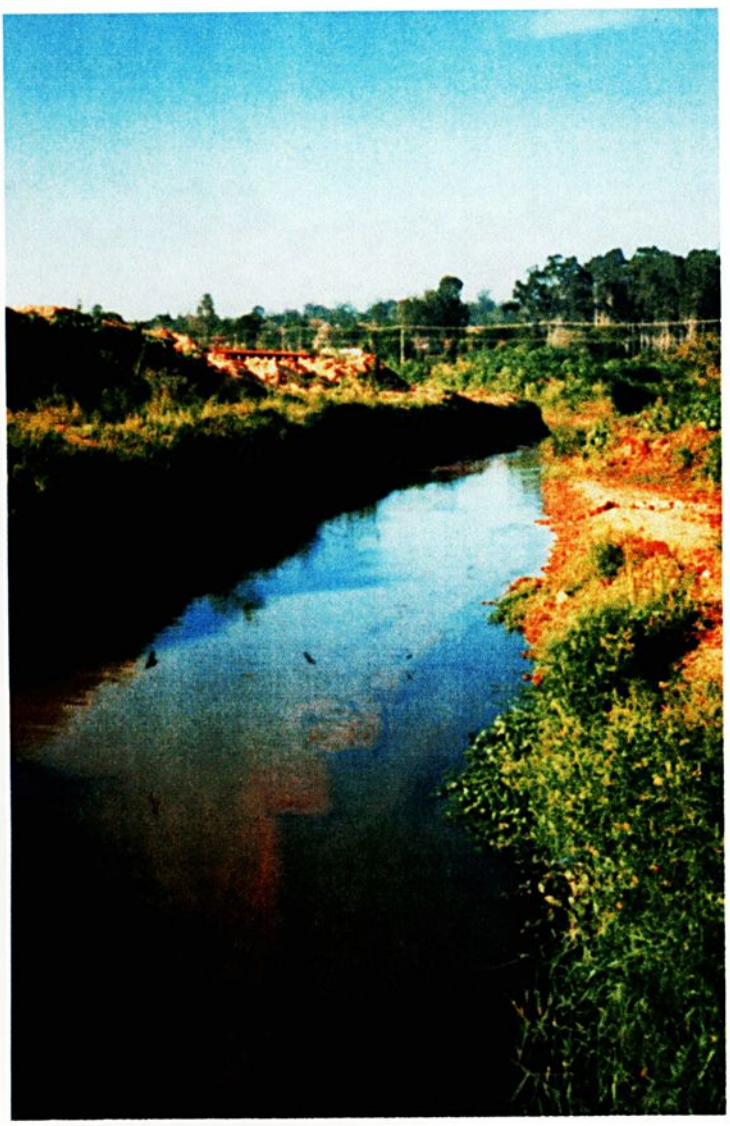


FOTO 3 - Córrego Água da Ressaca

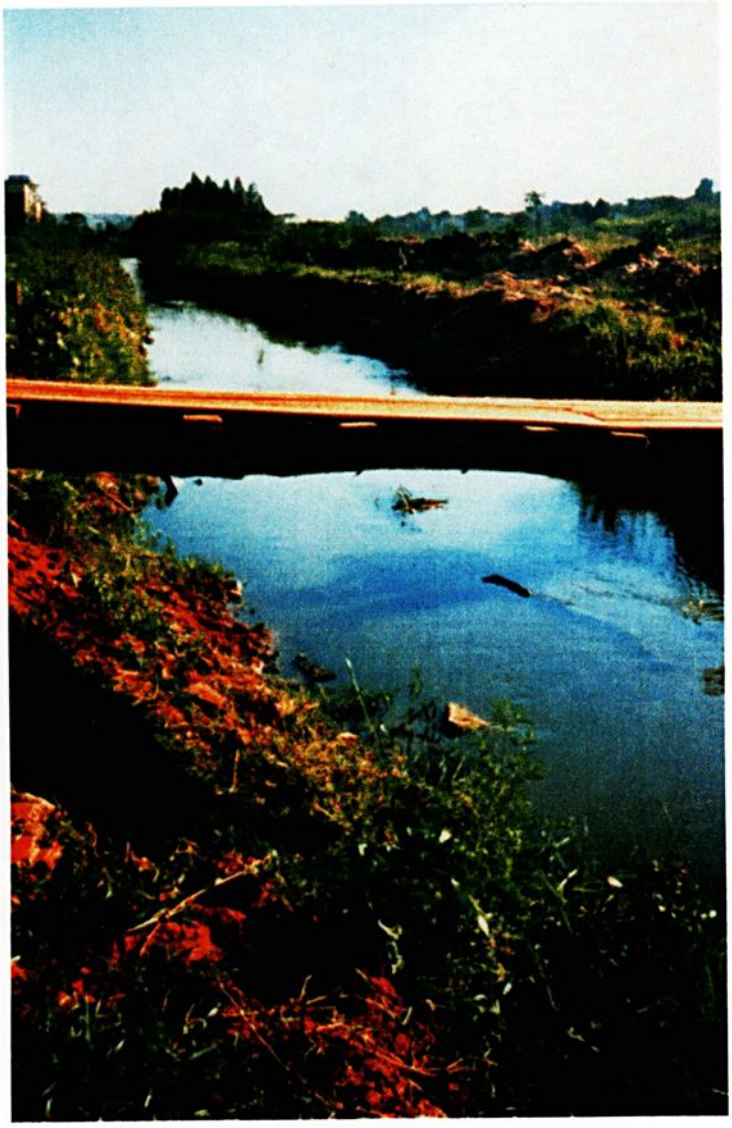


FOTO 4 - Rio Bauru



FOTO 5 - Córrego Água do Sobrado

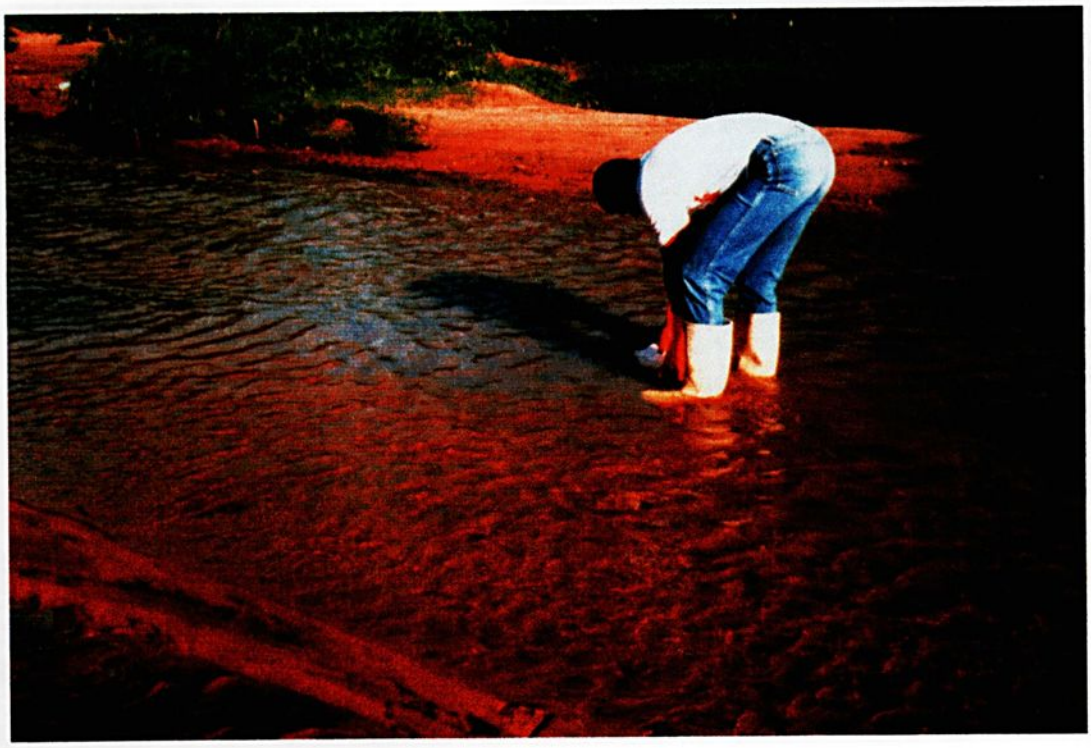


FOTO 6 - Coleta de DQO e DBO



FOTO 7 - Análise de DBO_5

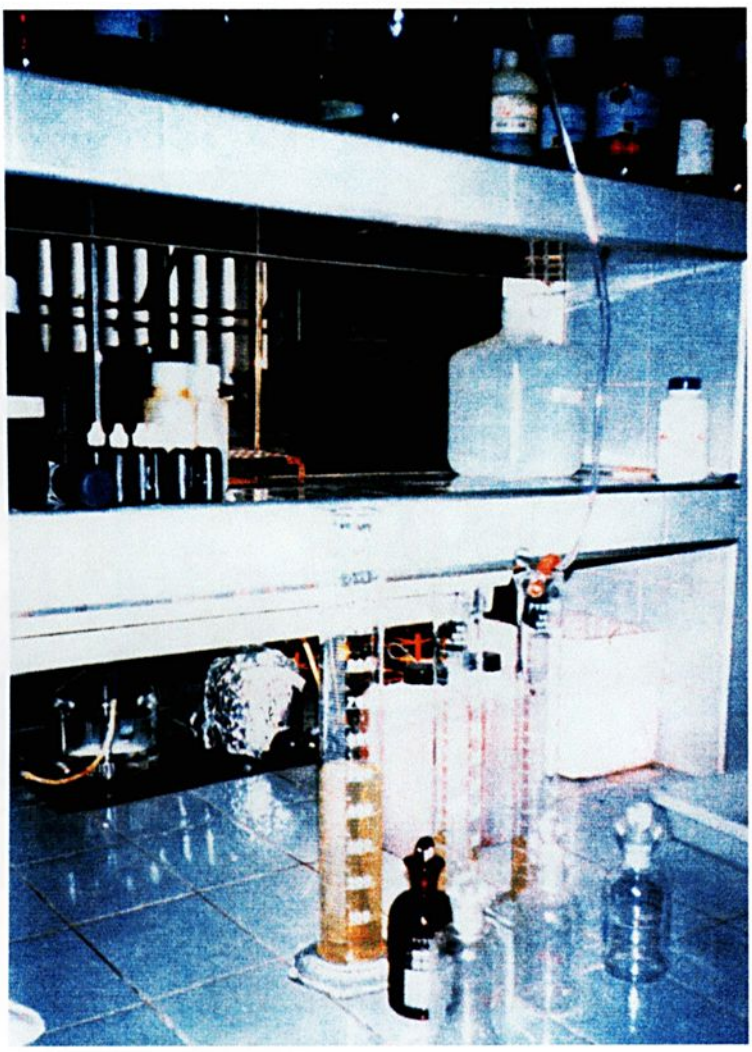


FOTO 08 - Análise de DBO_5



FOTO 09 - Análise de DQO



FOTO 10 - Análise de O.D.


0810000948

Atual
Encadernação
Fone (14) 230-0884
BAURU - SP

unesp