



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

**MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE DUAS
REPRESAS E UMA LAGOA NO MUNICÍPIO
DE ILHA SOLTEIRA (SP)**

Emerson Ribeiro Basso

Dissertação submetida a Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil – Ênfase em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Luis de Carvalho

Ilha Solteira (SP), fevereiro de 2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação/Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP-Ilha Solteira

Basso, Emerson Ribeiro.

B322m Monitoramento e avaliação da qualidade da água de duas represas e uma lagoa no município de Ilha Solteira / Emerson Ribeiro Basso – Ilha Solteira : [s.n.], 2006
xii, 111 p. : il. (algumas color.) + anexos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de concentração : Recursos hídricos e tecnologias ambientais, 2006

Orientador: Sergio Luis de Carvalho.

Bibliografia: p. 104-111

1. Monitoramento ambiental. 2. Água – Qualidade. 3. Contaminação. 4. Água – Poluição.
5. Represas. 6. Impacto ambiental. 7. Recursos hídricos.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE DUAS REPRESAS
E UMA LAGOA NO MUNICÍPIO DE ILHA SOLTEIRA-SP

AUTOR: EMERSON RIBEIRO BASSO

ORIENTADOR: Prof. Dr. SERGIO LUIS DE CARVALHO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em ENGENHARIA
CIVIL pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. SERGIO LUIS DE CARVALHO

Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. TSUNAO MATSUMOTO

Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Profa. Dra. MARIA JOSE ALENCAR VILELA

Departamento de Ciências Naturais / Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas-
MS

Data da realização: 24 de fevereiro de 2006.

Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. SERGIO LUIS DE CARVALHO

**A memória de João Basso, Elidia Formagi, Alcides Ribeiro e Miguel Soares
A minha querida avó Maria José
As crianças Gabriela, Ykaro e Luiza**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as bênçãos colocadas em minha vida.

Ao meu pai Isaias e minha mãe Ester, pelo sacrifício que fizeram para ajudar minha vida pessoal, profissional e acadêmica.

As minhas irmãs Beatriz, Mônica e Éricka, pelo carinho.

A Angela, pela paciência e compreensão. Pelo companherismo e cumplicidade.

Ao amigo Carlos Fernando, pela dedicação e solidariedade nos momentos mais críticos. Pela amizade fraterna e incondicional.

Ao empresário Ademir (Triaço), pelo otimismo e incentivo.

Ao Prof.⁰ Sergio Luis de Carvalho, pela orientação deste trabalho e pela confiança.

Aos Prof.⁰ Tsunao Matsumoto, por sua colaboração intelectual.

A todos os funcionários da Biblioteca, da Secretaria de Pós-Graduação, do Departamento de Engenharia Civil e a coordenação do Programa de Pós-Graduação, pela dedicação e apoio.

A Fundunesp, pelo patrocínio do material de pesquisa.

“Há que ter força suficiente para mudar as coisas que se pode mudar, resignação para aceitar as que não se pode mudar e sabedoria para distingui-las”.

Bertrand Russel

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo proceder a avaliação da qualidade da água e das condições ambientais da área do entorno da Represa da Lagoinha, da Represa do Ipê e da Lagoa da Pedreira, ambas unidades inseridas nos limites do município de Ilha Solteira (SP).

Se, por um lado, os dados reunidos serviram de base para diagnosticar o atual estado do meio físico dos ecossistemas estudados a partir do monitoramento dos parâmetros de qualidade da água durante o período de julho de 2004 à março de 2005, por outro, a utilização de modelos de análise, observações “in loco” e de informações secundárias possibilitou que se procedesse a avaliação das alterações ambientais identificadas, buscando estabelecer uma correlação entre supostos agentes e seus efeitos nestas unidades aquáticas.

Desta maneira, foi possível identificar que as atividades antrópicas preponderantes, desenvolvidas nas áreas de influência direta das represas e da lagoa são basicamente a agricultura, a pecuária e a recreação de contato primário.

A partir dos resultados do Índice de Qualidade de Águas e das análises de correlação e sazonalidade dos parâmetros físicos, químicos e biológicos foi possível verificar que os efeitos destas atividades sobre a qualidade da água se dão, principalmente, em função da agricultura irrigada e dessedentação de animais, provocando, no primeiro caso, a elevação dos teores de fatores fertilizantes (fósforo e nitrogênio) e, no segundo caso, aumento dos níveis de concentrações de coliformes totais. Constatou-se também, por meio das observações feitas “in loco”, fortes evidências de degradação das zonas ripárias das três unidades, assinalada, principalmente, pela ocorrência de assoreamento nas áreas próximas aos extravasores dos corpos d’água e erosão do solo de borda, além de completa inexistência de vegetação ciliar.

Sendo assim, uma vez identificadas as distorções supracitadas e focando a análise final nos problemas principais, correlacionando-os aos seus supostos agentes, procurou-se realçar neste trabalho os aspectos ambientais mais relevantes e passíveis de mecanismos viabilizadores de medidas mitigadoras e indutoras para correções complementares.

Palavras chave: Sazonalidade e Correlação dos Parâmetros Físicos, Químicos e Biológicos; Índice de Qualidade da Água; Eutrofização; Zona Riparia.

ABSTRACT

This present work had the objective to proceed the water quality evaluation and the environmental condition of Lagoinha's dam , Ipê's dam and the Pedreira's lake areas, both units introduced in Ilha Solteira town limit.

If, by one side, the data reunited were the base to detect the actual physical being ecosystem status studied for the parameter of water quality during the period of July, 2004 until March 2005, on the other hand, the analyses models use, "in loco" observations and the secondary information could make possible to continue the environmental changes evaluation identified, establishing a correlation between supposed agents and their effects in these water units.

It was also possible to identify that the preponderant anthrop activities developed in the dam and lake's direct influence area are basically the agriculture, the livestock and the primary contact recreations.

From the Water Quality Rate results and the correlation analyses and physic seasonality parameter, chemical and biological were possible to verify that the effects of these activities about the water quality are, mainly, in function of irrigated agriculture and animal drench, causing, in the first case, the elevation of fertilizer factor senses (phosphorus and nitrogen) and, in the second case, elevation of total coliform concentration levels. It was also detected, through observations "in loco", strong evidences of marginal zones degradation of three units, marked, mainly, for the occurrence sandment in areas nearby the body's water extravasator and erosion edge ground, beside the complete inexistence of ciliary vegetation.

Once identified the above-mentioned irregularities and focalizing a final analysis in the mainly problems, correlating their supposed agents, the objective was to enhance in this work the most important environmental aspects and subject of possible mechanism of mitigated acts induced to complemental corrections.

Key Words: Correlation analyses and physic seasonality parameters, Chemical and Biological, Water Quality Rate; Eutrofication, Marginal Zones.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	pg. 01
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	pg. 04
2.1	O ciclo da água na natureza	pg. 04
2.1.1	Chuvas – formação e tipologia	pg. 07
2.1.2	Infiltração, escoamento e armazenamento	pg. 10
2.1.3	Evaporação e evapotranspiração.....	pg. 11
2.1.4	Bacia hidrográfica	pg. 13
2.2	Aproveitamento de recursos hídricos	pg. 14
2.2.1	Uso na irrigação	pg. 16
2.2.2	Uso em abastecimento urbano	pg. 17
2.2.3	Uso para recreação	pg. 18
2.3	Requisitos de qualidade das águas	pg. 18
2.3.1	Critérios e padrões de qualidade da água	pg. 18
2.3.2	Parâmetros de qualidade da água	pg. 21
2.3.2.1	Parâmetros físicos	pg. 21
2.3.2.1.1	Cor	pg. 22
2.3.2.1.2	Turbidez	pg. 22
2.3.2.1.3	Temperatura	pg. 23
2.3.2.2	Parâmetros químicos	pg. 24
2.3.2.2.1	Potencial hidrogeniônico	pg. 25
2.3.2.2.2	Sólidos	pg. 26
2.3.2.2.3	Oxigênio dissolvido	pg. 27
2.3.2.2.4	Fósforo total	pg. 28
2.3.2.2.5	Nitrogênio total	pg. 29

	2.3.2.2.6 Ferro total	pg. 29
	2.3.2.2.7 DBO	pg. 30
	2.3.2.2.8 DQO	pg. 31
	2.3.2.3 Parâmetros biológicos	pg. 31
	2.3.2.3.1 Coliformes	pg. 32
2.4	Poluição das águas e autodepuração natural	pg. 32
2.5	Eutrofização	pg. 35
2.6	Índice de qualidade de água	pg. 37
3.	MATERIAL E MÉTODOS	pg. 40
3.1	Caracterização da área de estudo	pg. 40
3.2	Pontos de amostragem	pg. 41
3.3	Características sócio-econômicas	pg. 45
	3.3.1 Represa da Lagoinha	pg. 45
	3.3.2 Represa do Ipê	pg. 46
	3.3.3 Lagoa da Pedreira	pg. 46
3.4	Métodos utilizados	pg. 47
	3.4.1 Levantamento de campo	pg. 47
	3.4.2 Variáveis analisadas	pg. 47
	3.4.3 Tratamento de dados	pg. 49
4.	RESULTADOS	pg. 50
4.1	Aspectos sanitários e fontes de poluição	pg. 50
	4.1.1 Represa da Lagoinha	pg. 50
	4.1.2 Represa do Ipê	pg. 53
	4.1.3 Lagoa da Pedreira	pg. 55
4.2	Estatística exploratória e temporal	pg. 57

4.2.1	Precipitação	pg. 57
4.2.2	Vazão	pg. 58
4.2.3	Temperatura	pg. 60
4.2.4	Potencial hidrogeniônico	pg. 62
4.2.5	Turbidez	pg. 64
4.2.6	Cor aparente	pg. 66
4.2.7	Sólidos suspensos	pg. 68
4.2.8	Sólidos totais	pg. 70
4.2.9	Sólidos dissolvidos	pg. 72
4.2.10	Coliformes fecais	pg. 74
4.2.11	Coliformes totais	pg. 76
4.2.12	Oxigênio dissolvido	pg. 78
4.2.13	Demanda bioquímica de oxigênio	pg. 80
4.2.14	Demanda química de oxigênio	pg. 82
4.2.15	Fósforo total	pg. 84
4.2.16	Ferro total	pg. 86
4.2.17	Nitrogênio total	pg. 88
4.3	IQA	pg. 90
5.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	pg. 96
5.1	Sazonalidade e correlação dos parâmetros	pg. 96
5.2	Eutrofização	pg. 98
5.3	Zona ripária	pg. 99
5.4	Resultados do IQA	pg. 101
6.	CONCLUSÃO	pg. 103
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	pg. 104

8. ANEXOS

Anexo 01: Resolução CONAMA 0357/05 pg. 01

Anexo 02: Tabelas de dados pluviométricos pg. 24

Anexo 03: Tabelas dos resultados dos parâmetros analisados pg. 33

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: Esquema conceitual do ciclo hidrológico	pg. 06
FIGURA 02: Esquema conceitual da bacia hidrográfica	pg. 14
FIGURA 03: Tendência de consumo de água no mundo	pg. 15
FIGURA 04: Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade da água ..	pg. 38
FIGURA 05: Localização do município de Ilha Solteira	pg. 40
FIGURA 06: Classificação das UGRHIs	pg. 40
FIGURA 07: Localização das áreas de estudo	pg. 41
FIGURA 08: Vista panorâmica da Represa da Lagoinha	pg. 42
FIGURA 09: Local de coleta na Represa da Lagoinha	pg. 42
FIGURA 10: Vista panorâmica da Represa do Ipê	pg. 43
FIGURA 11: Local de coleta na Represa do Ipê	pg. 43
FIGURA 12: Vista panorâmica da Lagoa da Pedreira	pg. 44
FIGURA 13: Local de coleta na Lagoa da Pedreira	pg. 44
FIGURA 14: Fonte de renda dos moradores da área da Represa da Lagoinha	pg. 45
FIGURA 15: Faixa etária dos moradores na área da Represa da Lagoinha	pg. 45
FIGURA 16: Atividade econômica desenv. na área da Represa da Lagoinha	pg. 45
FIGURA 17: Escolaridade dos moradores da área da Represa da Lagoinha	pg. 45
FIGURA 18: Fonte de renda dos moradores da área da Represa do Ipê	pg. 46
FIGURA 19: Faixa etária dos moradores na área da Represa do Ipê	pg. 46
FIGURA 20: Atividade econômica desenvolvida na área da Represa do Ipê	pg. 46
FIGURA 21: Escolaridade dos moradores da área da Represa do Ipê	pg. 46
FIGURA 22: Fonte de renda dos moradores da área da Lagoa da Pedreira	pg. 46
FIGURA 23: Faixa etária dos moradores na área da Lagoa da Pedreira	pg. 46
FIGURA 24: Atividade econômica desenv. na área da Lagoa da Pedreira	pg. 47
FIGURA 25: Escolaridade dos moradores da área da Lagoa da Pedreira	pg. 47
FIGURA 26: Descarte de lixo doméstico na Represa da Lagoinha	pg. 50
FIGURA 27: Destinação de esgoto sanitário na Represa da Lagoinha	pg. 50
FIGURA 28: Destinação de esgoto não sanitário na Represa da Lagoinha	pg. 50
FIGURA 29: Abastecimento de água na Represa da Lagoinha	pg. 50
FIGURA 30: Fontes de poluição na Represa da Lagoinha	pg. 51
FIGURA 31: Captação de água para irrigação na Represa da Lagoinha	pg. 52

FIGURA 32: Descarte de esgotos “in natura” na Represa da Lagoinha	pg. 52
FIGURA 33: Descarte de lixo doméstico na Represa do Ipê	pg. 53
FIGURA 34: Destinação de esgoto sanitário na Represa do Ipê	pg. 53
FIGURA 35: Destinação de esgoto não sanitário na Represa do Ipê	pg. 53
FIGURA 36: Abastecimento de água na Represa do Ipê	pg. 53
FIGURA 37: Fontes de poluição na Represa do Ipê	pg. 53
FIGURA 38: Erosão das margens da Represa do Ipê	pg. 54
FIGURA 39: Lixo inorgânico descartado nas margens da Represa do Ipê	pg. 54
FIGURA 40: Descarte de lixo doméstico na Lagoa da Pedreira	pg. 55
FIGURA 41: Destinação de esgoto sanitário na Lagoa da Pedreira	pg. 55
FIGURA 42: Destinação de esgoto não sanitário na Lagoa da Pedreira	pg. 55
FIGURA 43: Abastecimento de água na Lagoa da Pedreira	pg. 55
FIGURA 44: Fontes de poluição na Lagoa da Pedreira	pg. 55
FIGURA 45: Plantas aquáticas sobrenadantes na Lagoa da Pedreira	pg. 56
FIGURA 46: Área de entorno desprotegida na Lagoa da Pedreira	pg. 56
FIGURA 47: Valores de precipitação em Ilha Solteira no período de estudo	pg. 57
FIGURA 48: Precipitação média em Ilha Solteira no período de estudo	pg. 57
FIGURA 49: Precipitação máxima em Ilha Solteira no período de estudo	pg. 57
FIGURA 50: Valores de vazão nos pontos estudados	pg. 58
FIGURA 51: Gráfico Box-Plot da variável vazão	pg. 59
FIGURA 52: Valores de temperatura da água nos pontos estudados	pg. 60
FIGURA 53: Gráfico Box-Plot do parâmetro temperatura da água	pg. 61
FIGURA 54: Valores de pH nos pontos estudados	pg. 62
FIGURA 55: Gráfico Box-Plot do parâmetro pH	pg. 63
FIGURA 56: Valores de turbidez da água nos pontos estudados	pg. 64
FIGURA 57: Gráfico Box-Plot do parâmetro turbidez da água	pg. 65
FIGURA 58: Valores de cor aparente nos pontos estudados	pg. 66
FIGURA 59: Gráfico Box-Plot do parâmetro cor aparente	pg. 67
FIGURA 60: Valores de sólidos suspensos nos pontos estudados	pg. 68
FIGURA 61: Gráfico Box-Plot do parâmetro sólidos suspensos	pg. 69
FIGURA 62: Valores de sólidos totais nos pontos estudados	pg. 70
FIGURA 63: Gráfico Box-Plot do parâmetro sólidos totais	pg. 71
FIGURA 64: Valores de sólidos dissolvidos nos pontos estudados	pg. 72

FIGURA 65: Gráfico Box-Plot do parâmetro sólidos dissolvidos	pg. 73
FIGURA 66: Valores de coliformes fecais nos pontos estudados	pg. 74
FIGURA 67: Gráfico Box-Plot do parâmetro coliformes fecais	pg. 75
FIGURA 68: Valores de coliformes totais nos pontos estudados	pg. 76
FIGURA 69: Gráfico Box-Plot do parâmetro coliformes totais	pg. 77
FIGURA 70: Valores de oxigênio dissolvido nos pontos estudados	pg. 78
FIGURA 71: Gráfico Box-Plot do parâmetro oxigênio dissolvido	pg. 79
FIGURA 72: Valores de DBO nos pontos estudados	pg. 80
FIGURA 73: Gráfico Box-Plot do parâmetro DBO	pg. 81
FIGURA 74: Valores de DQO nos pontos estudados	pg. 82
FIGURA 75: Gráfico Box-Plot do parâmetro DQO	pg. 83
FIGURA 76: Valores de fósforo total nos pontos estudados	pg. 84
FIGURA 77: Gráfico Box-Plot do parâmetro fósforo total	pg. 85
FIGURA 78: Valores de ferro total nos pontos estudados	pg. 86
FIGURA 79: Gráfico Box-Plot do parâmetro ferro total	pg. 87
FIGURA 80: Valores de nitrogênio total nos pontos estudados	pg. 88
FIGURA 81: Gráfico Box-Plot do parâmetro nitrogênio total	pg. 89
FIGURA 82: Resultado do IQA da Represa da Lagoinha	pg. 91
FIGURA 83: Resultado do IQA da Represa do Ipê	pg. 93
FIGURA 84: Resultado do IQA da Lagoa da Pedreira	pg. 95

LISTA DE TABELAS

TABELA 01: Escala de qualidade da água indicada pelo IQA	pg. 39
TABELA 02: Cálculo do IQA para a Represa da Lagoinha	pg. 90
TABELA 03: Cálculo do IQA pára a Represa do Ipê	pg. 92
TABELA 04: Cálculo do IQA para a Lagoa da Pedreira	pg. 94

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, em consequência do aumento e da diversificação das atividades antrópicas em todo o mundo, a exploração dos recursos naturais passou a ser muito intensa, gerando problemas de degradação e inviabilizando a utilização de parte destes recursos, entre eles a água, que se constitui um dos mais importantes, por ser essencial à vida de todos os seres que habitam a Terra, incluindo o homem. Constata-se que nos últimos 30 anos houve um aumento significativo da atividade industrial em nível mundial e, em especial, nos chamados países emergentes, bem como um número maior de concentrações urbanas e uma acelerada mudança nos padrões de consumo, causando o surgimento dos mais diversos tipos de problemas ambientais. Hoje já se sabe que, muitas vezes, o preço do crescimento desenfreado e incontrolável é muito caro e, em certos casos, se inviabiliza, em função do passivo ambiental gerado nos diversos ecossistemas (ar irrespirável, rios poluídos, espécies animais extintas, entre outros).

Para NUSDEO (1975) apud SANTOS (1996), a responsabilidade do homem sobre o meio em que habita pode ser melhor visualizada quando colocada diante de dois sistemas: o de economia do "cowboy" e da "espaçonave terra". Esta definição pressupõe que a terra deixou de ser um sistema aberto, caracterizado pela economia do "cowboy", onde o homem é o desbravador de fronteiras ilimitadas e o produto de suas atividades é naturalmente absorvido pela natureza, para tornar-se um sistema fechado, caracterizado pela economia do "espaçonave terra", o qual simboliza que todo efeito poluidor tem sua causa derivada da atividade humana e que, uma vez estando em um sistema fechado, o próprio homem terá que conviver com seus efeitos, sejam eles prejudiciais ou não.

Para DIAS et al (1999), a acelerada degradação dos recursos naturais compromete a qualidade de vida das atuais e futuras gerações e, por outro lado, leva a sociedade a buscar modelos alternativos que harmonizem o desenvolvimento econômico com indispensável proteção do meio ambiente. O que se apresenta neste novo cenário é um indicativo de que a proteção ambiental está deixando de ser considerada responsabilidade exclusiva dos órgãos oficiais de meio ambiente, passando a ser compartilhada por todos os setores da sociedade.

A água é um recurso estratégico e um bem comum que deve ser compartilhado por todos. "A água é muito mais do que um recurso natural. Ela é parte integral do nosso planeta. Está presente há bilhões de anos, e atua na dinâmica funcional da natureza" (PIELOU, 1998).

A distribuição de água no globo e sua aparente inesgotabilidade têm levado a humanidade a tratar este recurso renovável e limitado com descaso, uma vez que tanto a

escassez da água, como os excessos em seu consumo, resultam do mau uso dos recursos naturais (CALIJURI E OLIVEIRA, 2000).

Entretanto, amplia-se a percepção de que a água é um recurso finito e de que seu uso deve ser racionalizado, uma vez que os custos de tratamento para abastecimento e de recuperação de lagos, rios e represas são, também, muito altos. No limiar do século XXI, entre outras crises sérias, a crise da água é uma ameaça permanente à humanidade e à sobrevivência da biosfera como um todo. Esta crise tem grande importância e interesse geral, uma vez que coloca em perigo a sobrevivência do componente biológico, impõe dificuldades ao desenvolvimento sócio-econômico, aumenta a tendência a doenças de veiculação hídrica, produz estresses sócio-ambientais e aumenta as desigualdades entre regiões e países. “A água sempre foi recurso estratégico à sociedade. O crescimento populacional e as demandas sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos são algumas das causas fundamentais da crise” (TUNDISI, 2003).

A Unesco, responsável pela criação de pioneiro programa hidrológico nos anos 70, há muito antecipava essa situação da água, reconhecida pela Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio de Janeiro +10), realizada em Johannesburgo em 2002, como um dos desafios mais críticos que o mundo atual enfrenta. Nos dois hemisférios, o acesso à água potável limpa é essencial à segurança humana e ao desenvolvimento sustentável e é considerado cada vez mais como um direito. No entanto, 1,20 bilhões de pessoas não dispõem de serviços de purificação da água. Apesar disso, o mundo conta com água fresca suficiente para cobrir a maior parte das necessidades, mas a distribuição irregular dos recursos hídricos demonstra grandes disparidades sociais e geográficas. O problema está mais ligado à disponibilidade do que à quantidade, sendo esta, também, objeto de preocupação crescente. Os recursos hídricos, dada a sua extrema sensibilidade a atividade humana e à exploração intensiva que emprega engenharia altamente técnica, são, de certa forma, menos naturais a cada dia (MATSUURA 2003).

Diversos critérios podem ser utilizados para caracterizar os usos e a magnitude dos impactos gerados pela ação antrópica nos variados ecossistemas aquáticos, sendo que o planejamento eficiente dos recursos hídricos pressupõe a distribuição equitativa das disponibilidades hídricas entre usos e usuários competitivos. A agricultura, por si só, responde por dois terços do consumo de água obtida nos reservatórios naturais, além disso, em um século, as retiradas mundiais de água aumentaram em 700% e o consumo para fins industriais cresceu trinta vezes. Sendo assim, conclui-se que, quanto maior a escassez, maior a necessidade e a importância do monitoramento da qualidade da água e controle dos níveis de

sua disponibilidade para que seja possível implementar medidas que busquem assegurar reservas e padrões compatíveis com as necessidades dos usuários.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O ciclo da água na natureza

A água na Terra ocupa quase 4/5 de sua superfície, desse total 97% referem-se aos mares e os 3% restantes às águas doces. Dentre as águas doces, 2,7% são formadas por geleiras, vapor de água e lençóis existentes em grandes profundidades (mais de 800m), não sendo economicamente viável seu aproveitamento para o consumo humano. Em consequência, constata-se que somente 0,3% do volume total de água do planeta podem ser aproveitados, sendo 0,01% encontrados em fontes de superfície (rios, lagos e represas) e o restante, ou seja 0,29%, em fontes subterrâneas (poços e nascentes) (FUNASA, 2004).

A radiação solar é a fonte de energia que promove o aquecimento de continentes e oceanos, portanto é responsável pela movimentação ascensional de água através do processo de evaporação, convecção vertical de massas de ar e, conseqüentemente, pelo processo de condensação do vapor d'água. A partir da ação da força gravitacional, obtêm-se as precipitações, escoamentos superficiais e percolação de água nos estratos subterrâneos (SILVEIRA, 1993).

O elemento principal das transformações e circulação da água entre os estratos geológicos, superfície e atmosfera terrestre é o ciclo hidrológico e sua apresentação em etapas distintas e interdependentes, compreende cinco fases distintas, a saber:

- (a) parcela que escorre sobre a superfície da terra, indo aos lagos, arroios, rios e mares e é chamada de parcela de fluxo escorrente;
- (b) parcela que evapora após a chuva e retorna a atmosfera;
- (c) parcela recolhida pela vegetação (parte evapora e parte escorre pelos galhos e troncos indo ao solo);
- (d) parcela que é recolhida pelas conchas naturais e artificiais da superfície terrestre (parte evapora-se e parte infiltra-se);
- (e) parcela que infiltra, em direção aos lençóis freáticos, para constituir a descarga básica dos cursos d'água.

A água subterrânea vem sendo acumulada no subsolo há séculos e somente uma fração desprezível é acrescentada anualmente através das chuvas ou retirada pelo homem. Em compensação a água dos rios é renovada cerca de 31 vezes anualmente. Do total de precipitação que atinge a Terra anualmente, cerca de 70 e 75% volta à atmosfera como evapotranspiração (FUNASA, 2004).

Para RIGHETTO (1998), 86% da água em movimento na atmosfera terrestre é evaporada dos oceanos, com retorno de 80% por precipitação e 6% pelos escoamentos superficiais e subterrâneos. Sobre os continentes 20% da água presente na atmosfera é precipitada, 14% retorna a atmosfera pela evapotranspiração e 6% volta aos oceanos através dos escoamentos superficiais e subterrâneos.

O complexo conjunto de problemas relacionados com as águas superficiais atinge níveis críticos quando não se estabelece um aproveitamento harmonioso para todas as suas formas de uso, ou para um maior número possível delas. “As diversas formas de uso da água devem ser disciplinadas a fim de garantir o melhor aproveitamento econômico e social de uma determinada porção acumulada” (MOTA, 2003).

A maioria dos fenômenos meteorológicos, inclusive os ligados ao ciclo hidrológico, acontece na fina camada inferior da atmosfera terrestre. Logo acima da atmosfera está situada a estratosfera, com espessura variando de 40 a 70 km (onde está a camada de ozônio).

Segundo ASSUNÇÃO (2000), a atmosfera é a denominação dada a camada de gases que envolve a Terra e que se estende até a altitude de 9.600 km. É constituída principalmente de nitrogênio e oxigênio, tendo 75% de sua massa contida na altitude de até 10 km, ou seja, basicamente na troposfera, e 99% dela contida na altitude de até 33 km.

Para SIMÕES (2000), atmosfera é a camada gasosa de 800 km de espessura que envolve a Terra tornando possível a existência de vida. Unida ao planeta por atração gravitacional, a atmosfera é o objeto de estudo da meteorologia, que analisa a sua composição, as propriedades químicas e físicas e os seus campos de movimento.

O ciclo hidrológico, por ser um fenômeno ergótico, só é fechado em nível global, ou seja, os volumes evaporados num determinado local não precipitam necessariamente no mesmo local, porque há movimentos contínuos com dinâmicas diferentes na superfície e na atmosfera terrestre.

O conceito de ciclo hidrológico é usado no meio acadêmico desde o começo dos estudos sobre hidrologia. O ciclo começa com a evaporação da água dos oceanos. O vapor resultante dessa evaporação é transportado através do movimento das massas de ar. Sob determinadas condições, o vapor é condensado até formar nuvens que resultam nas precipitações. A água da precipitação que cai sobre a terra é dispersa em diversos caminhos, sendo a maior parte retida temporariamente no solo e devolvida a atmosfera através da evaporação e transpiração das plantas (LINSLEY, 1985).

Das parcelas consumidas por infiltração, por transformações químicas e pelo processo vegetativo da cobertura do solo, a porção restante alimenta os lençóis subterrâneos. Outra

parcela, por capilaridade, sobe até a superfície e evapora (solo-evaporação). No processo de solo-evaporação, devemos incluir, também, a porção de água que após a ocorrência de chuva fica retida sobre a superfície terrestre.

É possível contabilizar as entradas e saídas de água de uma determinada área teste (bacia hidrográfica) através das variáveis hidrológicas, num processo definido como “balanço hídrico” (ver Figura 01 abaixo), descrito por THORNTHWAITE e MATHER (1955) apud SILVEIRA (1993) e dado por:

$$P - ET - I + G + S - D = 0;$$

onde:

P = precipitação;

ET = evapotranspiração;

I = infiltração;

G = água subterrânea;

S = armazenamento e

D = deflúvio



Figura 01 – Esquema conceitual do Ciclo hidrológico
Fonte: AMBIENTE BRASIL (2005)

A desuniformidade com que a energia solar atinge os diversos locais; o diferente comportamento térmico dos oceanos em relação aos continentes; a quantidade de vapor d'água, de CO₂ e ozônio na atmosfera; a variabilidade espacial de solos e coberturas vegetais e a influência da rotação e inclinação do eixo terrestre na circulação atmosférica (estações do

ano) são os principais fatores que contribuem para a variabilidade nas manifestações do ciclo hidrológico (BERTONI, 1993).

2.2.1 Chuvas – formação e tipologia

A precipitação é o processo pelo qual a água volta à terra pela condensação do vapor atmosférico.

Mudanças nos regimes de precipitações afetam o tempo de recorrência e a magnitude de inundações e secas, alterando o comportamento do escoamento superficial e, desta maneira, as características de recarga das águas subterrâneas. Efeitos combinados podem modificar os fenômenos ligados à formação das nuvens, os padrões de vegetação em larga escala e o comportamento da umidade do solo (GLEICK, 2003).

O vapor de água presente na atmosfera se condensa sob determinadas condições meteorológicas e se mantém suspenso no ar devido à turbulência. O agrupamento das microgotículas com eventuais partículas higroscópicas de gelo e poeira formam um aerossol, que são as nuvens ou nevoeiros. As gotas crescem até não serem mais sustentadas pela convecção dentro da nuvem, então por processo de coalescência e força gravitacional inicia-se a chuva. Quando o vapor d'água transforma-se diretamente em cristais de gelo e estes atingem tamanho e peso suficientes, a precipitação pode ocorrer na forma de neve ou granizo. No trajeto atmosfera-superfície a precipitação já sofre evaporação, podendo até ser totalmente vaporizada em alguns casos (BERTONI, 1993).

A condensação do vapor d'água, no processo de formação das nuvens, se dá por resfriamento ou por compressão, este último pouco verificado na natureza. A condensação por resfriamento pode ser por expansão, por resfriamento direto ou por mescla.

A condensação por expansão adiabática se dá quando a massa de ar não saturada elevando-se num processo convectivo expande-se, com conseqüente resfriamento adiabático. Em face dessa ascensão inicia-se a condensação do vapor.

Segundo SOUZA (1977), a condensação por expansão adiabática é própria das regiões quentes, enquanto a condensação por resfriamento direto é comum e se realiza pelos deslocamentos das massas de ar de uma região para outra de temperatura diferente. No processo de resfriamento direto por contato, temos o chamado processo de inversão, visto que as massas de ar vêm de camadas superiores da atmosfera. Este processo é comum a noite, dando origem aos rócios e geadas, dependendo do grau de temperatura da superfície de contato.

A condensação por mescla é definida pela mistura de duas massas de ar de temperaturas diferentes e em estado de saturação, determinando ao conjunto uma temperatura diferente das massas atuantes, resultando numa condensação. Esta condensação dá origem as nebulosidades, com prováveis chuvas, neves e granizos.

FORSDYKE (1975) sugere que a água existente na atmosfera quando se condensa torna-se visível primeiramente como uma nuvem, se estiver em algum nível superior; ou como um nevoeiro, se estiver perto do solo. A nuvem é constituída por minúsculas gotas de água flutuantes que são transportadas pelas correntes de ar. Se o ar fosse absolutamente limpo e puro, o vapor d' água, ao se resfriar, não se condensaria facilmente em gotas visíveis de tamanho razoável. Todavia o ar, na realidade, está cheio de partículas minúsculas de poeira, fumaça e sal de vaporização do mar (por vezes milhares delas por centímetro cúbico) e são essas partículas que estimulam a formação de gotas de água em sua volta, chamando-se núcleos de condensação. “Quando é ultrapassada a capacidade de saturação do ar, as moléculas de vapor d' água em excesso se condensam em forma de gotas microscópicas sobre as impurezas contidas no ar e servem como os referidos núcleos de condensação das moléculas de vapor de água atmosférica” (HAAG 1985 apud PEREIRA, 1997).

Para o INMET (2005), nuvem é um conjunto visível de partículas minúsculas de água ou de gelo, ou de ambas ao mesmo tempo, em suspensão na atmosfera. Este conjunto pode também conter partículas procedentes, por exemplo, de vapores industriais, de fumaças ou de poeiras. O aspecto de uma nuvem depende essencialmente da natureza, dimensões, número e distribuição no espaço das partículas que a constituem. Depende também da intensidade e da cor da luz que a nuvem recebe, bem como das posições relativas do observador e da fonte de luz (sol e a lua) em relação à nuvem.

SIMÕES (2000) ressalta que as nuvens são compostas por pequenas gotas de água de 0,002 a 0,006 mm de diâmetro, ou por pequenos cristais de gelo, mantidos pelos ligeiros movimentos ascendentes do ar. Para que se formem as gotas que constituem as nuvens, é necessário que existam partículas microscópicas que servem como centros ou núcleos de condensação. Já a precipitação pode iniciar-se através do processo de colisão-coalescência, ou pela formação de cristais de gelo, prevalecendo a coalescência em nuvens quentes (aquelas em que o seu topo não alcança temperaturas inferiores aos 0° C) e com elevado conteúdo aquoso.

Já as precipitações pertencem a três tipos gerais: (a) convectivas; (b) orográficas e; (c) ciclônicas.

As precipitações do tipo convectivas se dão ao longo das regiões equatoriais, onde o movimento principal do ar é o ascensional. Estas correntes ascendentes, em sua expansão adiabática, sofrem um resfriamento que determina condensação e precipitações correspondentes.

Segundo BERTONI (1993), complexos fenômenos de aglutinação e crescimento das microgotículas, em nuvens com presença significativa de umidade (vapor d'água) e núcleos de condensação (poeira ou gelo), formam uma grande quantidade de gotas com tamanho e peso suficientes para que a força da gravidade supere a turbulência normal ou movimentos ascendentes do meio atmosférico.

O processo convectivo pode ser descrito através da observação de alguns fenômenos: aquecimento, pela manhã, das camadas inferiores da atmosfera; expansão ascensional de acordo com este grau de aquecimento; condensação do vapor d'água à medida que baixa a temperatura. À tarde, em virtude do menor aquecimento da superfície terrestre e mesmo em virtude da ação das chuvas, diminui o processo convectivo, com diminuição de suprimento de umidade e conseqüente paralisação das chuvas. “As chuvas convectivas são produzidas como resultado do aquecimento da camada superficial do ar. Esse ar mais quente, sendo menos denso tende a subir, podendo então tornar-se saturado, formando nuvens e dando origem à precipitação” (HAAG 1985 apud PEREIRA, 1997).

Para FORSDYKE (1975), as chuvas ciclônicas são resultantes de uma ascensão geral de ar sobre uma vasta área, talvez com quase 500 km de largura e muito mais extensa. Esse tipo de chuva está associada as depressões e as frentes que as acompanham. A chuva, então, cai regularmente, por vezes durante muitas horas seguidas, de uma extensa camada de nuvens nimbo-estratos ou de espessas alto-estratos de grande profundidade. A ascensão forçada de ventos úmidos, quando estes encontram uma cordilheira ou uma costa alta, causa as chuvas do tipo orográficas.

SOUZA (1977) ressalta que as precipitações orográficas se dão fundamentalmente nas regiões onde existem variações bruscas de altitude, uma vez que se as massas de ar ascendem às alturas deslizando pelas superfícies, se expandem adiabaticamente, resultando em condensação e chuvas. As precipitações ciclônicas acontecem quando o estado normal da atmosfera é perturbado pelas variações básicas e que nos casos de depressões originam correntes ascensionais. Este fenômeno dá origem às chuvas, pouco freqüentes entre as latitudes inferiores a 35°C, ao norte e ao sul. Ao contrário, nas latitudes superiores, estes movimentos são comuns, seguindo trajetórias mais ou menos determinadas.

A quantidade e a distribuição temporal das chuvas são os fatores determinantes do tipo de vegetação e do clima (árido, semi-árido, úmido, etc.) de determinada região. "Existe um forte consenso a respeito de que as mudanças climáticas em níveis globais alteram as taxas de umidade média, através de mudanças nos regimes de precipitações (chuva e neve). As alterações, nos regimes de precipitações, afetam o fluxo dos rios, a recarga subterrânea e inviabiliza a manutenção da vida nos diversos ecossistemas" (GLEICK, 1998).

2.2.2 Infiltração, escoamento superficial e armazenamento subterrâneo

A água proveniente da chuva se distribui superficialmente e no interior do solo, após atingi-lo. Enquanto a superfície não se satura, acontece a infiltração. À medida que o solo vai se saturando a maiores profundidades, o excesso de precipitação não infiltrada gera o escoamento superficial.

SILVEIRA (1993) define que o escoamento superficial acontece no sentido de cotas altas para cotas baixas e se manifesta inicialmente na forma de pequenos filetes de água que se moldam ao micro-relevo do solo. A erosão de partículas de solo pelos filetes e seus trajetos molda uma micro-rede de drenagem efêmera que converge para os rios, arroios e lagos. A vegetação na superfície do solo contribui para obstaculizar o escoamento superficial, favorecendo a infiltração em percurso. A vegetação também reduz a energia cinética de impacto das gotas no solo, minimizando a erosão. Com raras exceções, a água escoada pela rede de drenagem mais estável destina-se aos oceanos. Estes são regidos por fenômenos físicos e meteorológicos, tais como a rotação da Terra, ventos de superfície, variação espacial e temporal da energia solar absorvida e as marés.

A infiltração, do ponto de vista hidrológico, é a passagem da água das precipitações para o interior do solo em condições naturais. O processo de infiltração do pluviômetro, através dos orifícios do terreno, é fenômeno extremamente complexo e seu conhecimento exato é tarefa difícil, senão impossível, dada a variedade dos fatores que a afetam.

LINSLEY (1985) aponta que a umidade do solo se traduz pela capacidade de trânsito da água submetida à força gravitacional através dos espaços dos poros mais largos, do mesmo modo que a capilaridade atua nos poros de menor diâmetro, como a umidade higroscópica aderindo num fino filme formado pelos grãos de solo e vapor d'água. A água, submetida a força gravitacional, permanece em estado de trânsito. Após a chuva, a água se move no interior do solo, através dos poros mais largos, se dispersando dentro dos capilares dos poros ou passando através de zonas de vazios em direção aos aquíferos subterrâneos ou aos canais de correntes de águas higroscópicas. Por outro lado, é retida pela atração molecular e

removida para a atmosfera (evaporação) após se atingir condições climáticas ideais para isso. Sendo assim, conclui-se que a capilaridade é um elemento importante na variação da umidade do solo.

Para BABBITT (1967), parte da água que cai sobre a superfície da terra percola e enche os interstícios até reaparecer na superfície para se juntar a um rio, a um lago ou ao mar. Um estrato subterrâneo saturado com água é chamado de aquífero. A superfície da água subterrânea exposta à pressão atmosférica, abaixo da superfície da terra, é conhecida como lençol freático e como superfície livre. A água subterrânea ocorre mais comumente nos estratos porosos saturados e nas conchas fendidas ou fissuradas. São raros os rios subterrâneos fluindo sob condições de canal aberto e são possíveis de ocorrer unicamente em regiões calcáreas. O lençol freático ou superfície livre sobe e desce de acordo com o volume de precipitação, com a taxa na qual a água é retirada ou adicionada, com a pressão barométrica e sob outras condições. A superfície se inclina no sentido do fluxo subterrâneo, no rumo da saída para a água de superfície. Todo lençol freático vem, afinal, para a superfície da Terra.

BABBITT (1967) ainda ressalta que, em relação às formas sob as quais ocorre a água subterrânea, estão os vales dos rios enterrados ou leitos de velhos lagos; os amplos depósitos sedimentares, tal como ocorre sob as savanas e nos planos do oeste dos Estados Unidos, onde a água pode ser mantida nas rochas porosas ou sob pressão em camadas permeáveis; e estrato poroso no qual a resistência ao fluxo, junto com a taxa de percolação, é suficiente para manter um reservatório de água subterrânea bem acima do nível de saída natural na superfície. A água subterrânea também ocorre como uma lâmina de água doce mantida acima do nível da água salgada adjacente e como bolsões de água, isto é, água mantida em material poroso suportado por uma camada impermeável subterrânea, como uma bacia. A ocorrência de água subterrânea nas regiões geladas constitui um problema especial.

2.1.3 Evaporação e evapotranspiração

A evaporação é o processo segundo o qual a água passa do estado líquido para o estado gasoso. Os fatores determinantes desse processo são físicos e meteorológicos, sendo os principais deles os seguintes: (a) tensão do vapor d'água; (b) insolação; (c) temperatura do ar; (d) temperatura da água; (e) pressão barométrica; (f) ventos; (g) altitude e; (g) natureza da superfície.

SOUZA (1977) lembra que a perda líquida pela evaporação é um processo universal de suma importância, pois as superfícies livres das águas, das terras e das plantas estão

sujeitas à sua ação. Sua influência é capital em projetos de armazenamento d'água para diversos fins, principalmente quando se trata de regiões com baixos níveis de precipitações, podendo ser considerada em três aspectos: (a) evaporação na superfície das águas; (b) evaporação na superfície das terras e; (c) evaporação nas superfícies vegetais.

A temperatura tem grande influência na estrutura molecular da água. Tendo, a temperatura atingido certo limite, a coesão não é mais suficiente para manter as moléculas em estado de agregado. Sua fuga dá origem ao vapor d'água. As moléculas desagregadas ficam sobre a superfície da água, indo parte a atmosfera e sendo parte recapturada, voltando ao estado líquido. O vapor formado e que está próximo à superfície da água pode ser removido através de movimento convectivo, pela ação eólica e por difusão.

Para BRANCO e ROCHA (1976), a água acumulada por efeito da infiltração é restituída a atmosfera por efeito da evapotranspiração. A vegetação exerce função importante com relação a essa devolução, acelerando muito os processos de simples evaporação. A transpiração dos vegetais, realizada com a finalidade básica de garantir um fluxo ascendente, mais ou menos contínuo de seiva rica em nutrientes minerais através de seu caule e ramos, é realizada essencialmente através de um processo de evaporação através da superfície das folhas, o qual é regulado pela umidade relativa do ar e outros fatores. Ora, considerando-se a enorme proporção que representa a somatória da superfície do solo correspondente, é fácil avaliar-se o papel multiplicador ou acelerador desempenhado pela vegetação em relação a transferência de umidade do solo para a atmosfera. Além disso, o sistema radicular de árvores e arbustos, podendo atingir profundidades de dezenas de metros, constitui um mecanismo de alta eficiência em relação a esse transporte, permitindo a movimentação rápida de enormes volumes de água. Daí a importância fundamental da cobertura vegetal com relação a manutenção da umidade atmosférica, regularidade das precipitações pluviométricas e outros fatores ecometeorológicos.

LINSLEY (1985) lembra que a evaporação é um elemento decisivo na concepção de projetos e construção de reservatórios de água em regiões áridas. A evaporação e a transpiração são indicativos de deficiência ou capacidade de umidade de uma bacia, sendo algumas vezes usada para estimar os volumes de escoamentos superficiais e para previsões de vazões dos rios e volumes de lagos, além de ser decisiva para se estabelecer as taxas de suprimento de água em projetos de irrigação.

2.1.4 Bacia hidrográfica

Segundo CARPENTER (1983) apud CALIJURI e OLIVEIRA (2000), a bacia hidrográfica pode ser definida como “a área que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para um ponto comum ao longo de um curso d’água ou rio”, ou seja, ela define a área de captação do escoamento superficial que alimenta um sistema aquático. Desta maneira, qualquer ponto da superfície terrestre faz parte de uma bacia hidrográfica e, portanto, não pode ser considerado de forma pontual, mas como parte de um todo.

Uma bacia hidrográfica é um sistema que integra as conformações de relevo e drenagem. A parcela da chuva que se abate sobre a área da bacia e que irá transformar-se em escoamento superficial, chamada precipitação efetiva, escoam a partir das maiores elevações do terreno, formando enxurradas em direção aos vales. Esses, por sua vez, concentram esse escoamento em córregos, riachos e ribeirões, os quais confluem e formam o rio principal da bacia. O volume de água que passa pelo exutório na unidade de tempo é a vazão ou descarga da bacia. As vazões de uma bacia dependem de fatores climáticos e geomorfológicos. A intensidade, a duração, a distribuição espaço-temporal da precipitação, bem como a evapotranspiração, estão entre os principais fatores climáticos.

A bacia transforma uma entrada de volume concentrada no tempo (precipitação), representada graficamente por um hietograma, em uma saída de água (escoamento), representada graficamente por um hidrograma, de forma mais distribuída no tempo. O hidrograma possui vazões e tempos característicos, os quais são atributos típicos, resultantes das propriedades geomorfológicas da bacia em questão. Essas podem ser sintetizadas pela extensão da bacia, forma, distribuição de relevo, declividade, comprimento do rio principal, densidade de drenagem, cobertura vegetal, tipo e uso do solo, entre outras.

SOUZA (1977) define regime de um curso d’água como sendo o conjunto de ocorrências que se repetem em seus estados sucessivos. Como a lei da variação dos níveis d’água ou de variação da descarga é, em última análise, definidora do regime do curso d’água, sua determinação é condição imediata à caracterização do regime.

Segundo LANNA (1993) defini-se fisiografia da bacia hidrográfica como sendo todos aqueles dados que podem ser extraídos de mapas, fotografias aéreas e imagens de satélite (áreas, comprimentos, declividades e coberturas vegetais), medidos diretamente ou expressos por índices. O escoamento gerado nas superfícies vertentes da bacia hidrográfica pode ser interpretado como uma produção de água de deflúvio e, portanto, as vertentes podem ser

vistas como fontes produtoras, resultando na convergência dos escoamentos superficiais para um único ponto de saída, definido como exultório, conforme Figura 02 abaixo.

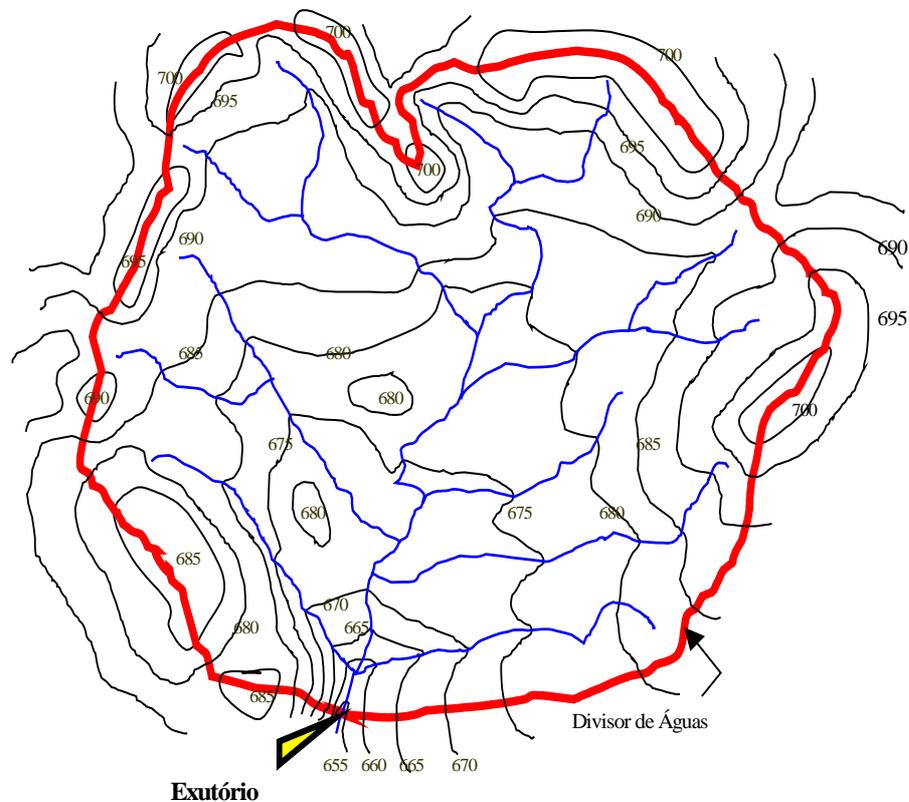


Figura 02 – Esquema conceitual da Bacia hidrográfica
Fonte: AMBIENTE BRASIL (2005)

Assim, por este princípio, a água produzida pelas vertentes tem como destino imediato a rede de drenagem, que se encarrega de transportá-la a seção de saída da bacia.

Uma vez definidos os contornos da bacia, sua área pode ser obtida através de planimetragem direta de mapas que já incorporam a projeção vertical. Também é possível obter a área de uma bacia por mapas arquivados no SIG (Sistema de Informação Geográfica).

2.3 Aproveitamento de recursos hídricos

O consumo de água nas atividades humanas apresenta grande variabilidade nas diversas regiões e países. Os diversos usos múltiplos e as contínuas necessidades de água para atender o crescimento populacional e às demandas industriais e agrícolas têm gerado permanente pressão sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos em todo mundo. A Figura 03 descreve, de modo geral, as tendências no uso mundial da água.

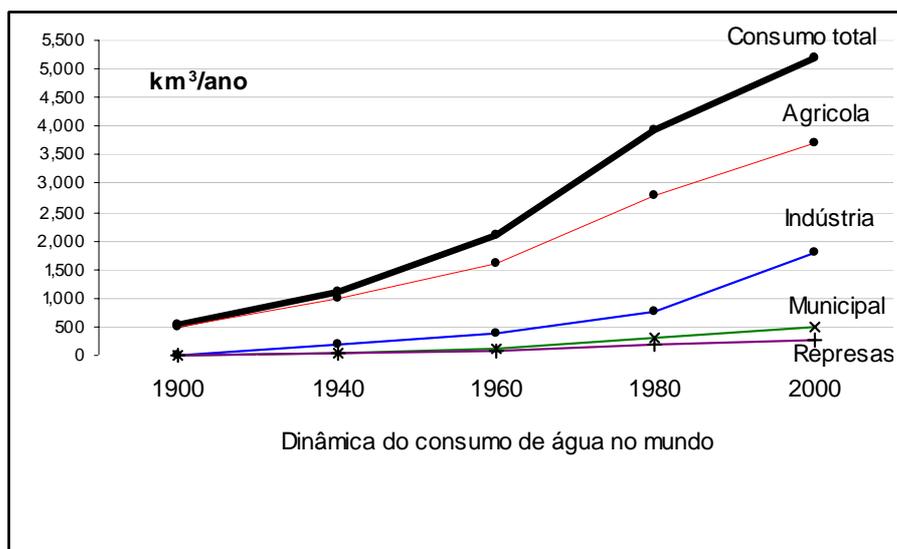


Figura 03 – Tendência de consumo de água no mundo
 Fonte: TUNDISI (2003)

Segundo MOTA (2003), os usos da água podem ser consuntivos (quando há perdas entre o que é retirado e o que retorna ao sistema natural) e não consuntivos. Para este autor alguns usos provocam alterações nas características da água tornando-a imprópria para outras finalidades, sendo assim, observa-se que há necessidade do manejo adequado dos recursos hídricos, compatibilizando-se os seus diversos usos, de forma a garantir a água na qualidade e na quantidade desejáveis aos diversos fins.

Para TUNDISI (2003), os usos múltiplos da água incluem, além da irrigação e da utilização doméstica, a navegação, a recreação e o turismo. As duas últimas atividades são extremamente importantes em regiões do interior dos continentes em que o acesso a recreação em água doce é mais fácil e barato, conseqüentemente, com pressão considerável sobre rios, lagos e represas. Outro uso intensivo da água é na mineração, principalmente na lavagem e purificação de minérios, além de diversificada e múltipla série de processos na indústria, como resfriamento e plantas de lavagem, limpeza e descarga de materiais. Nos Estados Unidos, por exemplo, em 1990 a indústria consumia 120 bilhões de litros por dia para suprir a sua produção total. Em relação a produção de energia hidroelétrica no Brasil, o uso da água para este fim supre cerca de 80% da energia necessária para o País. A produção de energia hidroelétrica, com construção de represas, causa impactos tanto negativos quanto positivos. A produção de 1kw de eletricidade requer 16.000 litros de água, o que dá uma idéia quantitativa dos volumes de água necessários para produzir energia.

Constata-se assim que no manejo dos recursos hídricos é importante considerar-se os aspectos de qualidade e quantidades de água. Os múltiplos usos devem ocorrer de forma

equilibrada, considerando-se a disponibilidade de água em determinada região e a capacidade dos corpos d'água de diluir e depurar os resíduos líquidos.

2.2.1 Uso na irrigação

Atualmente a agricultura depende do suprimento de água a um nível tal que a sustentabilidade da produção de alimentos não poderá ser mantida sem que critérios inovadores de gestão sejam estabelecidos e implementados a curto prazo. Essa condição é fundamentada no fato de que o aumento da produção agrícola não pode mais ser efetuada por meio de mera expansão de terra cultivada. Com poucas exceções, tais como áreas significativas do nordeste brasileiro que vem sendo recuperadas para uso agrícola, em contexto mundial, a terra arável se aproxima muito rapidamente de seus limites de expansão. A grande questão que se antepõe às entidades gestoras de recursos hídricos é associada ao balanço entre oferta e demanda de água para o atendimento das necessidades crescentes da agricultura irrigada (HESPANHOL, 2003).

Para DAKER (1976), o principal fator que impulsiona a humanidade a usar os recursos da irrigação é o crescimento demográfico. Na sua interpretação o uso da irrigação não só é necessário para suprir os déficits de chuva nas regiões úmidas, como também para tornar produtivas as zonas áridas e semi-áridas do globo, que constituem 55% de sua área continental total.

Segundo LIMA e VALARINI (1996), constituem-se impactos ambientais intrínsecos da agricultura irrigada: o risco à degradação dos solos, a alteração microclimática que pode favorecer a incidência de pragas e doenças e a alteração das propriedades químicas e físicas dos corpos d'água sujeitos a poluição. Constituem-se impactos ambientais extrínsecos da agricultura irrigada: a poluição e contaminação por agroquímicos, implicando risco de intoxicação humana e animal, além da alteração da cobertura vegetal provocada pela expansão da área irrigada, com conseqüentes reduções de biodiversidade, alterando o valor dos recursos naturais e a qualidade de vida de agricultores e consumidores.

THOMAS (2005) aponta que embora apenas 20% das terras cultivadas do mundo sejam irrigadas, essa área produz 40% de toda a produção mundial de alimentos. Até 2025, a agricultura irrigada terá de produzir 70% dos alimentos do mundo para alimentar dois bilhões de pessoas a mais do que hoje. Ao todo, estima-se que as necessidades hídricas mundiais devam dobrar nos próximos 25 anos e que quatro bilhões de pessoas (metade da população mundial) poderão enfrentar grave escassez de recursos hídricos até o ano 2025.

2.2.2 Uso em abastecimento urbano

A densidade populacional nas grandes cidades tem crescido significativamente nos últimos anos, aumentando também a demanda por água. O fornecimento de água para as áreas urbanizadas é fortemente prejudicado pela poluição e pela falta de planejamento urbano.

Com relação a urbanização e seus impactos no ciclo hidrológico e na qualidade das águas, TUNDISI (2003) aponta a rápida taxa de urbanização como desencadeadora de inúmeros efeitos diretos e indiretos sobre o meio ambiente. Esse tipo de ação antrópica tem grandes conseqüências, alterando substancialmente a drenagem e produzindo problemas a saúde humana, além de impactos como enchentes, deslizamentos e desastres provocados pelo desequilíbrio no escoamento das águas.

De forma geral, podemos caracterizar o sistema urbano de fornecimento de água como um ciclo fechado, tendo algumas etapas principais: captação, tratamento para uso, reservação, distribuição, captação de águas residuárias e tratamento para posterior descarga nos rios, lagos ou litorais. Este sistema parece ser muito simples, mas na realidade muitos fatores interferem no ciclo; raras são as cidades que tratam seus esgotos (em média, 80% da água distribuída pelo sistema de abastecimento público e efetivamente usada nas atividades humanas é transformada em esgoto), além do que, em vários trechos de rios há cidades que captam a jusante dos pontos de descargas de outras cidades, o que vai tornando o tratamento cada vez mais difícil e oneroso.

Para DIAS et al (1999), o abastecimento de água pode ser de caracter individual ou coletivo, este último, na forma de sistema de abastecimento público destinado a atender as demandas de áreas urbanizadas. É importante ressaltar que as soluções individuais se aplicam as zonas rurais, mas ainda são muito utilizadas em cidades, devido a existência de sistemas coletivos, o que tem resultado, muitas vezes, em problemas sanitários, pois nem sempre é garantida a qualidade indispensável ao consumo humano. O tratamento de água para abastecimento varia conforme o porte do sistema adotado, os padrões de qualidade da água bruta e os padrões de potabilidade da água a ser servida. Já o tratamento de esgoto adotado pode ser individual ou coletivo. Nas aglomerações urbanas é recomendável que exista um sistema coletivo de esgotamento composto de rede coletora e estação de tratamento para águas residuárias. As soluções individuais são indicadas para o meio rural ou para áreas de baixa densidade populacional. Em ambas as situações a adoção do esgotamento sanitário poderá causar novos danos ao homem e ao meio ambiente, caso não seja planejado e implantado de acordo com as recomendações técnicas pertinentes.

Segundo IBGE (2002), o acesso à água tratada é fundamental para a melhoria das condições de saúde e higiene nas cidades e no campo. Associado a outras informações ambientais e sócio-econômicas (saúde, educação e renda) é um indicador universal de desenvolvimento sustentável. Trata-se de um fator importante para a caracterização básica da qualidade de vida da população e, também, para o acompanhamento das políticas públicas de saneamento básico e proteção ambiental. Ao permitir a discriminação das áreas urbanas e rurais, fornece subsídios para análise de suas diferenças.

2.2.3 Uso para recreação

Com o crescimento das populações, cada vez mais há necessidade de serem criadas áreas de lazer. As atividades de recreação que envolvem o uso da água podem ser enfocadas sob dois aspectos: recreação com contato primário e recreação com contato secundário. Na primeira, o indivíduo entra em contato com água (natação, mergulho, esqui, surf, etc.). Na segunda hipótese a relação água-indivíduo é muito acidental (é o caso de esportes náuticos como remo, vela, etc.) (ROCHA, 1976).

Os corpos d'água contaminados por esgotos sanitários expõem os banhistas a riscos de doenças devido à presença de bactérias, vírus e protozoários e têm contribuído para acelerar a instalação de sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário. A balneabilidade das águas reflete a qualidade destas, destinadas ao uso de recreação. Estes critérios se baseiam em indicadores a serem monitorados e seus valores são confrontados com padrões pré-estabelecidos para identificar condições de balneabilidade em um determinado local, inclusive para definir classes e orientar melhor os usuários. De acordo com a classificação estabelecida pela Resolução, as águas impróprias para banho são as que apresentam acima de 1.000 coliformes fecais por 100 mL de água em no mínimo duas amostras de cinco analisadas, ou quando o valor obtido na última amostragem for superior a 2.500 coliformes fecais ou 2.000 *Escherichia coli* (PEREIRA et al, 2002).

2.3 Requisitos de qualidade das águas

2.3.1 Critérios e padrões de qualidade da água

Nas atividades econômicas do homem o conceito de qualidade é invariavelmente associado ao uso de um bem ou serviço. Dessa associação derivam as definições de qualidade baseadas em adequação ao uso, satisfação do usuário, etc. e o estabelecimento de padrões de qualidade, ou seja, características que definem um bem ou serviço que atende às necessidades do uso a que ele se destina. A adequação ao uso resulta da conformidade daquele bem ou

serviço com essas características. A aplicação desses conceitos ao caso da água e seus diversos usos levou à definição dos padrões de qualidade da água. Assim, a qualidade de uma água (entendendo-se a expressão “uma água” como uma porção limitada de água) pode ser avaliada a partir da sua comparação com esses padrões (BLUM, 2003).

A Resolução CONAMA nº 20/86, de 18/08/86, dividiu as águas do território nacional em 09 classes, sendo 05 classes de águas doces (salinidade < 0,05%), 02 classes de águas salobras (salinidade entre 0,05% e 3%) e 02 classes de águas salinas (salinidade > 3%). Esta Resolução revisada em 17/03/05, e reeditada sob o nº 357/05 estabelece, também, os parâmetros físicos, químicos e biológicos que as definem.

De maneira geral, a classificação das águas relaciona os usos considerados mais nobres (águas doces - classe especial, 1, 2, 3 e 4) e menos nobres (águas salinas – 5 e 6; águas salobras - 7 e 8) com os padrões mínimos de qualidade exigidos para cada uso preponderante. Todos os Estados possuem órgãos ambientais e legislação específica, que podem ser mais restritivas, para a proteção da qualidade das águas.

Em relação as águas doces, CALJURI e OLIVEIRA (2000) destacam, resumidamente, seus usos preponderantes e alguns requisitos exigidos pela Resolução CONAMA nº. 20/86, e mantidos pela Resolução 357/05, de acordo com cada uma das 05 classes, a saber:

1. Classe especial. Águas destinadas ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas. Nessas águas foram estabelecidas restrições quanto a coliformes totais, que deverão estar ausentes em qualquer amostra. Não são tolerados lançamentos de resíduos líquidos e sólidos de qualquer espécie, mesmo quando tratados.
2. Classe 1. Águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças e frutas cultivadas rente ao solo e consumidas cruas e á agricultura de espécies destinadas à alimentação humana. Para as águas de classes 1 a 3, foram estabelecidos padrões de qualidade com restrições para materiais flutuantes, óleos e graxas, substâncias que comuniquem gosto ou odor, corantes artificiais, substâncias que formem depósitos objetáveis, os quais deverão ser virtualmente ausentes; coliformes, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD), turbidez, cor, pH e uma extensa lista de substâncias potencialmente prejudiciais, como sólidos totais, nutrientes, fenóis, detergentes, solventes, metais pesados, biocidas organoclorados e fosforados, carbonatos e

outras substâncias orgânicas e inorgânicas tóxicas, cancerígenas ou de outro efeito nocivo, que devem obedecer a determinados limites quantitativos, em função de cada classe.

3. Classe 2. Águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, e à agricultura.
4. Classe 3. Águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras e a dessedentação de animais.
5. Classe 4. Águas destinadas à navegação, à harmonia paisagística e aos usos menos exigentes. Para as águas da classe 4 há apenas restrições para materiais flutuantes, odor e aspecto, óleos, graxas e substâncias sedimentáveis, limites quantitativos para fenóis, OD e pH.

Segundo BRANCO (1989) apud CALIJURI e OLIVEIRA (2000), essa legislação representou um retrocesso e não um avanço no campo da ecologia e do saneamento, uma vez que a referida resolução tornou obrigatória a determinação de mais de 70 parâmetros em concentrações que vão até a 5ª casa decimal, exigindo, para isso, equipamentos caros e sofisticados, não disponíveis na imensa maioria dos laboratórios destinados a avaliar a qualidade da água no país.

Além dos padrões de qualidade dos corpos receptores, a Resolução CONAMA nº. 357/05 apresenta, também, padrões para lançamento de efluentes nos corpos d'água. Por outro lado, as Portarias nºs. 274 e 1490 de 29/12/2000, ambas editadas pelo Ministério da Saúde, fixam, respectivamente, os padrões de balneabilidade e potabilidade da água diretamente fornecida para consumo humano.

Existe um interrelacionamento entre os padrões de qualidade de corpos receptores e os padrões de lançamento de efluentes, que se dá no sentido de que um efluente, além de satisfazer os padrões de lançamento, deve proporcionar condições tais de maneira a atender os padrões de qualidade para corpos receptores. Já por meio dos padrões de balneabilidade, as águas podem ser classificadas em excelentes, muito boas, satisfatórias ou impróprias, com base no número de coliformes fecais e totais.

2.3.2 Parâmetros de qualidade da água

Segundo VON SPERLING (1996), os diversos componentes presentes na água e que alteram o seu grau de pureza podem ser retratados de uma maneira ampla e simplificada, em termos das suas características físicas, químicas e biológicas. Estas características podem ser traduzidas na forma de parâmetros de qualidade da água. As principais características da água podem ser expressas como:

- Características físicas. As impurezas enfocadas do ponto de vista físico estão associadas, em sua maior parte, aos sólidos presentes na água. Estes sólidos podem ser em suspensão, coloidais ou dissolvidos, dependendo do seu tamanho.
- Características químicas. As características químicas de uma água podem ser interpretadas através de uma das duas classificações: matéria orgânica ou inorgânica.
- Características biológicas. Os seres presentes na água podem ser vivos ou mortos. Dentre os seres vivos, têm-se os pertencentes aos reinos animal e vegetal, além dos protistas.

Segundo RICHTER e NETTO (1991), a qualidade de uma água é definida por sua composição química, física e bacteriológica. As características desejáveis de uma água dependem de sua utilização. Para o consumo humano, por exemplo, há necessidade de uma água pura e saudável, isto é, livre de matéria suspensa visível, cor, gosto e odor, de quaisquer organismos capazes de provocar enfermidades e de quaisquer substâncias orgânicas ou inorgânicas que possam produzir efeitos fisiológicos prejudiciais. A qualidade de determinada água é avaliada por um conjunto de parâmetros determinados por uma série de análises físicas, químicas e biológicas.

2.3.2.1 Parâmetros físicos

A caracterização das impurezas físicas da água pode ser feita a partir da classificação dos sólidos por tamanho: sólidos em suspensão ($10^{-3}\mu\text{m} < \text{algas, protozoários e bactérias} > 10^0\mu\text{m}$), sólidos coloidais ($10^{-3}\mu\text{m} < \text{vírus e bactérias} < 10^0\mu\text{m}$) e sólidos dissolvidos (sais e matéria orgânica $< 10^{-3}\mu\text{m}$); ou por meio de suas características químicas.

As principais características físicas da água são: (a) cor, (b) turbidez; (c) sabor; (d) odor; e (e) temperatura.

Segundo OLIVEIRA (1976), estas características exercem certa influência no consumidor leigo, pois dentro de determinados limites não tem relação com inconvenientes de

ordem sanitária. Contudo, sendo perceptíveis pelo consumidor, independentemente de um exame, o seu acentuado teor pode causar certa repugnância a consumidores mais ou menos exigentes; pode, também, favorecer uma tendência para a utilização de águas de melhor aparência, porém de má qualidade sanitária.

2.3.2.1.1 Cor (Unidade Hazen - hH; padrão platina-cobalto)

A cor resulta da existência na água de substâncias em solução (sólidos dissolvidos). Pode ser causada pelo ferro ou manganês, pela decomposição de matéria orgânica da água (principalmente vegetais), pelas algas ou pela introdução de esgotos industriais e domésticos (MOTA, 2003).

Para ROCHA (1976), no ambiente natural há sempre falta de transparência, devido a presença de partículas e substâncias diversas, de forma que a luz nunca é integralmente absorvida. Como a luz é policromática, isto é, composta de ondas de comprimentos diversos, cada qual com capacidade diferente de penetração, as massas d'água, em geral, apresentam coloração que varia de azul esverdeado ao marrom, dependendo da composição química e da profundidade.

É importante ressaltar a diferença entre cor aparente e cor verdadeira. A primeira pode ter embutida em seu valor uma parcela devido a turbidez da água; a segunda é obtida após processo de centrifugação e remoção do valor de cor aparente.

A Teoria da Flutuação, de Smoluchowski–Einstein, defende que mesmo não existindo partículas em suspensão, há certa dispersão da luz causada por variação de densidade devido a movimentos angulares das moléculas. Essa dispersão é proporcional à quarta parte da energia do comprimento de onda. Quando existem partículas em suspensão, o efeito da dispersão é bastante aumentado pela reflexão da luz nas mesmas. Se as partículas são pigmentadas refletem-se luzes coloridas que, combinando com o efeito de filtro óptico da água, produz uma cor mista. Outras vezes, as matérias químicas, provenientes de restos vegetais em decomposição bacteriana como folhas, caules, etc., são responsáveis pela coloração geralmente amarelada de certos lagos e rios. Ainda, segundo ROCHA (1976), essa é a chamada cor específica ou verdadeira; cor aparente seria devido à influência e reflexos do ambiente exterior, como nuvens e vegetação marginal ou então da natureza do solo.

2.3.2.1.2 Turbidez (Unidade de Turbidez – uT; Jackson ou nefelométrica)

A turbidez representa a dificuldade que um feixe de luz encontra para atravessar certa quantidade de água, conferindo uma aparência turva à mesma. Essa medição é feita com o

turbidímetro ou nefelômetro, que compara o espalhamento de um feixe de luz ao passar pela amostra com o de um feixe de igual intensidade, ao passar por uma suspensão padrão. Quanto maior o espalhamento, maior será a turbidez.

Segundo VON SPERLING (1996), os sólidos em suspensão representam a forma do constituinte responsável pela turbidez, sendo que as origens naturais são expressas em partículas de rocha, argila, silte, algas e outros microorganismos. A origem natural não traz inconvenientes sanitários diretos, porém é esteticamente desagradável na água potável e os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microorganismos patogênicos. A origem antropogênica de turbidez pode estar associada a compostos tóxicos e organismos patogênicos. Em corpos d'água, a turbidez pode reduzir a penetração a luz, prejudicando a fotossíntese.

Para SANTOS et al (1999), a turbidez da água é atribuída principalmente às partículas sólidas em suspensão, que diminuem a claridade e reduzem a transmissão da luz no meio. No tratamento de água para abastecimento, a turbidez pode reduzir a eficiência da cloração pela proteção física dos microorganismos do contato direto com os desinfetantes, além de transportar matéria orgânica absorvida que pode provocar alteração de sabor e odor. Estudos mais recentes associam à variável turbidez em mananciais, que recebem despejos de esgotos domésticos, à presença de organismos patogênicos, tornando-se além de um parâmetro de controle estético um parâmetro sanitário de qualidade.

Em relação aos agentes causadores de turbidez na água, é possível que estes materiais possam ser originários do solo (quando não há mata ciliar), de atividades de mineração (como a retirada de areia ou a exploração de argila), de indústrias, ou o esgoto doméstico, lançado no manancial sem tratamento. As águas de lagos, lagoas, açudes e represas apresentam, em geral, baixa turbidez, porém estes valores são variáveis em função dos ventos e das ondas que, nas partes rasas, podem revolver os sedimentos do fundo. Normalmente, após uma chuva forte, as águas dos mananciais de superfície ficam turvas graças ao carreamento dos sedimentos das margens pela enxurrada. Assim, os solos argilosos e as águas em movimentação, ocasionam turbidez.

2.3.2.1.3 Temperatura (Graus Celsius – C°)

De maneira geral, a temperatura da água apresenta pequena variação temporal durante o dia, garantindo a sobrevivência e proliferação dos seres aquáticos. “Mudanças na temperatura podem provocar modificações em outras propriedades da água, tais como: (a) redução da viscosidade pela elevação da temperatura (podendo ocorrer o afundamento de

muitos microorganismos aquáticos, principalmente do fitoplâncton); (b) aumento da densidade da água pela redução de temperatura, que ocorre até uma temperatura de 4° C, abaixo da qual a densidade diminui. A água possui densidade máxima a 4° C, assim quanto maior a temperatura, menor o teor de oxigênio dissolvido na água (MOTA, 1997)”.

Para AMBIENTE BRASIL (2005), nos ecossistemas aquáticos continentais, a quase totalidade da propagação do calor ocorre por transporte de massa d’água, sendo a eficiência desta propagação função da ausência ou presença de camadas de diferentes densidades. Em lagos que apresentam temperaturas uniformes em toda a coluna, a propagação do calor através de toda a massa líquida pode ocorrer de maneira bastante eficiente, uma vez que a densidade da água nessas condições é praticamente igual em todas as profundidades, sendo o vento o agente fornecedor da energia indispensável para a mistura das massas d’água. Por outro lado, quando as diferenças de temperatura geram camadas d’água com diferentes densidades, que por si só formam uma barreira física, impedindo que se misturem e se a energia do vento não for suficiente para misturá-las, o calor não se distribui uniformemente, criando a condição de instabilidade térmica. Quando ocorre este fenômeno, o ecossistema aquático está estratificado termicamente. Os estratos formados freqüentemente estão diferenciados física, química e biologicamente.

Há que se considerar ainda, que o represamento de um de seus rios é um outro fator que contribui para a elevação das temperaturas da água. A modificação da correnteza, que se torna mais lenta, cria massas de água com temperaturas das camadas superficiais mais elevadas do que a temperatura média da água do rio (BRANCO e ROCHA, 1976).

2.3.2.2 Parâmetros químicos

Para OLIVEIRA et al (1976), as características químicas das águas são provenientes de substâncias dissolvidas, geralmente avaliáveis por meios analíticos. São de grande importância, tendo em vista suas conseqüências sobre os organismos dos consumidores ou sob o aspecto higiênico, bem como sob o aspecto econômico. Assinale-se ainda a utilização de certos elementos como cloretos, nitritos e nitratos, bem como o teor de oxigênio consumido como indicadores de poluição, permitindo-se concluir se a poluição é recente ou remota, se é maciça ou tolerável. As características químicas das águas são determinadas por meio de análises experimentais, seguindo métodos adequados e padronizados para cada substância.

São alguns parâmetros químicos de avaliação da qualidade das águas: (a) potencial hidrogeniônico; (b) sólidos; (c) oxigênio dissolvido; (d) demanda bioquímica de oxigênio; (e) demanda química de oxigênio; (f) ferro total; (g) nitrogênio total e; (h) fósforo total.

2.3.2.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico é a medida de acidez ou alcalinidade de uma solução. Há uma escala para o grau de acidez ou alcalinidade de uma solução. Trata-se da escala logarítmica de pH que se estende de 0 (muito ácida) a 14 (muito alcalina).

Assim, tomando como exemplo três amostras de substâncias: (a) pH=6,5; (b) pH=5,5; e (c) pH=4,5; conclui-se que (b) é 10 vezes mais ácida do que (a) e (c) é 100 vezes mais ácida que (a) e 10 vezes mais ácida que (b). Um aumento de uma unidade na escala de pH significa, de fato, uma diminuição de 10 vezes na acidez e um correspondente aumento na alcalinidade da solução.

Para CETESB (1978), a concentração relativa dos íons hidrogênio na água indica se essa atua como um ácido fraco ou como uma solução alcalina. Quando a quantidade de íons hidrogênio é excessiva em relação aos outros íons, resulta uma reação ácida. Tais águas tendem a atacar os metais. A concentração dos íons hidrogênio é expressa pelo seu pH. Um pH igual a 7 indica uma solução neutra, nem ácida, nem alcalina. Se for menor que 7, indica uma condição ácida; maior que 7 corresponde a uma solução alcalina. Uma molécula de água (H_2O) tem uma leve tendência de romper-se em dois íons do mesmo modo que alguns dos minerais dissolvidos. A fórmula H_2O pode formar a fórmula HOH ; quando se ioniza, dividi-se em duas partes, o cátion H^+ e o anion OH^- , chamado, este último, íon hidroxila ou oxidrila. Na água pura uma pequena proporção de moléculas se ioniza. O número de íons hidrogênio em tal concentração é expresso pelo pH 7.

A acidez é a capacidade (oposta a alcalinidade) de neutralização de uma base ou álcali. Embora se considere ácida qualquer água com pH abaixo de 7, a acidez mineral livre só se verifica com pH inferior a 4,5 (SANTOS FILHO, 1983)

A alcalinidade é a quantidade de íons na água que reagirão para neutralizar os íons hidrogênio. Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos, carbonatos e os hidróxidos. As origens naturais da alcalinidade são a dissolução de rochas e as reações do dióxido de carbono (CO_2), resultantes da atmosfera ou da decomposição da matéria orgânica com a água. Além desses, os despejos industriais são responsáveis pela alcalinidade nos cursos d'água. No controle de tratamento d'água, a alcalinidade se constitui uma variável

importante a ser avaliada, estando relacionada com a coagulação, redução de dureza e prevenção da corrosão em tubulações (PROJETO ÁGUAS E MINAS, 2005).

2.3.2.2.2 Sólidos (mg/L)

Quase todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga total de sólidos presentes em uma amostra. Os sólidos podem ser classificados de acordo com seu tamanho e características químicas.

Para NUVOLARI (2003), a presença de resíduos sólidos nas águas leva a um aumento da turbidez, influenciando diretamente na entrada de luz e diminuindo o valor de saturação do oxigênio dissolvido.

VON SPERLING (1996) ressalta que a divisão dos sólidos por tamanho é, sobretudo, uma divisão prática. Por convenção diz-se que as partículas de menores dimensões, capazes de passar por um papel de filtro de tamanho especificado correspondem aos sólidos dissolvidos, enquanto que as de maiores dimensões, retidas pelo filtro, são consideradas sólidos em suspensão. A rigor, os termos sólidos filtráveis e sólidos não filtráveis são mais adequados. Numa faixa intermediária situam-se os sólidos coloidais, de grande importância no tratamento de água, mas de difícil identificação pelos métodos simplificados de filtração em papel. Nos resultados das análises de água, a maior parte dos sólidos coloidais entra como sólidos dissolvidos e o restante como sólidos em suspensão. Ao se submeter os sólidos a uma temperatura elevada (550° C), a fração orgânica da água é volatilizada, permanecendo, após a combustão, apenas a fração inorgânica. Os sólidos voláteis representam, portanto uma estimativa de matéria orgânica nos sólidos, ao passo que os sólidos não voláteis (fixos) representam a matéria inorgânica ou mineral.

Como o próprio nome já diz, o material em suspensão é o material particulado não dissolvido, encontrado suspenso no corpo d'água, composto por substâncias inorgânicas e orgânicas, incluindo-se aí os organismos planctônicos (fito e zooplâncton). Sua principal influência é na diminuição na transparência da água, impedindo a penetração da luz (AMBIENTE BRASIL, 2005).

Segundo CAIADO et al (1999), nos rios brasileiros, na maioria dos casos, a carga de sólidos em suspensão é bem maior que a carga de sólidos dissolvidos, principalmente na estação chuvosa. “Já o aporte de efluentes domésticos e industrial amplia significativamente a concentração de sólidos dissolvidos nas águas dos rios afetados por estas descargas (CAIADO, 1994)”.

2.3.2.2.3 Oxigênio dissolvido (mg/L)

A introdução de oxigênio na água se dá por meio de difusão atmosférica ou de atividade fotossintética de plantas aquáticas, sendo, posteriormente, consumido durante a decomposição aeróbia de substâncias orgânicas, oxidação de alguns compostos inorgânicos e respiração de organismos presentes no meio aquático. Em zonas de águas limpas, a concentração de oxigênio dissolvido, quase sempre, varia durante o dia. Esta variação diurna depende da intensidade das atividades fotossintéticas e das mudanças de temperatura. No caso de intensificação das atividades fotossintéticas de plantas aquáticas ou da acentuação da turbulência, pode ocorrer uma supersaturação de oxigênio na água. Uma amostra de água a 15° C tem sua concentração saturada de oxigênio por volta de 10 mg/L. A alta quantidade de oxigênio dissolvido é um importante indicador da qualidade de uma água, assim como, em baixa quantidade, serve de indicador das fontes de poluição causada nas águas superficiais por despejos orgânicos. O oxigênio dissolvido é de vital importância para a sobrevivência dos peixes, sendo que uma concentração de 3 à 4 mg/L é usualmente considerada baixa para este fim (PITTER, 1993).

Valores de oxigênio dissolvido inferiores ao valor de saturação podem indicar a presença de matéria orgânica e valores superiores a existência de crescimento anormal de algas, uma vez que, como já foi citado, elas liberam oxigênio durante o processo de fotossíntese.

Para CETESB (2002), a contribuição fotossintética de oxigênio só é expressiva após grande parte da atividade bacteriana na decomposição de matéria orgânica ter ocorrido, bem como após terem se desenvolvido também os protozoários que, além de decompositores, consomem bactérias clarificando as águas e permitindo a penetração de luz. Este efeito pode “mascarar” a avaliação do grau de poluição de uma água, quando se toma por base apenas a concentração de oxigênio dissolvido. Sob este aspecto, águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da concentração de saturação. No entanto, uma água eutrofizada pode apresentar concentrações de oxigênio bem superiores a 10 mg/L, mesmo em temperaturas superiores a 20° C, caracterizando uma situação de supersaturação. Isto ocorre principalmente em lagos de baixa velocidade onde chegam a se formar crostas verdes de algas na superfície.

Em síntese, o oxigênio dissolvido é consumido por bactérias durante o processo metabólico de conversão da matéria orgânica em compostos simples e inertes, como água e

gás carbônico (CO₂). Com isso crescem e se multiplicam e mais oxigênio dissolvido é consumido enquanto houver matéria orgânica proveniente das fontes de poluição.

2.3.2.2.4 Fósforo total (mg/L)

Segundo WASTEWATER (1991), o fósforo é um importante elemento para o crescimento de algas e outros organismos no meio aquático. As águas drenadas superficialmente (run-off) e as descargas residuárias domésticas e industriais podem aumentar os níveis de concentração dos compostos de fósforo, promovendo o crescimento excessivo de algas na superfície destes corpos d'água receptores. As descargas residuárias municipais, por exemplo, em média, contém de 4 à 15 mg/L de componentes fosforados. As formas usuais de componentes fosforados encontrados em soluções aquáticas incluem os ortofosfatos, os polifosfatos e os fosfatos orgânicos. Os fosfatos orgânicos são a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo. Os ortofosfatos, por outro lado, são representados pelos radicais, que se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas. Os polifosfatos ou fosfatos condensados são polímeros de ortofosfatos. No entanto, esta terceira forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, porque os polifosfatos sofrem hidrólise se convertendo rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais.

Para PROJETO ÁGUAS E MINAS (2005), a presença de fósforo nas águas pode ter origem na dissolução de compostos do solo (escala muito pequena), despejos domésticos e/ou industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes. A utilização crescente de detergentes de uso doméstico e industrial favorece muito o aumento das concentrações de fósforo nas águas. Concentrações elevadas de fósforo podem contribuir, da mesma forma que o nitrogênio, para a proliferação de algas e acelerar, indesejavelmente, em determinadas condições, o processo de eutrofização. Por outro lado, o fósforo é um nutriente fundamental para o crescimento e multiplicação das bactérias responsáveis pelos mecanismos bioquímicos de estabilização da matéria orgânica.

Em relação ao processo de eutrofização, PROSSIGA (2005) ressalta que a água, quando acrescida de nutrientes, principalmente compostos nitrogenados e fosforados, sofre a proliferação de algas que proporciona a redução dos níveis de oxigênio dissolvido, o que pode levar a morte de parte da biota. Em geral, o enriquecimento de componentes fosforados na água se dá devido aos depósitos de fertilizantes usados na agricultura ou do lixo e esgotos domésticos, além dos resíduos industriais.

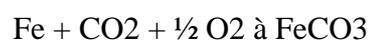
2.3.2.2.5 Nitrogênio total (mg/L)

Para NUVOLARI (2003), o reservatório natural de nitrogênio é o ar atmosférico, mistura de gases na qual o N₂ aparece na proporção de 78,08% em volume. Segundo ele, as plantas absorvem o nitrogênio na forma inorgânica, amoniacal (NH₄⁺), na forma de nitrato (NO₃⁻), ou ainda na forma orgânica [(NH₄)₂CO]. Dentre os chamados nutrientes essenciais, o nitrogênio é o mais importante, pois é absorvido em maior quantidade pelas plantas. Estas o imobilizam em suas proteínas na forma de radicais NH₂ (aminas). Nessa forma imobilizada, o nitrogênio é chamado de “orgânico”. Os microrganismos, de forma geral, também absorvem o nitrogênio nas formas de amônia e de nitrato, imobilizando-os na forma de nitrogênio orgânico no protoplasma de sua célula. Sob condições anóxicas (situação em que não existe oxigênio dissolvido na água, mas existe nitrato), alguns microrganismos utilizam na oxidação da matéria orgânica, o oxigênio presente na molécula do nitrato (NO₃⁻) devolvendo o nitrogênio molecular N₂ à atmosfera, fenômeno este conhecido por desnitrificação. Os animais absorvem as proteínas vegetais ou animais, onde o nitrogênio encontra-se na forma orgânica (imobilizada). Em seus dejetos, de modo geral, os animais restituem o nitrogênio, também, na forma orgânica. Em pouco tempo, porém, sob a ação dos microrganismos decompositores, vai sendo liberado o nitrogênio na forma amoniacal e posteriormente, pelo fenômeno da nitrificação, este passa pelas formas de nitritos e, em seguida, de nitratos novamente disponíveis para as plantas e microrganismos.

Segundo MOTA (2003), o nitrogênio pode estar presente na água sob várias formas (molecular, amônia, nitrito, nitrato); é um elemento indispensável ao crescimento de algas, mas, em excesso, pode ocasionar um exagerado desenvolvimento desses organismos (eutrofização). Na forma de nitrato (quando em concentrações muito elevadas na água) pode causar a metemoglobinemia e, na forma de amônia, é tóxico aos peixes.

2.3.2.2.6 Ferro total (mg/L)

Segundo PITTER (1993), as formas de ocorrência de ferro dissolvido e não dissolvido em meios aquáticos dependem, principalmente, dos níveis de pH e da presença de formações complexas de substâncias orgânicas e inorgânicas. O ferro aparece principalmente em águas subterrâneas devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água, conforme a reação:



Para CETESB (2002), o carbonato ferroso é solúvel e freqüentemente é encontrado em águas de poços contendo elevados níveis de concentração de ferro. Nas águas superficiais, o

nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens. Também pode ser importante a contribuição devida à efluentes industriais, pois muitas indústrias metalúrgicas desenvolvem atividades de remoção da camada oxidada (ferrugem) das peças antes de seu uso, processo conhecido por decapagem, que normalmente é precedida pela passagem da peça em banho ácido. Nas águas tratadas para abastecimento público, o emprego de coagulantes a base de ferro provoca elevação em seu teor. O ferro, apesar de não se constituir em um tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição.

2.3.2.2.7 Demanda bioquímica de oxigênio (mg/L)

É o consumo de oxigênio que pode ocorrer em meio aquático em função da respiração de organismos vivos presentes nesse meio. Numa definição mais simplista, podemos dizer que a DBO significa o “roubo” de oxigênio que é provocado em um corpo receptor pelo lançamento de uma determinada água residuária. Por exemplo, os esgotos sanitários apresentam $DBO_5^{20^\circ C}$ (a $20^\circ C$ e 5 dias de incubação) na faixa de 200 à 600 mg/L, geralmente. Isso significa que, ao se lançar um litro de esgotos em um rio, ocorrerá uma “retirada” de cerca de 200 à 600 mg de oxigênio em função da respiração dos microrganismos que decompõem os componentes biodegradáveis desse esgoto. Cada pessoa ocasiona, por dia, uma demanda de 40 à 60 g de $BO_5^{20^\circ C}$ no receptor dos esgotos da cidade, ou seja, grosseiramente pode-se afirmar que cada pessoa é responsável pela demanda de 40 a 60 g por dia de oxigênio do rio, lago ou oceano onde é feito o lançamento de seus esgotos (CAMPOS, 2000).

Segundo CAIADO et al (1999), a demanda bioquímica de oxigênio é definida como a quantidade de oxigênio requerida para a estabilização da matéria orgânica e oxidação de materiais inorgânicos, tais como sulfetos e ferro-ferroso presentes em uma amostra de água. O teste de DBO é um bioensaio em que é medido o oxigênio consumido por organismos vivos enquanto utilizam a matéria orgânica presente na amostra de água. Quando executado em águas de rio, este teste mede as condições de poluição por matéria orgânica tanto de origens industriais como urbanas. “A DBO pode ser suficientemente grande, ao ponto de consumir todo o oxigênio dissolvido da água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática” (AMBIENTE BRASIL, 2005).

2.3.2.2.8 Demanda química de oxigênio (mg/L)

O teste de DQO é usualmente utilizado para medir a quantidade de oxigênio necessária para oxidação de matéria por meio de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO, sendo o teste realizado num prazo menor. Em muitos casos, é possível se estabelecer uma correlação entre DQO e DBO. Esta correlação é muito útil em estações de tratamento de esgotos, uma vez que, o teste de DQO leva, em média, 03 horas, enquanto que o teste de DBO requer 05 dias (WASTEWATER, 1991).

Para CETESB (2002), o aumento da concentração de DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial. A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais. A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos. Sabe-se que o poder de oxidação do dicromato de potássio é maior do que o que resulta mediante a ação de microrganismos, exceto raríssimos casos como hidrocarbonetos aromáticos e piridina. Desta forma os resultados da DQO de uma amostra são superiores aos de DBO. Como na DBO mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais facilmente biodegradável será o efluente. É comum aplicar-se tratamentos biológicos para efluentes com relações DQO/DBO de 3/1, por exemplo. Mas valores muito elevados desta relação indicam grandes possibilidades de insucesso, uma vez que a fração biodegradável torna-se pequena, tendo-se ainda o tratamento biológico prejudicado pelo efeito tóxico sobre os microrganismos exercido pela fração não biodegradável.

2.3.2.3 Parâmetros biológicos

Os microrganismos são os maiores responsáveis pela transmissão e proliferação de doenças de origem hídrica. Eles representam o mais variado grupo de organismos que vivem na Terra e ocupam importante papel nos diversos ecossistemas. Dentro do reino microbiano, existem espécies aptas a atacar compostos ferrosos e a sobreviver em condições extremamente inadequadas as outras formas de vida, tais como ambientes com elevados níveis de temperatura e pH. Estes microrganismos, simplesmente, requerem o mínimo de condições para sobreviver nas condições mais diversas (DROSTE, 1997).

Segundo VON SPERLING (1996), os microrganismos desempenham diversas funções de fundamental importância, principalmente as relacionadas com a transformação da matéria dentro dos ciclos biogeoquímicos, sendo que o aspecto de maior relevância em termos da

qualidade biológica da água é relativo à possibilidade da transmissão de doenças. A determinação da potencialidade de uma água transmitir doenças pode ser efetuada de forma indireta, através dos organismos indicadores de contaminação fecal, pertencentes principalmente ao grupo de coliformes.

2.3.2.3.1 Coliformes (NMP / 100 mL)

O NMP é o número mais provável de bactérias coliformes por 100 mililitros de amostra. Quando se refere ao grupo coliforme, é comum dar-se o nome de coliformes totais; quando se refere preponderantemente à *Escherichia coli*, costuma-se denominar de coliformes fecais. “Há organismos (bactérias coliformes) que são comensais no trato intestinal de animais de sangue quente em quantidades extremamente grandes, de tal forma que um volume de 100 mL de esgoto doméstico chega a apresentar cerca de 10 à 100 milhões de bactérias coliformes. De maneira geral, pode-se afirmar que a maior parte desses microorganismos não é patogênica e são utilizados apenas como indicadores da potencialidade de contaminação fecal com a possível presença de patogênicos” (CAMPOS, 2000).

Para AISSE (2000), todas as bactérias, patogênicas ou saprófitas, exigem, além do alimento, oxigênio para respiração. Algumas podem usar somente oxigênio dissolvido na água, são as chamadas “bactérias aeróbias”, e o processo de que participam na decomposição do esgoto é denominado “decomposição aeróbia ou oxidação”. Esta decomposição não produz maus odores ou outra espécie de incomodo estético. Outros tipos de bactérias subsistem na ausência de oxigênio livre. Esses organismos são denominados “bactérias anaeróbias” e o processo de que participam é chamado “decomposição anaeróbia ou putrefação”.

Contudo, sabe-se que em água contaminada com matéria de origem fecal, cabe a *Escherichia coli* um papel preponderante. A quantidade de bactérias contidas em determinado volume de água é conhecido como “índice de coliformes”.

2.4 Poluição das águas e autodepuração natural

Segundo SEWEL (1978), diversas tentativas foram feitas para definir o termo “poluição”. A maior parte da controvérsia tem girado em torno do grau em que a humanidade deve ser considerada como o foco da definição. O ponto de vista mais restrito, particularmente associado ao ramo da engenharia, define-se poluição como sendo quaisquer descargas de resíduos ou mesmo mudanças no ambiente natural que sejam diretamente nocivas ao homem. Um outro ponto de vista é que somos incapazes de definir o que é nocivo

ou não. De qualquer forma, não sabemos prever aonde as atividades futuras do homem o levarão, por conseguinte a poluição pode ser definida como “uma alteração indesejável nas características físicas, químicas e biológicas de nosso ar, solo, água, que podem ou não afetar adversamente a vida humana, ou outras espécies desejáveis, ou processos industriais, as condições de vida e os recursos culturais; ou que podem ou não estragar ou deteriorar nossos recursos naturais. Um terceiro e crescente ponto de vista rejeita a ênfase egocêntrica no homem e seus desejos. Assim, a poluição pode ainda ser definida como qualquer ruptura do sistema natural pelo homem. Entretanto, essa definição demanda um ajustamento filosófico imenso para uma cultura que considera a espécie humana como privilegiada entre todos os seres vivos. Além disso, precisa ser traduzida numa política com cautela, pois meramente pela sua existência o homem rompe o ambiente não-humano, que é sinônimo, em muitas mentes, de ambiente natural.

Para FELLEMBERG (1980), a poluição das águas se processa num ritmo mais assustador que a poluição atmosférica. O número de compostos nocivos lançados nas águas é muito maior que o número de poluentes encontrados no ar. “A água utilizada para os vários propósitos nas atividades humanas sempre retorna ao meio ambiente natural com alguma carga de algum tipo de agente poluidor” (MASTERS, 1997). Conhecidas as possibilidades de comparar o comprometimento das águas por poluentes de diversas origens, permanece, como questão a esclarecer, a necessidade de saber quais as fontes principais desta poluição. Distinguem-se 03 grupos de águas poluídas, a saber:

- Águas residuárias urbanas. Que contêm, além de detritos orgânicos, restos de alimentos, sabões e detergentes, portanto, essencialmente, contêm carboidratos, gorduras, material orgânico, detergentes, fosfatos e bactérias.
- Águas residuárias de origem agropecuária. Há que se considerar a grande variedade de poluentes característicos produzidos pela agricultura. Os fatores mais importantes decorrem de: (a) pecuária e armazenagem de forragem em silos; (b) fertilizantes e; (c) praguicidas.
- Águas residuárias industriais. A indústria é responsável pela maioria das diferentes substâncias poluentes encontradas na água. Observa-se aqui um imenso caos de substâncias tóxicas.

Segundo JORDÃO e PESSOA (1995), além das fontes de poluição relacionadas, outras de diversas naturezas podem ocorrer, a saber:

- Área de mineração. A percolação das águas drenando áreas de mineração, em atividade ou abandonadas, contribui com cargas significativas de ácidos, metais, etc.
- Áreas de influência de aterros sanitários. O lixiviado dos aterros sanitários de lixo urbano ou de recebimento de despejos perigosos, pode apresentar uma contribuição de poluição tipicamente orgânica no primeiro caso, e tipicamente tóxica, no segundo caso. Este tipo de poluição pode comprometer os aquíferos correspondentes por longos períodos e os rios a que são afluentes.
- Reservatórios de acumulação. A construção de reservatórios para quaisquer finalidades, como geração de energia, abastecimento d'água, etc., pode produzir uma deterioração na qualidade da água que eventualmente não existiria se o reservatório não houvesse sido construído e o escoamento se desse no antigo leito do rio. Podem ocorrer fenômenos de floração de algas, eutrofização, acumulação de descargas sólidas, anaerobiose da camada de fundo do reservatório (e nesse caso, quando ocorrerem descargas de fundo, o impacto da concentração nula de oxigênio dissolvido no rio será significativo).

Sabe-se que mecanismos de autodepuração de origem física, química e biológica trabalham para alterar as concentrações de poluentes descartados em um corpo d'água. Em alguns casos, essas concentrações diminuem a partir do ponto de descarte, como no caso de substâncias conservativas. Em outros casos porém, essas concentrações podem aumentar em determinadas regiões em razão de reações existentes no meio aquático. Exemplo desse tipo é dado por sais de nutrientes decorrentes da decomposição da matéria orgânica. Dentre os constituintes mais importantes em termos de avaliação do impacto na qualidade da água, destacam-se a demanda bioquímica de oxigênio e o oxigênio dissolvido na água. Isso se dá porque o oxigênio é fundamental para a manutenção de formas de vidas aeróbias importantes para o equilíbrio ambiental, as quais são fontes de alimento para o Homem. Todavia, o despejo de certos poluentes no meio aquático pode alterar profundamente a concentração de oxigênio dissolvido, levando, inclusive, ao desaparecimento dessa substância e das formas de vida que dela dependem. Adicionalmente, com a extinção do oxigênio dissolvido, surgem outras formas de vida no meio anaeróbico resultante, as quais produzem resíduos metabólicos indesejáveis e, por vezes, tóxicos e danosos para certos usos da água (EIGER, 2003).

Para MOTA (2003), a forma mais utilizada de estudar-se a autodepuração de um curso d'água é através da curva de depressão de oxigênio. Logo após o lançamento da carga orgânica, há uma queda no teor de oxigênio, denominada de “déficit inicial de oxigênio

dissolvido”. O oxigênio dissolvido continua decrescendo até alcançar cerca de 40% do seu valor de saturação, no primeiro trecho, chamado Zona de Degradação. No trecho seguinte, Zona de Decomposição Ativa, o teor de oxigênio dissolvido atinge o valor mínimo, voltando a crescer até cerca de 40% da saturação. Segue-se a Zona de Recuperação, onde a reaeração excede a desoxigenação e o teor de oxigênio dissolvido cresce até atingir o valor inicial. Finalmente, tem-se a Zona de Águas Limpas, com a água recuperando muitas de suas características, embora algumas mudanças ocorram de forma permanente.

Segundo CAMPOS (2000), quando são lançados esgotos ou despejos biodegradáveis em um rio, lago, ou outros corpos receptores, a ação dos microrganismos decompositores é acompanhada pelo declínio da concentração de oxigênio dissolvido nesse corpo receptor em função da respiração desses microrganismos. A degradação de material biodegradável é acompanhada pela rápida evolução do número de bactérias, fungos, etc., provocando, em muitos casos, a morte de animais superiores (peixes, por exemplo) pela queda de concentração de oxigênio até níveis insuportáveis (geralmente inferiores à 2,0 mg/l). A favor da concentração do oxigênio em função da fotossíntese (durante o período em que há luz solar), tem-se a ação das algas e também a própria turbulência na superfície da água. As algas liberam oxigênio no meio e a turbulência acelera a troca de oxigênio da atmosfera com a água, aumentando, assim, sua concentração no líquido. Depois de certo percurso (ou tempo), as águas do rio recuperam níveis melhores de oxigênio. Esse fato decorre da predominância das ações favoráveis sobre as ações desfavoráveis quando já houve a mineralização da maior parte dos contaminantes degradáveis, restando, assim, pouco alimento para manter o número descomunal de bactérias que proliferam nas fases anteriores. Em termos práticos, o trecho do rio necessário para ocorrer essa recuperação pode ser apenas de algumas dezenas ou centenas de quilômetros. Em casos mais graves, porém, os níveis de oxigênio dissolvido podem chegar a zero, estendendo-se por trechos ou regiões relativamente extensas, neste caso prevalecendo as bactérias anaeróbias em vez das bactérias aeróbias, em comparação ao que ocorre no caso descrito anteriormente.

2.5 Eutrofização

Segundo BRANCO (1976), denomina-se eutrofização ao processo de fertilização, isto é, aumento da produção, em ecossistema aquático, pela elevação dos elementos que constituem fatores limitantes. O processo é semelhante ao que o agricultor emprega para obter aumento da produção no solo, da mesma forma, quando se deseja aumentar a produção de vegetais aquáticos, adicionamos à água de uma lagoa ou represa, os nutrientes que constituem

fatores limitantes (geralmente nitrogênio e fósforo). Como os lagos e represas estão situados no fundo dos vales, recebendo águas que escoam sub e superficialmente pela terra e transportam quantidades variáveis de sais minerais, pode-se dizer que a tendência a eutrofização é universal. Com o desenvolvimento das cidades, o lançamento de esgotos e resíduos industriais, o uso, freqüentemente excessivo, de fertilizantes minerais e o aumento da erosão em consequência do desmatamento, observa-se uma tendência crescente à chamada eutrofização acelerada das águas, de um modo geral.

DIAS et al (1999) abordando os problemas causados pela eutrofização, ressaltaram que a presença de grande quantidade de nutrientes em represas e lagos pode provocar impactos com consequências graves, especialmente em áreas de clima quente, onde ocorre o rápido e forte crescimento de algas e plantas aquáticas superiores, que consomem oxigênio dissolvido na água.

Dentre os vários efeitos indesejáveis causados pela eutrofização ARCEIVALA (1981), THOMANN e MUELLER (1987) apud VON SPERLLING (1996) chamam atenção para os seguintes:

- Problemas estéticos e recreacionais. Diminuição do uso da água para recreação, balneabilidade e redução geral na atração turística.
- Condições anaeróbias no fundo do corpo d'água. O aumento da produtividade do corpo d'água causa uma elevação na concentração de bactérias heterotróficas, que se alimentam da matéria orgânica das algas e de outros microrganismos mortos, consumindo oxigênio do meio líquido. No fundo do corpo d'água predominam condições anaeróbias, devido a sedimentação da matéria orgânica e a reduzida penetração do oxigênio a estas profundidades, bem como da ausência de fotossíntese (ausência de luz).
- Eventuais condições anaeróbias no corpo d'água como um todo. Dependendo do grau de crescimento bacteriano, pode ocorrer, em períodos de mistura total da massa líquida (inversão térmica) ou de ausência de fotossíntese (período noturno), mortalidade de peixes e reintrodução dos compostos reduzidos em toda a massa líquida, com grande deterioração da qualidade da água.
- Eventuais mortalidades de peixes. A mortalidade de peixes pode ocorrer em função de anaerobiose ou toxicidade por amônia (quando de pH elevado).
- Maior dificuldade e elevação dos custos de tratamento de água devido a presença excessiva de algas no lago ou represa de captação.
- Toxicidade das algas.

- Modificação na qualidade e quantidade de peixes de valor comercial.
- Redução na navegação e capacidade de transporte. O crescimento excessivo de macrófitas enraizadas interfere com a navegação, aeração e capacidade de transporte do corpo d'água.
- Desaparecimento gradual do lago como um todo. Em decorrência da eutrofização e do assoreamento, aumenta a acumulação de matérias e de vegetação e o lago se torna cada vez mais raso, até vir a desaparecer. Esta tendência de desaparecimento de lagos (conversão a brejos ou áreas pantanosas) é irreversível, porém usualmente extremamente lenta. Com a interferência do homem o processo pode se acelerar rapidamente. Caso não haja um controle na fonte e/ou dragagem do material sedimentado, o corpo d'água pode desaparecer em tempo relativamente curto.

2.6 Índice de qualidade de água - IQA

A partir de um estudo realizado em 1970 pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos, a CETESB adaptou o IQA – Índice de Qualidade das Águas, que incorpora 9 parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas.

Segundo PROJETO ÁGUAS DE MINAS (2005) o IQA serve como apoio na interpretação das informações e, especialmente, como forma de traduzir e divulgar a condição de qualidade prevalescente nos cursos d'água.

De maneira geral, os índices e indicadores ambientais nasceram como resultado da crescente preocupação social com os aspectos ambientais do desenvolvimento, processo este que requer um número cada vez maior de informações em graus de complexidade, também, cada vez maiores. Por outro lado, os indicadores tornaram-se fundamentais no processo decisório das políticas públicas e no acompanhamento de seus efeitos. Os parâmetros de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. É importante também salientar que este índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas (CETESB, 2002).

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, sólido total e turbidez.

Para BOLLMANN e MARQUES (2000) apud POLETO (2002), para estas variáveis, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro, com um adequado grau de precisão através do uso individual ou combinado de funções lineares e não lineares segmentadas em faixas de consideração. Estas curvas de variação, sintetizadas em um conjunto de curvas médias para cada parâmetro, bem como seu peso relativo correspondente, são apresentadas na Figura 04:

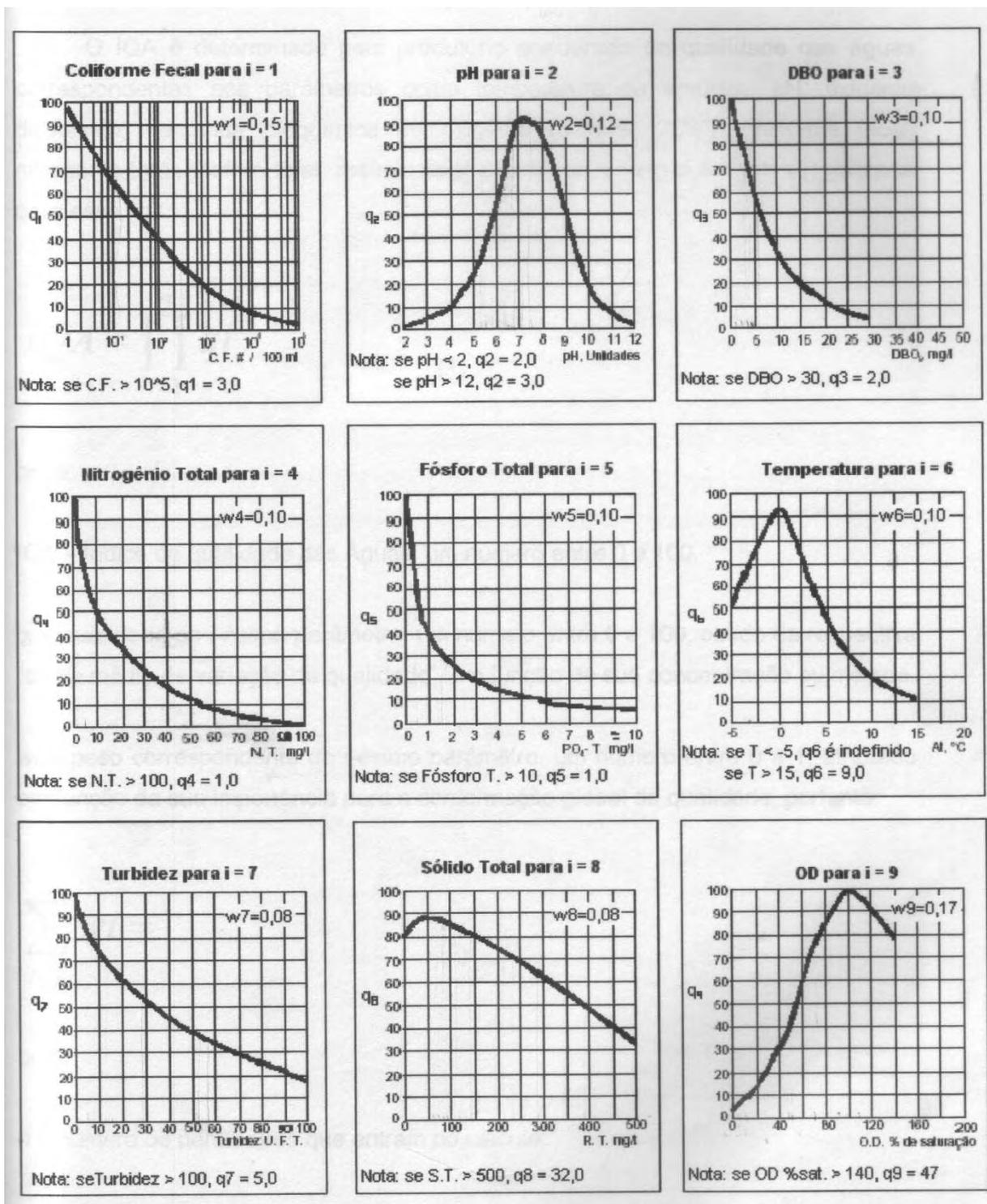


Figura 04 – Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade de água
 Fonte: CETESB, 2004.

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

onde:

IQA : Índice de Qualidade das Águas;

qi : qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida e;

wi : peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

em que:

n : número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

No caso de não se dispor do valor de algum dos 9 parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas indicada pelo IQA numa escala de 0 a 100 (Tabela 01)

Tabela 01 – Escala de qualidade da água indicada pelo IQA

GRADUAÇÃO	QUALIDADE
79 < IQA ≤ 100	qualidade ótima
51 < IQA ≤ 79	qualidade boa
36 < IQA ≤ 51	qualidade aceitável
19 < IQA ≤ 36	qualidade ruim
IQA ≤ 19	qualidade péssima

Fonte: CETESB, 2004.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

As áreas de estudo compreendem o meio aquático e as regiões de entorno das Represas da Lagoinha, Represa do Ipê e Lagoa da Pedreira, ambas unidades inseridas nos limites do Município de Ilha Solteira, o qual localiza-se na Região Noroeste do Estado de São Paulo (Figura 5).

Para o Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, o município de Ilha Solteira faz parte da UGRHI-18-São José dos Dourados (Figura 6). Esta unidade de gerenciamento apresenta as seguintes características principais: (a) uso do solo - predomínio de atividades agropecuárias; (b) uso da água - abastecimento público, afastamento de efluentes e irrigação de plantações; (c) principal atividade – agroindústria (CETESB, 2004).

Para IPT (1981), o município está situado na Província Geomorfológica do Planalto Ocidental, na região das “zonas indivisas”. O clima da região em que se encontra Ilha Solteira é quente e úmido do tipo Aw, segundo a classificação de Koppen (CARDOSO, 1980). De acordo com dados da Estação Meteorológica da FEIS-UNESP, a temperatura média anual é de 24,1° C e a umidade relativa do ar média anual é de 70,8% (HESPANHOL, 1996). A precipitação pluviométrica anual varia de 1.100 mm a 1.300 mm, com uma estação seca entre os meses de maio e setembro/outubro.

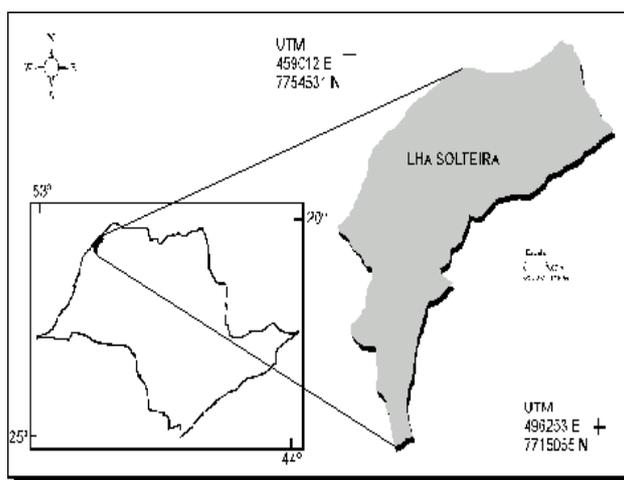


Figura 5 – Localização do Município de Ilha Solteira. (Fonte: FREITAS LIMA,1997).

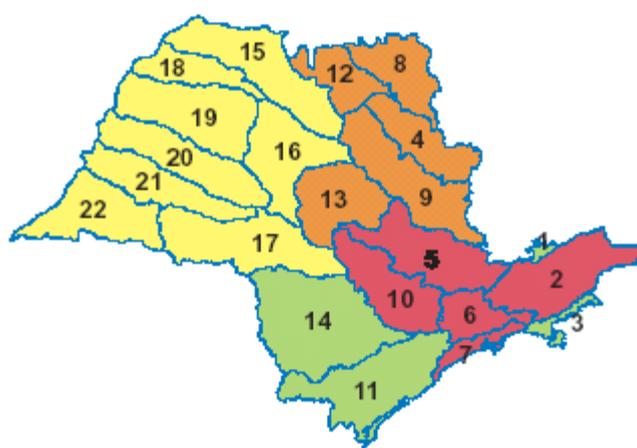


Figura 6 – Classificação das UGRHIs (Fonte: CETESB, 2004)

Segundo o IBGE (2000), a população de Ilha Solteira foi estimada em 23.996 habitantes. O uso antrópico predominante na paisagem do município é representado pelas

pastagens (67%). A vegetação, representada por fragmentos remanescentes da floresta latifoliada tropical, corresponde a apenas 1% da área do município (FREITAS LIMA, 2003). Além da pastagem, as áreas de estudo apresentam cultivos agrícolas anuais e perenes, em menor proporção.

A Lagoa da Pedreira está localizada em área periférica urbana, a Represa do Ipê em área de uso urbano-rural (Bairro Ipê) e a Represa da Lagoinha em área rural. Desta maneira, estes três arranjos (Figura 7) representam fontes distintas de riscos ambientais para os sistemas aquáticos neles inseridos.

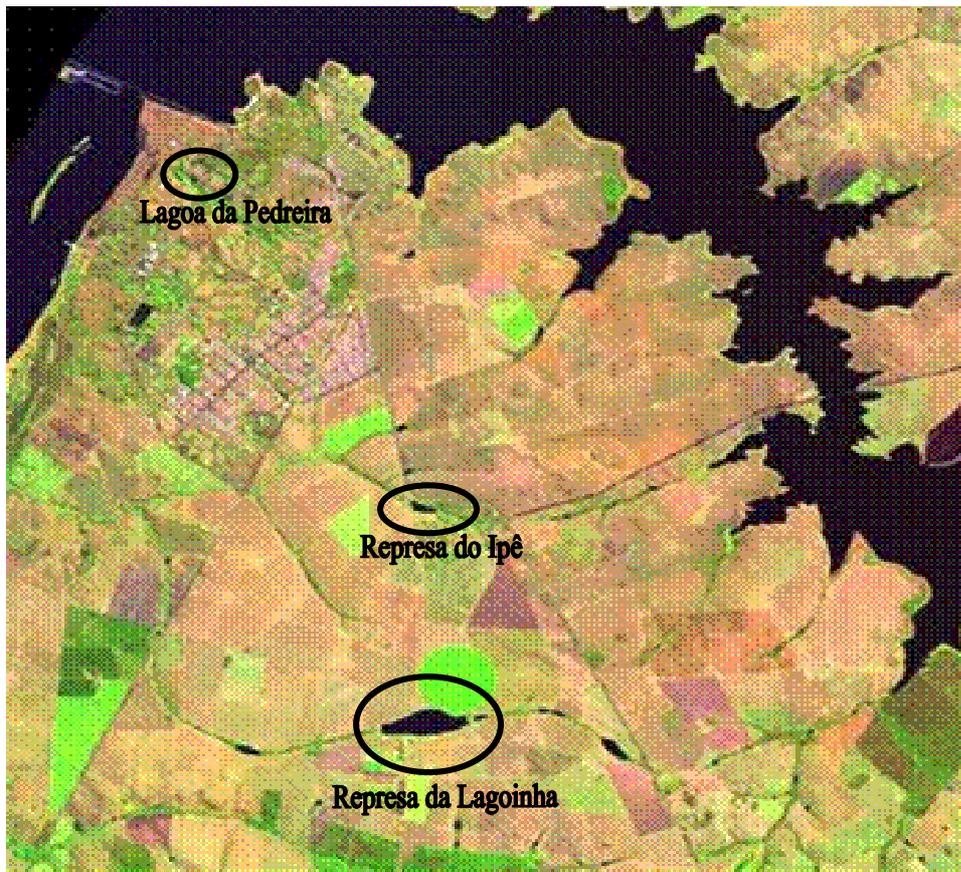


Figura 7 – Localização das áreas de estudo
(Fonte: Adaptado do recorte da imagem multiespectral satélite Landsat 7ETM+Orbita 222 , ponto 74, de 12/08/2001 - Escala 1:20.000)

3.2 Pontos de amostragem

Uma vez definidos os pontos de amostragem, foram feitas visitas quinzenais durante o período de julho de 2004 à março de 2005, para coleta (em um único ponto imediatamente a montante dos dispositivos de vertimento dos barramentos das represas e da saída da lagoa) e análise da água superficial, sendo as amostras preservadas de acordo com o Guia Técnico de Coleta de Amostras - CETESB, para a realização dos ensaios.

A Represa da Lagoinha (Figuras 8 e 9) apresenta as seguintes coordenadas geográficas (no ponto de coleta), áreas e vazões:

Elevação: 355 m; Latitude: 20°29'16,90"; Longitude: 51°19'31,30".

Área da represa: \cong 36,78 ha

Área de captação da microbacia: \cong 1.272,89 ha

Vazão mínima encontrada no período de seca: 0,0510 m³/s

Vazão máxima encontrada no período de chuvas: 0,1550 m³/s



Figura 8 – Vista panorâmica da Represa da Lagoinha



Figura 9 – Local de coleta na Represa da Lagoinha (em primeiro plano)

A Represa do Ipê (Figuras 10 e 11) apresenta as seguintes coordenadas geográficas (no ponto de coleta), áreas e vazões:

Elevação: 345 m; Latitude: 20°27'10,40"; Longitude: 51°19'15,20".

Área da represa: $\cong 4,01$ ha

Área de captação da microbacia: $\cong 285,71$ ha

Vazão mínima encontrada no período de seca: 0,0340 m³/s

Vazão máxima encontrada no período de chuvas: 0,0880 m³/s



Figura 10 – Vista panorâmica da Represa do Ipê



Figura 11 – Local de coleta na Represa do Ipê (em primeiro plano)

A Lagoa da Pedreira (Figuras 12 e 13) apresenta as seguintes coordenadas geográficas (no ponto de coleta), áreas e vazões:

Elevação: 310 m; Latitude: 20°23'52,80"; Longitude: 51°21'13,30".

Área da lagoa: \cong 0,44 ha

Área de captação da microbacia: \cong 6,98 ha

Vazão mínima encontrada no período de seca: 0,0356 m³/s

Vazão máxima encontrada no período de chuvas: 0,0486 m³/s



Figura 12 – Vista panorâmica da Lagoa da Pedreira



Figura 13 – Local de coleta na Lagoa da Pedreira (em primeiro plano)

3.3 Dados Complementares - Características sócio-econômicas

Para a caracterização das condições sócio-econômicas e ambientais das áreas de influência direta das represas e da lagoa, foram utilizados questionários com questões abertas e de múltipla escolha, respondidos pelos moradores das imediações. As questões englobam aspectos relacionados ao uso e ocupação do solo, destinação de resíduos líquidos e sólidos (principalmente próximo dos corpos d'água), tipos de culturas e áreas cultivadas, equipamentos, formas de cultivo, renda, etc., possibilitando a obtenção de um acervo de dados relativos à população assentada no entorno das áreas de estudo. Segue abaixo os dados referentes à renda, faixa etária, escolaridade e tipos de atividades econômicas predominantes.

3.3.1 Represa da Lagoinha

A Represa da Lagoinha (dados nas Figuras 14, 15, 16 e 17) está localizada na Fazenda Lagoinha 2, distante 10 km (através da rodovia SP-310) de Ilha Solteira. A área da fazenda é de 1.316,40 ha, sendo que, deste total, cerca de 298 ha são destinados ao cultivo de culturas anuais (soja, feijão e milho), 2,40 ha ao cultivo de culturas perenes (eucalipto, café, laranja, etc.) e 1.016 ha são destinados a pastagens. Em relação à produção animal, a fazenda conta com um rebanho de 2.230 cabeças de gado nelore, 120 carneiros e 120 cavalos. A população total da fazenda é de 37 pessoas assentadas em 16 casas, situadas as margens da represa.

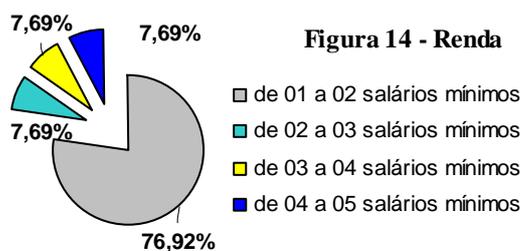


Figura 14 - Renda

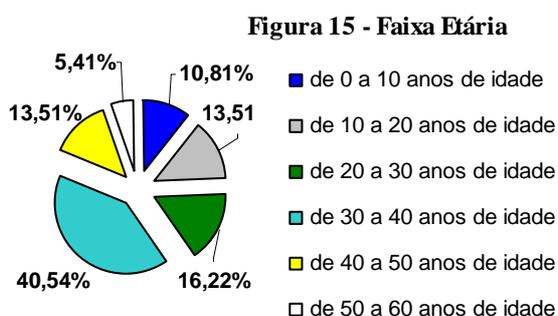


Figura 15 - Faixa Etária

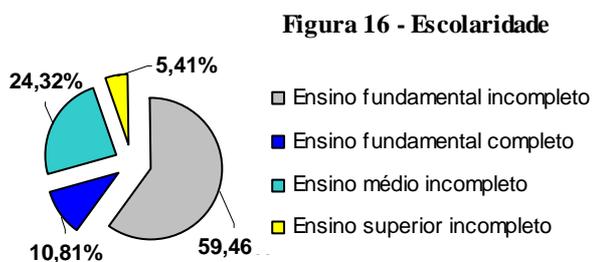


Figura 16 - Escolaridade

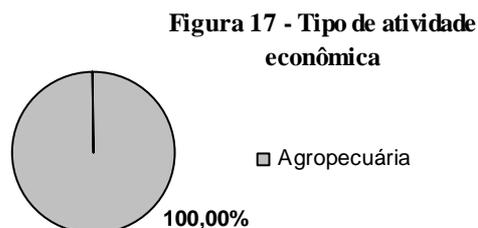
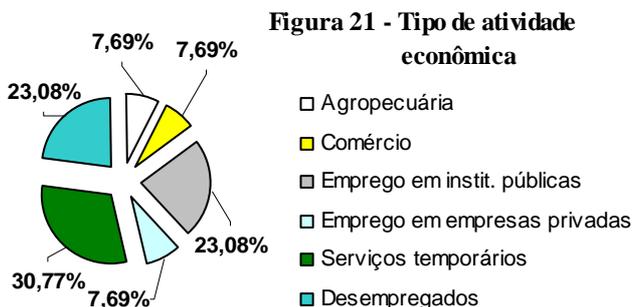
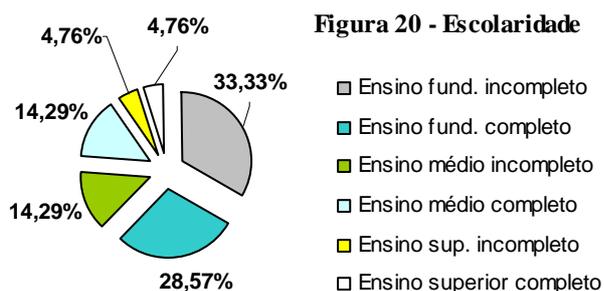
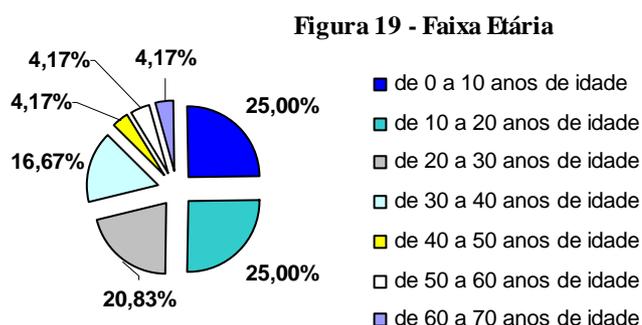
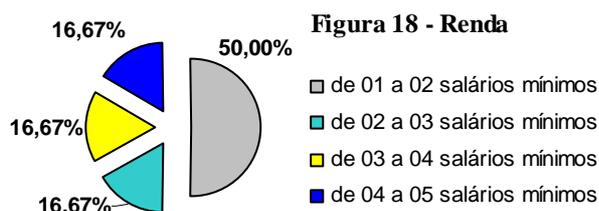


Figura 17 - Tipo de atividade econômica

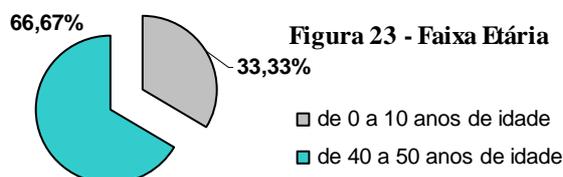
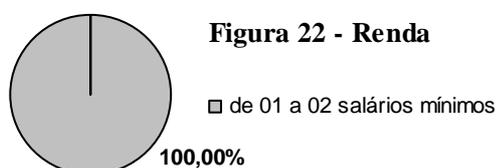
3.3.2 Represa do Ipê

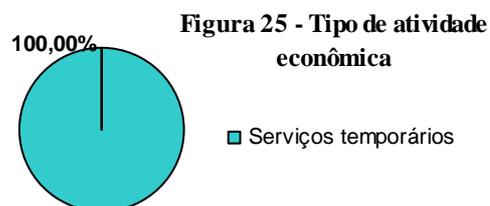
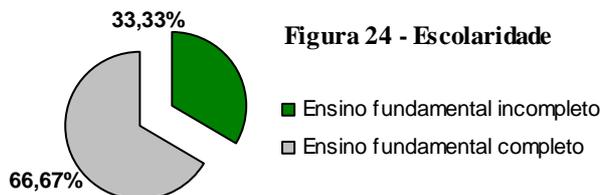
A Represa do Ipê (dados nas Figuras 18, 19, 20 e 21) está localizada no Bairro do Ipê, distante 5 km (por meio da rodovia SP-310) de Ilha Solteira. A maior parte da área ocupada no entorno da represa é destinada ao cultivo de culturas anuais e perenes (mandioca, milho, manga, banana, etc.) e a produção animal é restrita a criação de galinhas, gado leiteiro, cavalos e caprinos. Estas duas modalidades principais de atividade econômica (produção agrícola e animal) são de caráter rudimentar e destinadas a subsistência da maior parte das XXXX pessoas que vivem no bairro.



3.3.3 Lagoa da Pedreira

A área de entorno da Lagoa da Pedreira (dados nas Figuras 22, 23, 24 e 25) é destinada a atividades recreativas (Grêmio dos Eletricitários). A população residente no entorno da represa é constituída de 03 pessoas ligadas à atividade de guarda e manutenção das benfeitorias instaladas (01 casa e dois galpões). A lagoa está distante 4 km de Ilha Solteira (através da rodovia Pavão da Ilha) e se constitui de uma porção de água acumulada na área de escavação e extração de rocha utilizada na construção da barragem da UHE de Ilha Solteira.





3.4 Métodos utilizados

3.4.1 Levantamento de campo

Alguns ensaios foram realizados no próprio local de amostragem, por meio de equipamentos pertencentes ao laboratório de Saneamento do Departamento de Engenharia Civil da FEIS-UNESP. Desta maneira, foram analisados diretamente no campo a temperatura e o pH da água, com equipamentos eletrônicos, como o pHmetro de membrana e termômetro digital, sendo os valores obtidos no próprio local de coleta das amostras de água.

As medições de vazão nos 03 pontos de coleta foram feitas por meio do método do flutuador conforme citado por AZEVEDO NETTO (2000), em períodos de 15 dias, coincidindo com os dias de coleta e análises.

A realização de amostragens a cada 15 dias possibilitou avaliar a dinâmica de funcionamento dos sistemas aquáticos nas diferentes estações do ano.

Dentro dos trabalhos de levantamento de campo, foi ainda verificada a integridade da vegetação de entorno do corpo d'água, a ocorrência de fontes pontuais e difusas de contaminação e de pontos de degradação do solo, completando dessa forma, o levantamento das condições ambientais.

3.4.2 Variáveis analisadas

As análises experimentais foram realizadas no Laboratório de Saneamento do Departamento de Engenharia Civil da FEIS-UNESP.

As amostras avaliadas através dos dados das análises laboratoriais, foram utilizadas para determinar a qualidade da água com base no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WPCF (1995) e, também, por meio do método espectrofotométrico.

Os parâmetros monitorados foram os seguintes:

- **Parâmetros físicos:** Cor (uH), Turbidez (uT) e Temperatura (°C).
- **Parâmetros químicos:** pH, Nitrogênio Total (mg/L), Fósforo Total (mg/L), Ferro (mg/L), Demanda Bioquímica de Oxigênio DBO (mg/L), Demanda Química de Oxigênio DQO (mg/L), Oxigênio Dissolvido OD (mg/L), Sólidos Suspensos (mg/L), Sólidos Dissolvidos (mg/L), Sólidos Totais (mg/L).
- **Parâmetros biológicos:** Coliformes Totais (NMP/100mL) e Coliformes Fecais (NMP/100mL).

Os dados coletados foram tratados em planilhas eletrônicas de cálculo para geração de gráficos e figuras interessantes à avaliação da qualidade da água e submetidos à análise estatística usual para este tipo de avaliação.

Para a análise da Turbidez (uT) foi utilizado o método Nefelométrico com o auxílio de um Turbidímetro marca Hach, modelo 2100 NA.

A cor (uH) foi mensurada através do método Espectrofotométrico por meio de um Espectrofotômetro marca Hach, modelo Odyssey DR-2500.

As análises de Nitrogênio Total (mg/L), Fósforo Total (mg/L) e Ferro Total (mg/L) foram feitas através de digestão por persulfato e pelo método Espectrofotométrico, com a utilização de um aparelho COD Reactor, marca Hach e Espectrofotômetro, marca Hach, modelo Odyssey DR-2500.

A quantidade de OD (mg/L) foi medida por meio do método de Winkler modificado, por meio de titulador. A DBO, através do método das diluições, incubado a 20°C por período de 5 dias por meio de titulador. A DQO (mg/L) foi medida por meio de digestão por reator e espectrofotométrico, utilizando-se aparelho COD Reactor, marca Hach e Espectrofotômetro, Hach, modelo Odyssey DR-2500.

As quantidades de Sólidos Totais (mg/L), Sólidos Dissolvidos (mg/L) e Sólidos Suspensos (mg/L) foram obtidas utilizando-se o método Gravimétrico, por meio de cápsula de porcelana, disco de microfibras de vidro (marca Sarorius), balança eletrônica de precisão de 0,10 µg (marca Bel Mark, modelo U210-A), estufa a temperatura de 120°C (marca Marconi, modelo MA-033) e dissecador (marca Pyrex, diâmetro de 200mm).

As análises de Coliformes Totais (mg/L) e Coliformes Fecais (NMP/100mL) foram realizadas por meio do método de contagem de *Escherichia Coli* a partir de Placas Petrifilm em Estufa de Cultura.

3.4.3 Tratamento de dados

Foram realizadas análises descritivas das tendências e oscilações de cada variável por período sazonal, além de serem, também, estudadas as hipóteses de verificação do atendimento aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para um corpo d'água de Classe II, ambiente lântico.

Gráficos Box-Plot foram utilizados para facilitar a visualização das estatísticas descritivas, permitindo demonstrar os percentis inferior (25%) e superior (75%) e a mediana (50%). Destaca-se, nesse tipo de gráfico, a faixa de amplitude (mínima e máxima) apresentada pelas variáveis.

Também foi utilizado o Índice de Qualidade da Água (IQA) da Cetesb, para classificação da água utilizada em abastecimento (CETESB, 2002), tendo sido calculado para todos os dias de coleta.

4. RESULTADOS

Os valores obtidos, a partir do monitoramento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade da água e dos resultados do IQA podem ser usados para estabelecer uma correlação entre os principais pontos de poluição identificados, os usos preponderantes (consutivos e não consutivos) e as atividades antrópicas desenvolvidas no entorno dos corpos d' água estudados.

Os dados, além de terem sido baseados na organização de informações coletadas a partir de pesquisa de campo e análises experimentais, também foram obtidos por meio da interpretação de imagens de satélite, fotografias, bibliografia e outras informações secundárias, igualmente disponíveis.

4.1 Aspectos sanitários e fontes de poluição

4.1.1 Represa da Lagoinha

Dos levantamentos de campo, obteve-se as informações referentes ao abastecimento de água, as formas de destinação e tratamento de esgotos e descarte de lixo doméstico, orgânico e inorgânico na Represa da Lagoinha, representadas pelas Figuras 26, 27, 28 e 29 abaixo.

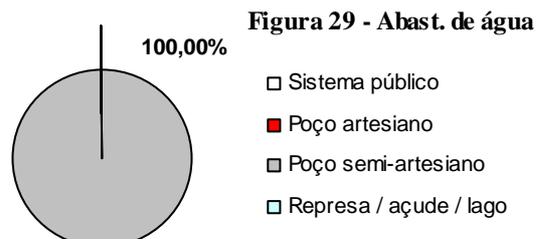
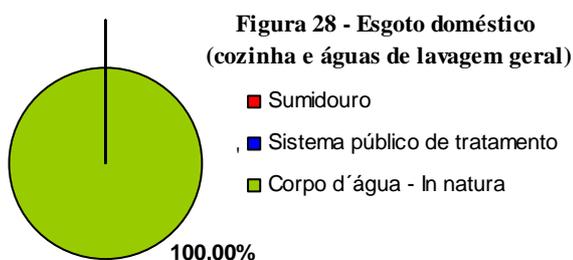
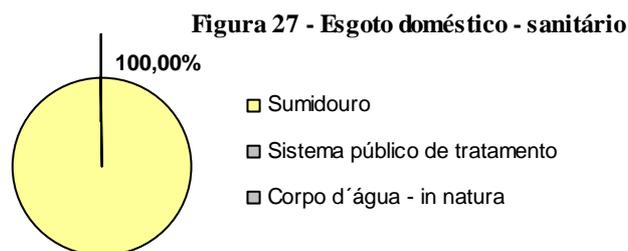
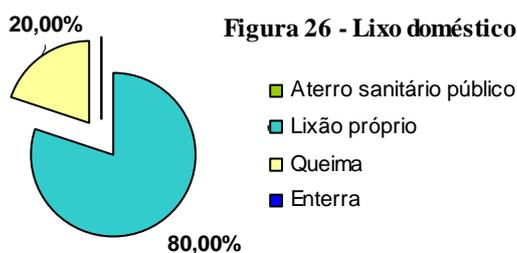




Figura 30 – Fontes de poluição na Represa da Lagoinha

Na Figura 30 acima estão identificados os possíveis pontos de poluição principais incidentes na Represa da Lagoinha. Um, pontual, incide no prosseguimento do corpo d'água, imediatamente a jusante do vertedouro da represa (Figura 32); outro, de natureza difusa (Figura 31), na margem direita da represa, onde se localiza, também, uma cabine com bomba de captação e recalque de água utilizada na irrigação de culturas anuais em toda extensão (cerca de 117 ha) da área “verde-claro” (Figura 30).

Ainda, em relação ao ponto de poluição difusa, a ocorrência de suposto carreamento de nutrientes por run-off em épocas de chuva, tipifica esta forma de poluição como função de intensificação e aumento dos fatores fertilizantes nitrogênio e fósforo totais no meio aquático. È importante notar a completa inexistência de mata ciliar no entorno da represa.

Já em relação ao ponto de poluição pontual, este foco de poluição é função de descarte de esgotos domésticos (cozinha e lavagem geral) provenientes das moradias da fazenda, lançados diretamente “in natura”.



Figura 31 – Captação de água para irrigação.



Figura 32 – Local de descarte de esgotos domésticos “in natura”.

4.1.2 Represa do Ipê

Dos levantamentos de campo, obteve-se as informações referentes ao abastecimento de água, as formas de destinação e tratamento de esgotos e descarte de lixo doméstico, orgânico e inorgânico na Represa do Ipê, representadas pelas Figuras 33, 34, 35 e 36 abaixo.

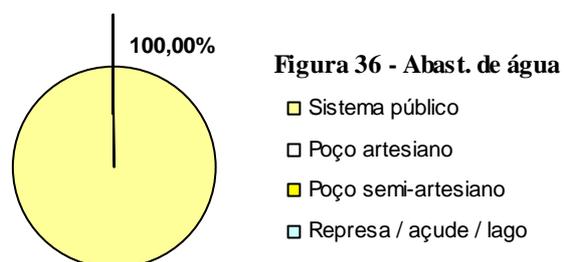
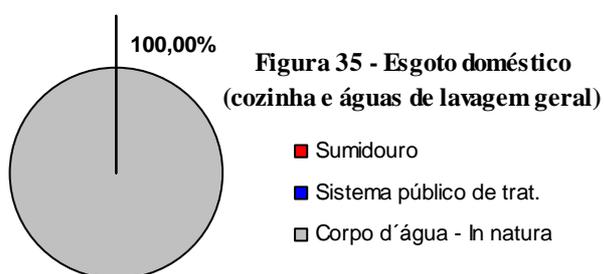
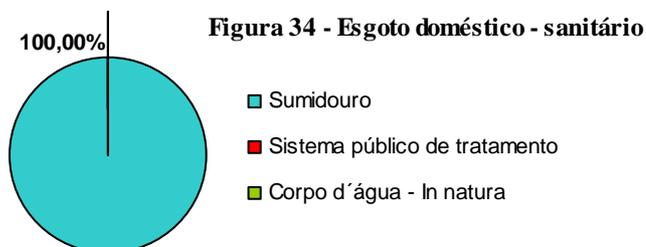
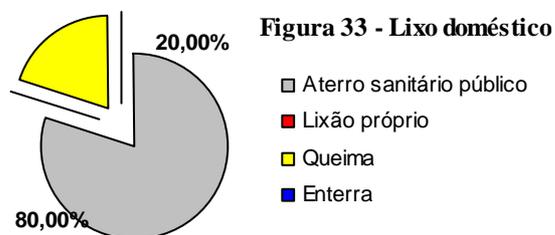


Figura 37 – Fontes de poluição na Represa do Ipê

Os pontos identificados na Figura 37 correspondem aos possíveis focos principais de poluição incidentes no entorno da Represa do Ipê. De natureza difusa, estes focos são, principalmente, função de descarte de esgotos domésticos (cozinha e lavagem geral), entulho (lixo queimado, restos de material de construção, etc.) e excrementos de animais, lançados diretamente “in natura” nas áreas de fundo das moradias e levados até a represa por run-off ou através do sistema natural de drenagem da microbacia, que utiliza a rede de filetes formada pelo micro-relevo desde as partes mais altas até a área marginal que constitui a várzea de inundação da represa.



Figura 38 – Erosão das margens



Figura 39 – Lixo inorgânico descartado

Observando-se a Figura 37, é possível verificar a quase completa inexistência de mata ciliar na área de entorno do corpo d'água (principalmente na margem esquerda), e, através das Figura 38 e 39, visualiza-se o estado de degradação do solo, descarte de lixo inorgânico e a formação de "alagados" nas margens da represa.

4.1.3 Lagoa da Pedreira

Dos levantamentos de campo, obteve-se as informações referentes ao abastecimento de água, as formas de destinação e tratamento de esgotos e descarte de lixo doméstico, orgânico e inorgânico na Lagoa da Pedreira, representadas pelas Figuras 40, 41, 42 e 43 abaixo.

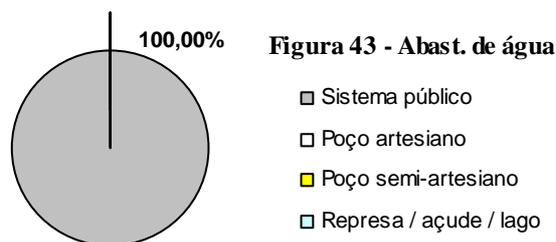
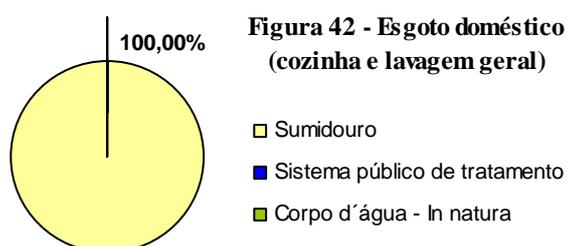
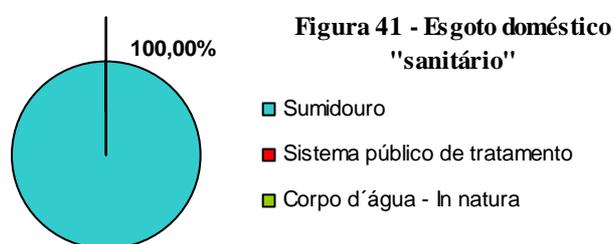
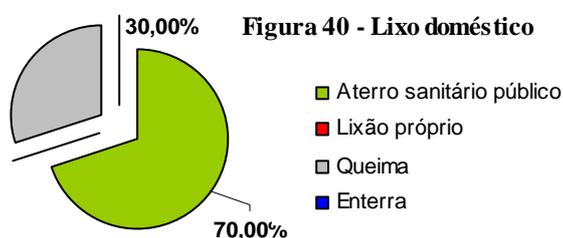


Figura 44 – Fontes de poluição da Lagoa da Pedreira

Conforme pode ser observado nas Figuras 44, 45 e 46, a Lagoa da Pedreira não apresenta nenhuma ocorrência de vegetação ciliar no seu entorno. A falta deste tipo de obstáculo natural ao escoamento superficial das águas pluviais reduz a proteção da zona ripária contra a incidência de assoreamento.

Outra observação importante é relativa ao provável acúmulo dos fatores fertilizantes nitrogênio e fósforo totais, principalmente no segmento lótico do corpo d'água, a montante da represa, que atravessa grande extensão de áreas agricultáveis (hortaliças e frutas).



Figura 45 – Plantas aquáticas sobrenadantes



Figura 46 – Área de entorno totalmente desprotegida por vegetação ciliar

4.2 Estatística exploratória e temporal

Com a finalidade de tratar os resultados das análises experimentais e obter informações conclusivas acerca do comportamento das variáveis ambientais abordadas, foram executados os seguintes estudos: (a) análise temporal dos parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade da água durante o período de julho de 2004 a março de 2005; (b) análise de tendência central e variabilidade dos parâmetros e dos dados hidrometeorológicos; (c) comparação dos valores obtidos com as faixas de tolerância e conformidade segundo a Resolução CONAMA 357/05; (d) cálculo dos valores do IQA para cada ponto analisado.

4.2.1 Precipitação

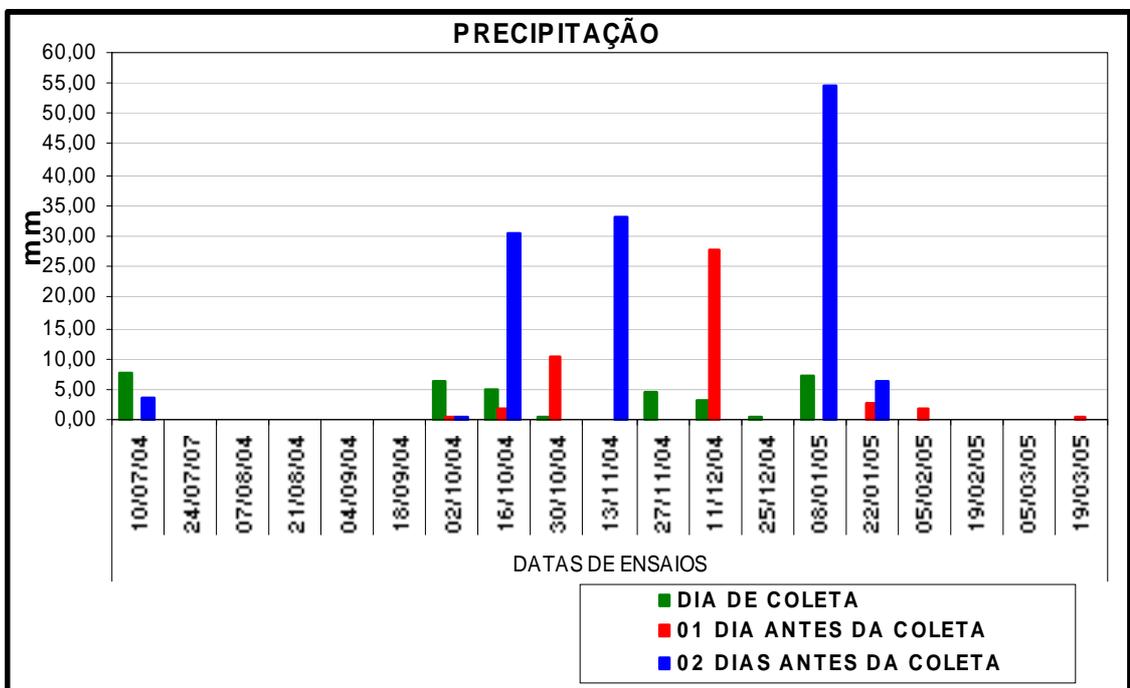


Figura 47 – Valores de precipitação no município de Ilha Solteira (SP)

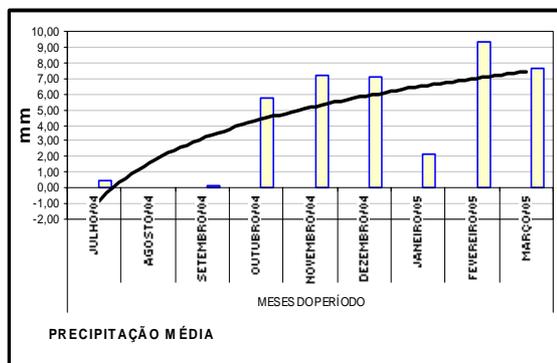


Figura 48 – Precipitação média no período

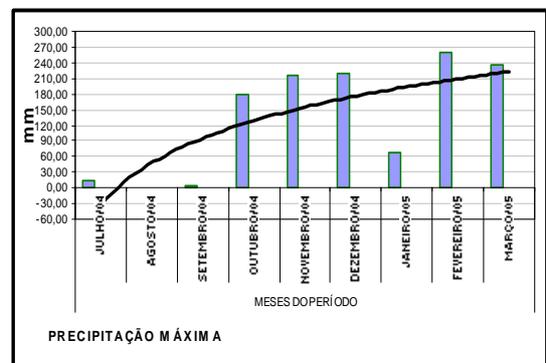


Figura 49 – Precipitação máxima no período

4.2.2 Vazão

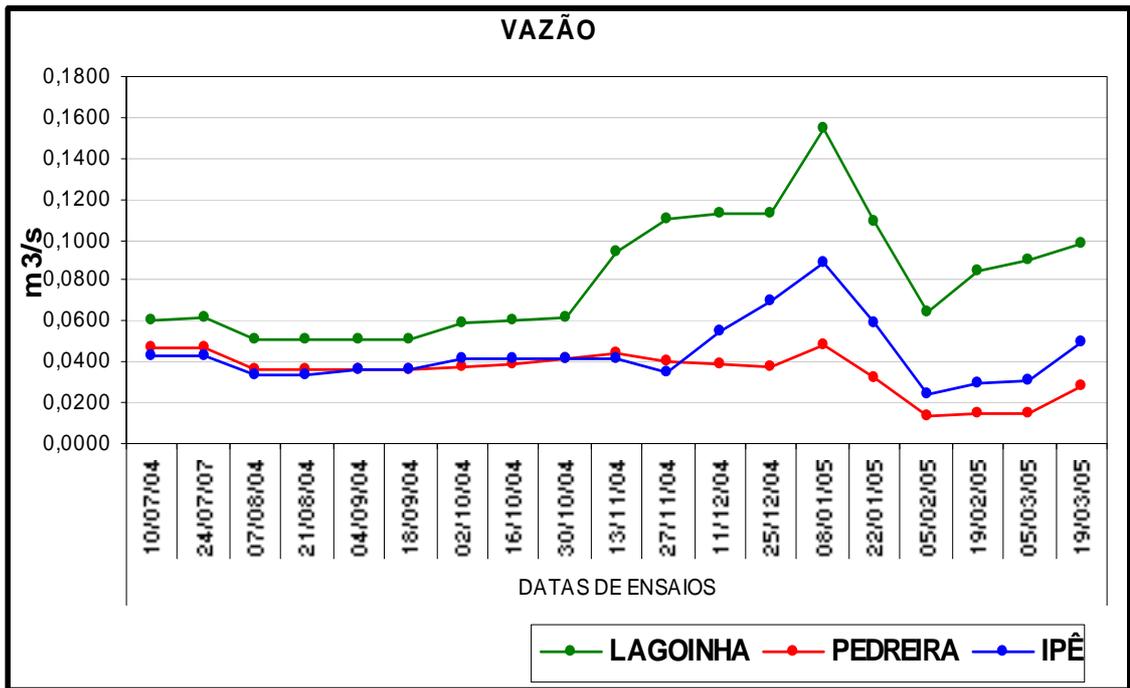


Figura 50 – Valores de vazão nos pontos estudados

Represa da Lagoinha

Máximo valor encontrado: 0,1550 m³/s

Mínimo valor encontrado: 0,0510 m³/s

Valor da mediana: 0,0921 m³/s

Valor da média: 0,0809 m³/s

Represa do Ipê

Máximo valor encontrado: 0,0880 m³/s

Mínimo valor encontrado: 0,0240 m³/s

Valor da mediana: 0,0422 m³/s

Valor da média: 0,0441 m³/s

Lagoa da Pedreira

Máximo valor encontrado: 0,0486 m³/s

Mínimo valor encontrado: 0,0140 m³/s

Valor da mediana: 0,0385 m³/s

Valor da média: 0,0353 m³/s

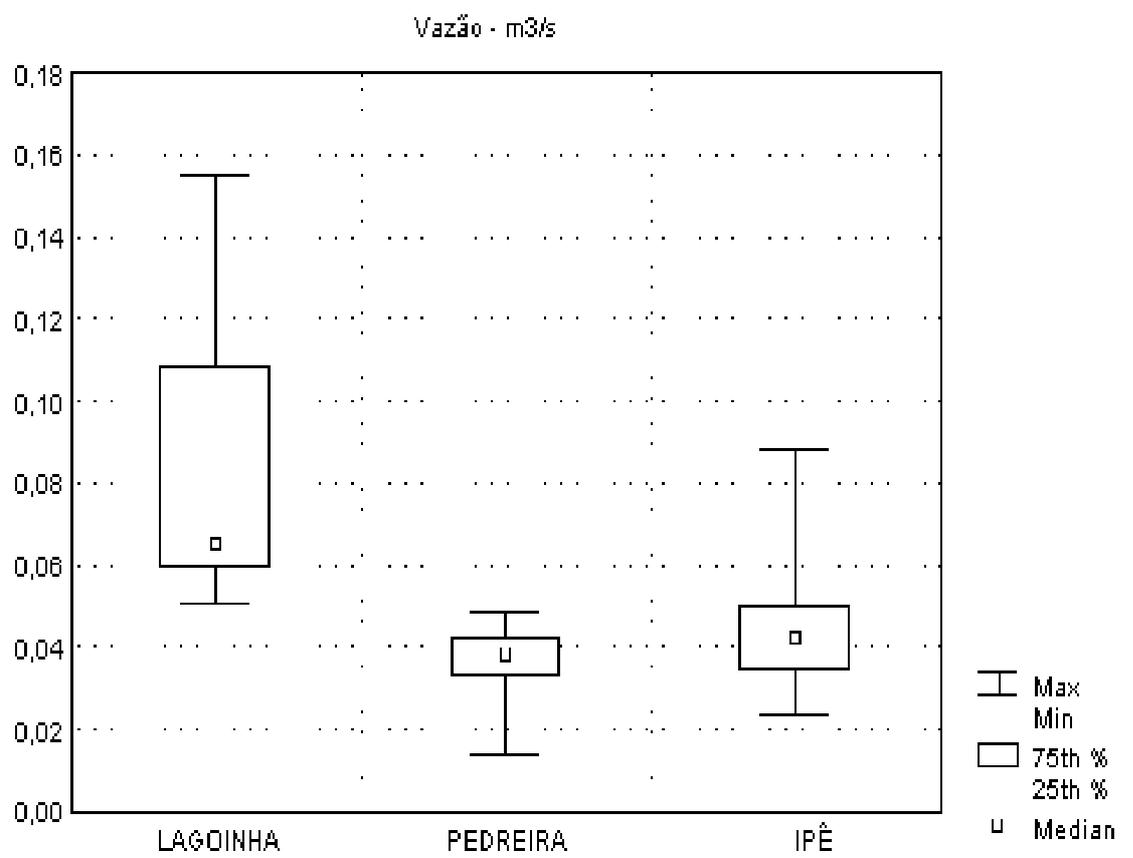


Figura 51 – Gráfico Box-Plot da variável vazão

4.2.3 Temperatura da água

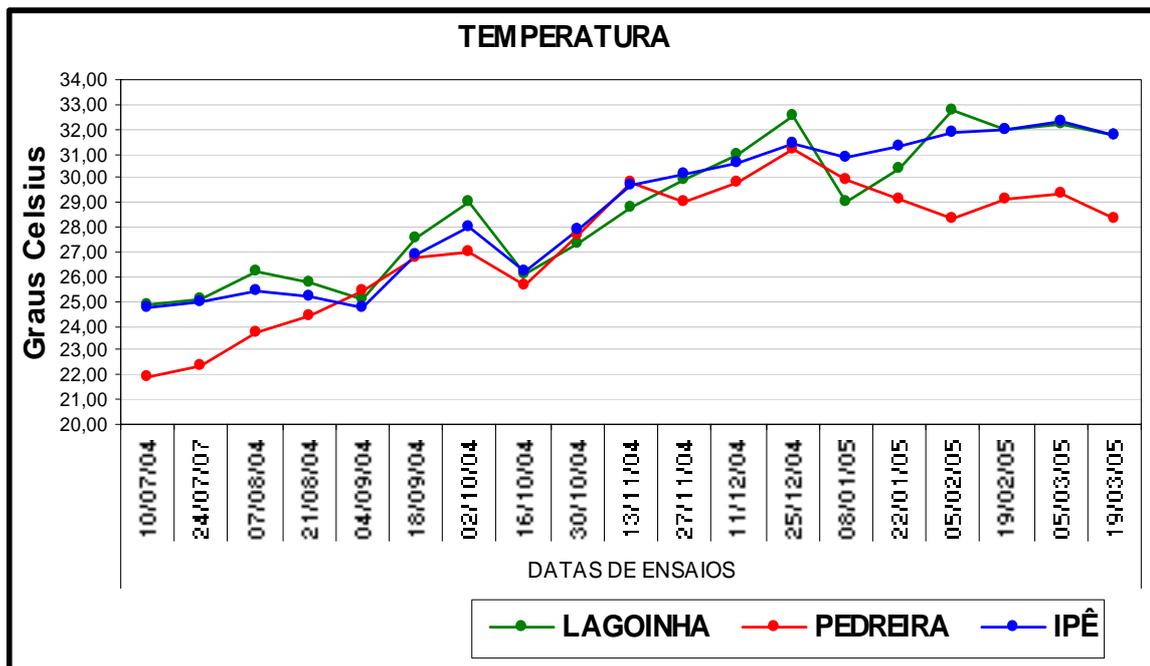


Figura 52 – Valores de temperatura da água nos pontos estudados

Represa da Lagoinha

Máximo valor encontrado: 32,80 °C

Mínimo valor encontrado: 24,80 °C

Valor da mediana: 30,15 °C

Valor da média: 28,81°C

Represa do Ipê

Máximo valor encontrado: 32,30 °C

Mínimo valor encontrado: 24,70 °C

Valor da mediana: 29,95 °C

Valor da média: 28,73°C

Lagoa da Pedreira

Máximo valor encontrado: 31,20 °C

Mínimo valor encontrado: 21,95 °C

Valor da mediana: 29,40 °C

Valor da média: 27,31°C

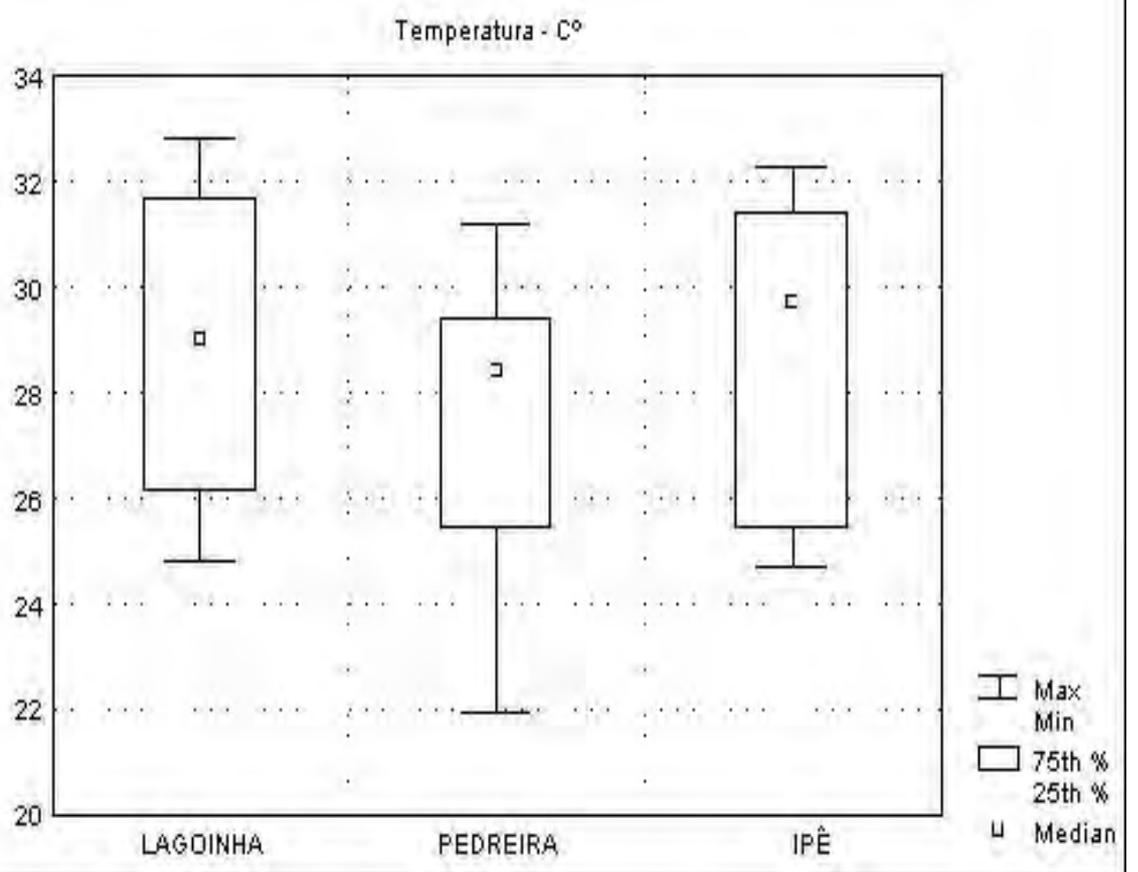


Figura 53 – Gráfico Box-Plot do parâmetro temperatura da água

4.2.4 Potencial hidrogeniônico

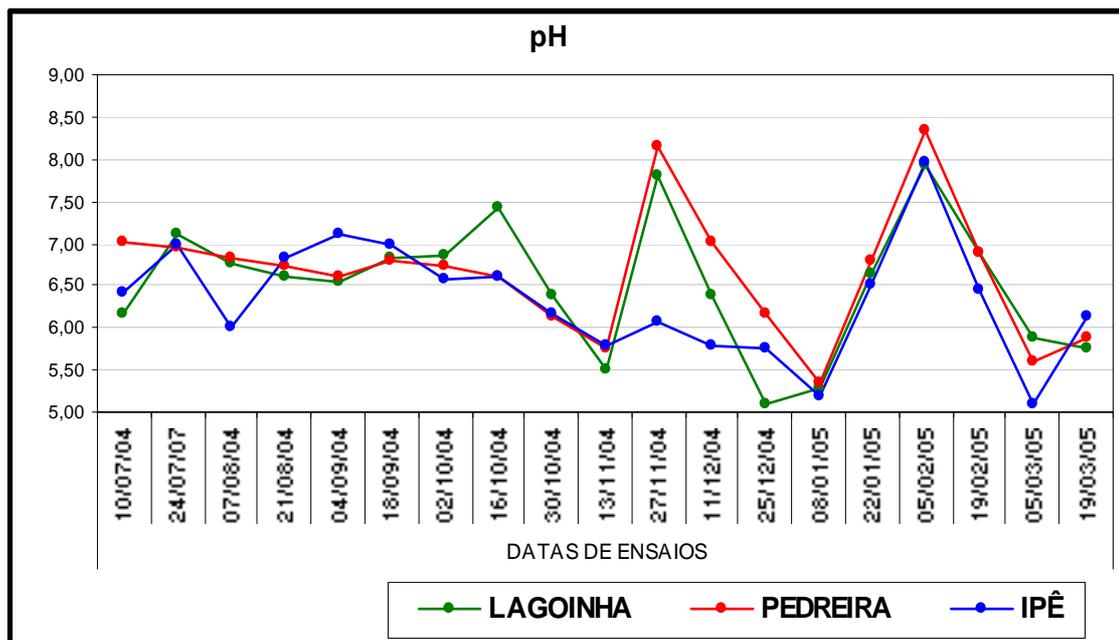


Figura 54 – Valores de pH nos pontos estudados

Valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05: 6,00 a 9,00

Represa da Lagoinha

Máximo valor encontrado: 7,94

Mínimo valor encontrado: 5,11

Valor da mediana: 6,71

Valor da média: 6,52

Represa do Ipê

Máximo valor encontrado: 7,96

Mínimo valor encontrado: 5,10

Valor da mediana: 6,44

Valor da média: 6,34

Lagoa da Pedreira

Máximo valor encontrado: 8,34

Mínimo valor encontrado: 5,34

Valor da mediana: 6,81

Valor da média: 6,65

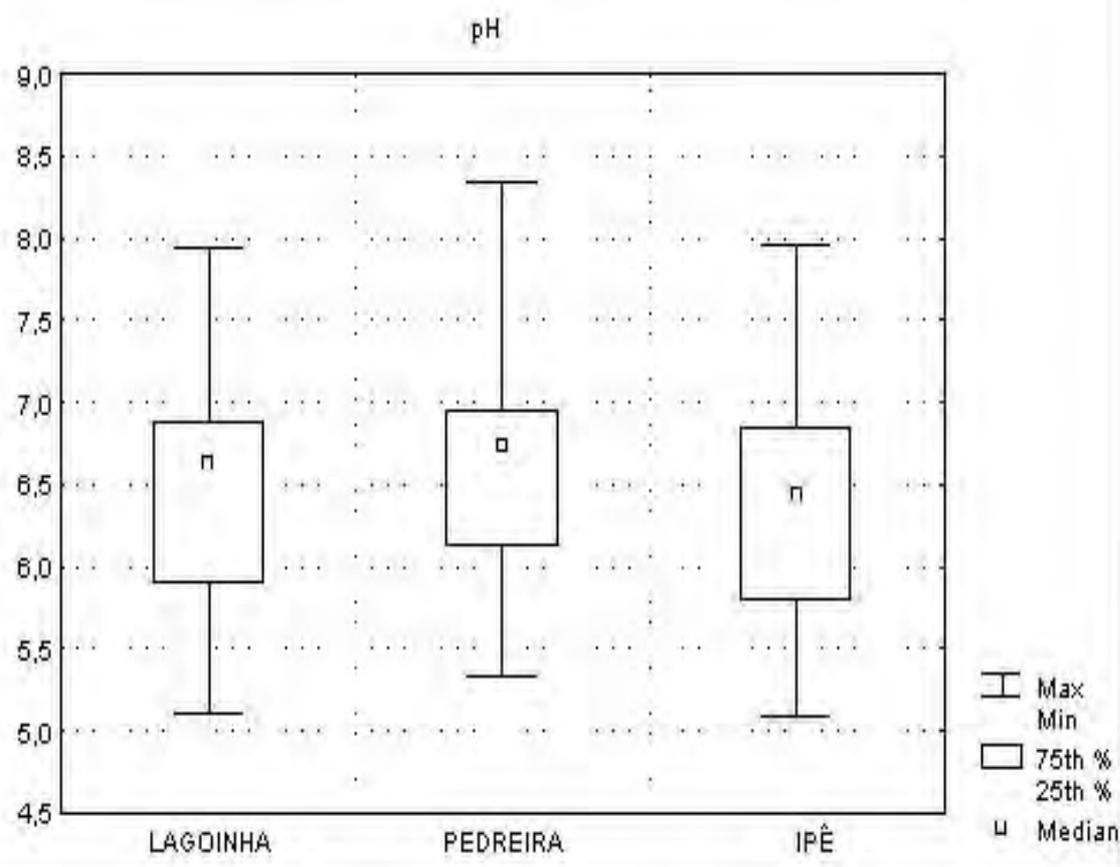


Figura 55 – Gráfico Box-Plot do parâmetro pH

4.2.5 Turbidez da água

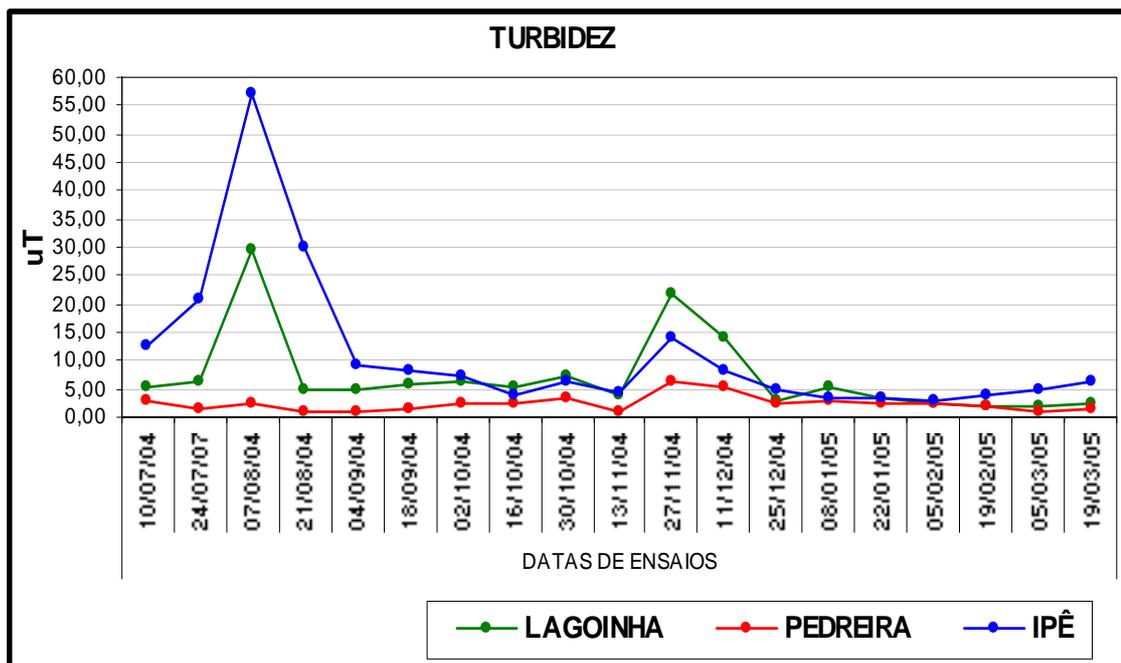


Figura 56 – Valores de turbidez nos pontos estudados

Valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05: 100,00 uT

Represa da Lagoinha

Máximo valor encontrado: 29,30 uT

Mínimo valor encontrado: 1,80 uT

Valor da mediana: 5,16 uT

Valor da média: 7,10 uT

Represa do Ipê

Máximo valor encontrado: 57,00 uT

Mínimo valor encontrado: 3,05 uT

Valor da mediana: 7,28 uT

Valor da média: 11,14 uT

Lagoa da Pedreira

Máximo valor encontrado: 6,23 uT

Mínimo valor encontrado: 0,88 uT

Valor da mediana: 2,62 uT

Valor da média: 2,45 uT

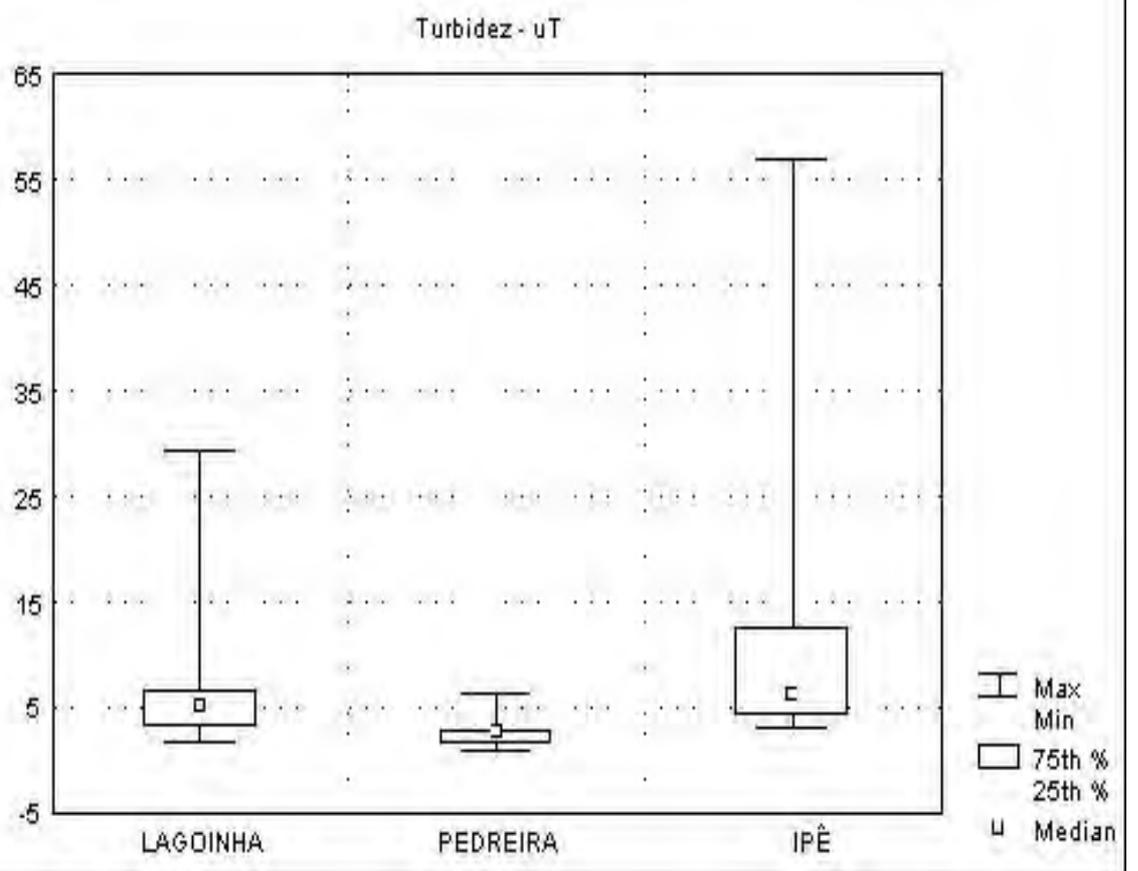


Figura 57 – Gráfico Box-Plot do parâmetro turbidez da água

4.2.6 Cor aparente

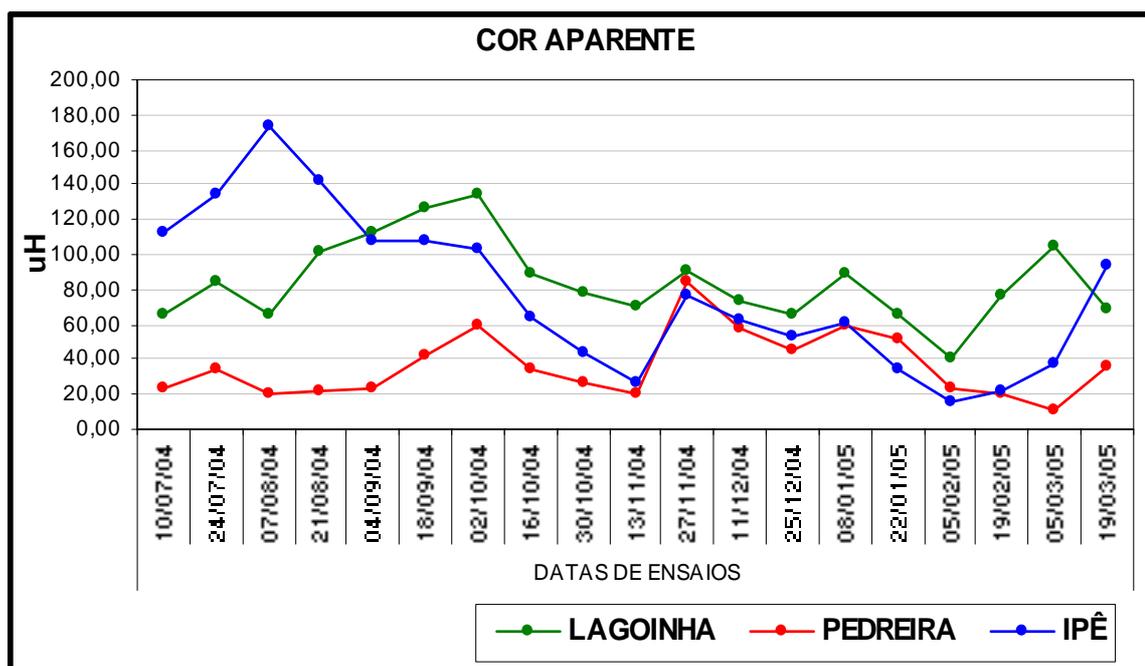


Figura 58 – Valores de cor aparente nos pontos estudados

Represa da Lagoinha

Máximo valor encontrado: 135,00 uH

Mínimo valor encontrado: 40,00 uH

Valor da mediana: 81,00 uH

Valor da média: 84,36 uH

Represa do Ipê

Máximo valor encontrado: 173,00 uH

Mínimo valor encontrado: 15,00 uH

Valor da mediana: 70,00 uH

Valor da média: 77,35 uH

Lagoa da Pedreira

Máximo valor encontrado: 84,00 uH

Mínimo valor encontrado: 11,00 uH

Valor da mediana: 34,00 uH

Valor da média: 36,60 uH

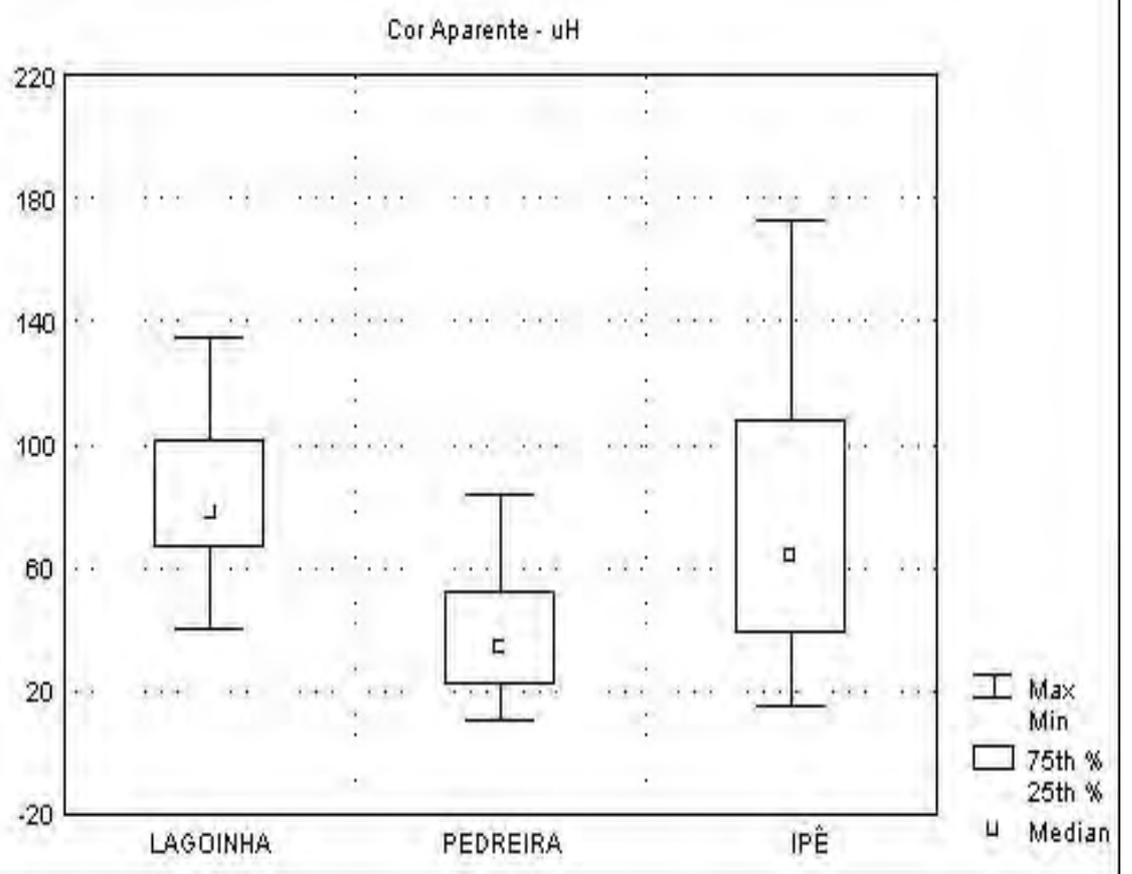


Figura 59 – Gráfico Box-Plot do parâmetro cor aparente

4.2.7 Sólidos suspensos

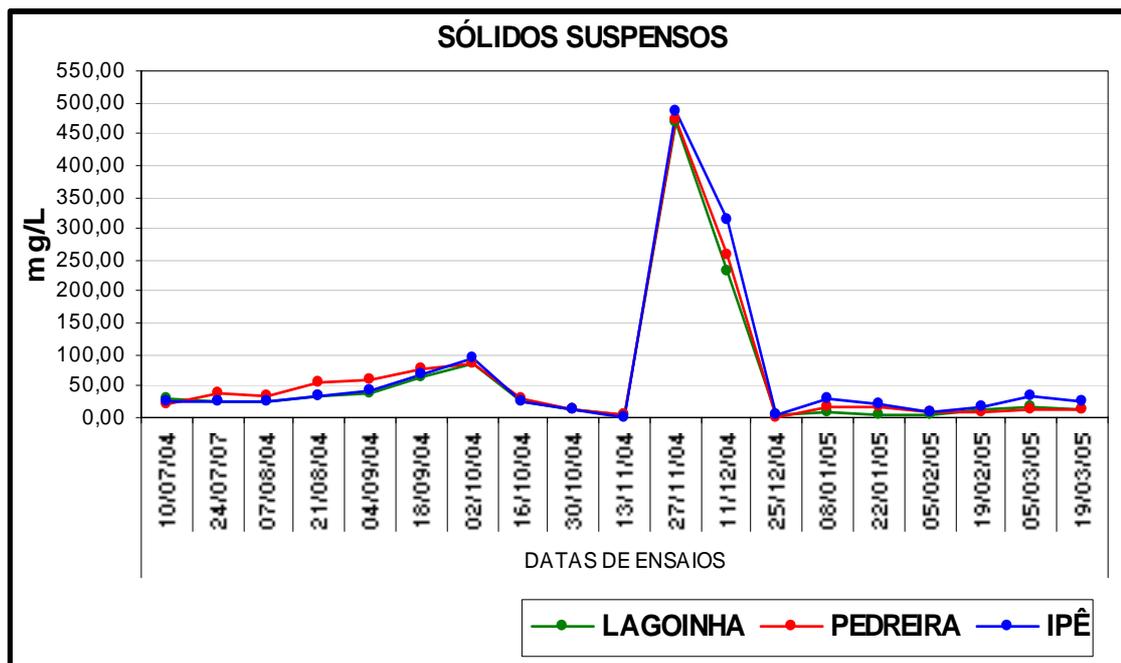


Figura 60 – Valores de sólidos suspensos nos pontos estudados

Represa da Lagoinha

Máximo valor encontrado: 470,00 mg/l

Mínimo valor encontrado: 3,00 mg/l

Valor da mediana: 25,57 mg/l

Valor da média: 58,64 mg/l

Represa do Ipê

Máximo valor encontrado: 486,00 mg/l

Mínimo valor encontrado: 2,00 mg/l

Valor da mediana: 31,00 mg/l

Valor da média: 68,30 mg/l

Lagoa da Pedreira

Máximo valor encontrado: 474,00 mg/l

Mínimo valor encontrado: 2,00 mg/l

Valor da mediana: 24,08 mg/l

Valor da média: 64,68 mg/l

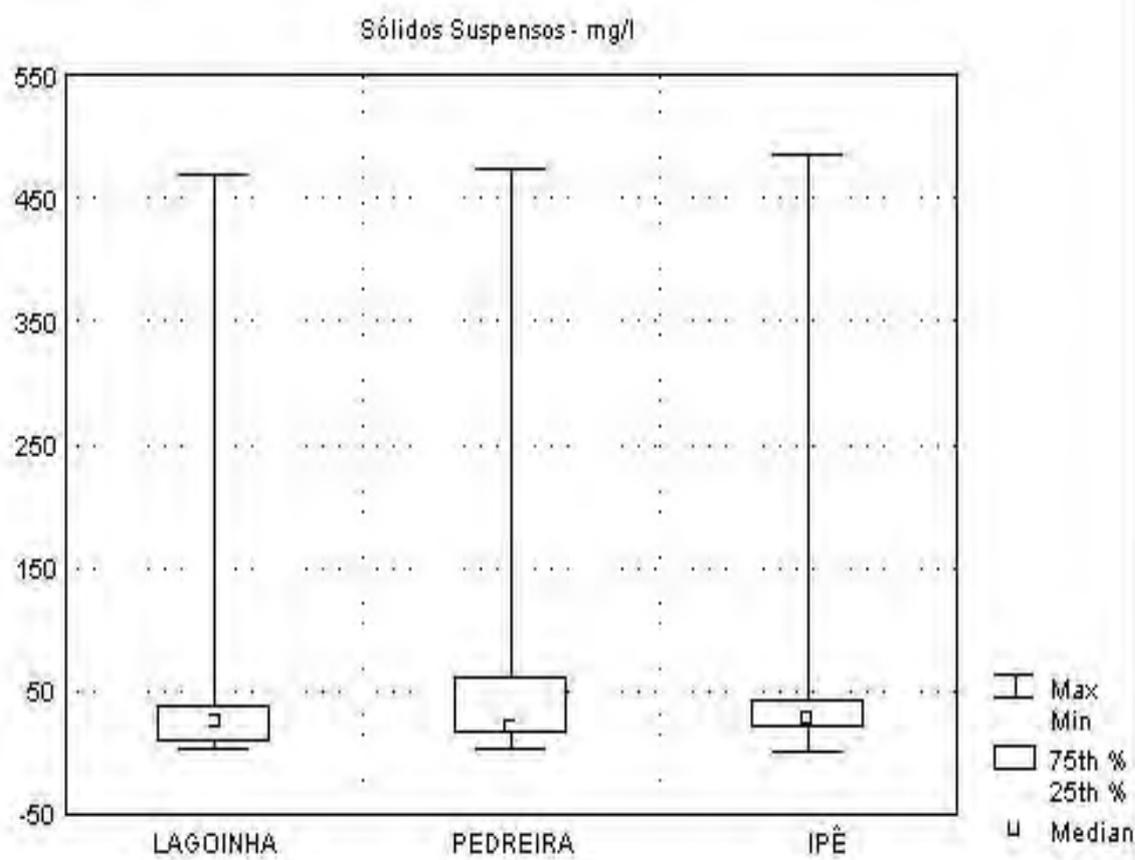


Figura 61 – Gráfico Box-Plot do parâmetro sólidos suspensos

4.2.8 Sólidos totais

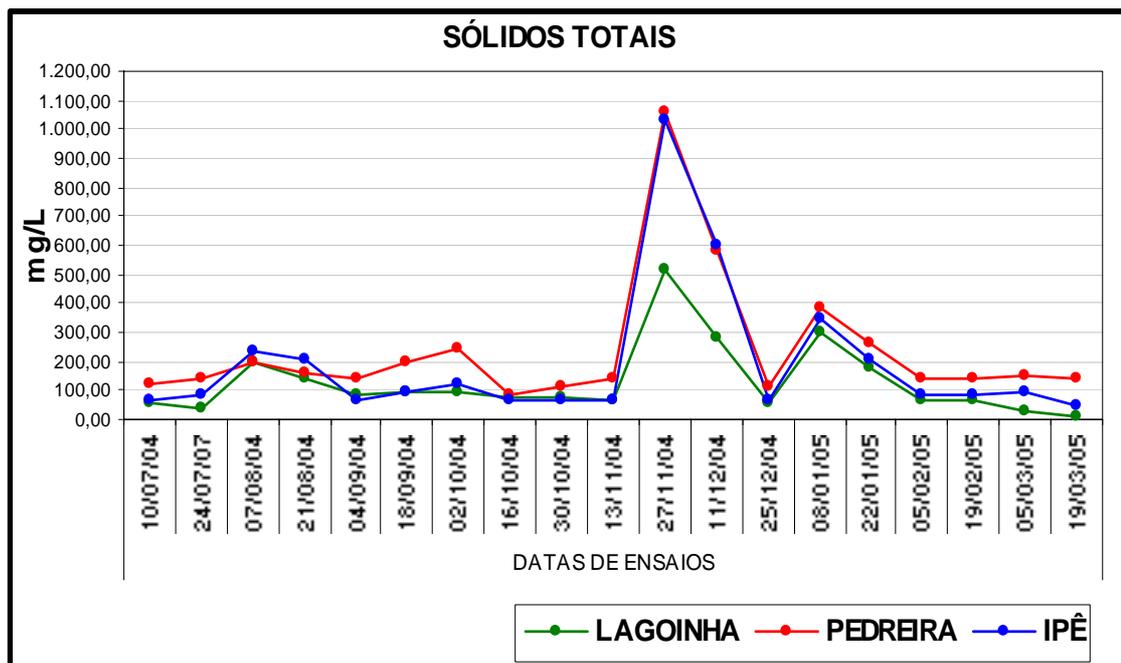


Figura 62 – Valores de sólidos totais nos pontos estudados

Represa da Lagoinha

Máximo valor encontrado: 516,00 mg/l

Mínimo valor encontrado: 14,00 mg/l

Valor da mediana: 82,70 mg/l

Valor da média: 127,28 mg/l

Represa do Ipê

Máximo valor encontrado: 1.028,00 mg/l

Mínimo valor encontrado: 46,00 mg/l

Valor da mediana: 91,00 mg/l

Valor da média: 190,91 mg/l

Lagoa da Pedreira

Máximo valor encontrado: 1.058,00 mg/l

Mínimo valor encontrado: 85,02 mg/l

Valor da mediana: 153,50 mg/l

Valor da média: 236,26 mg/l

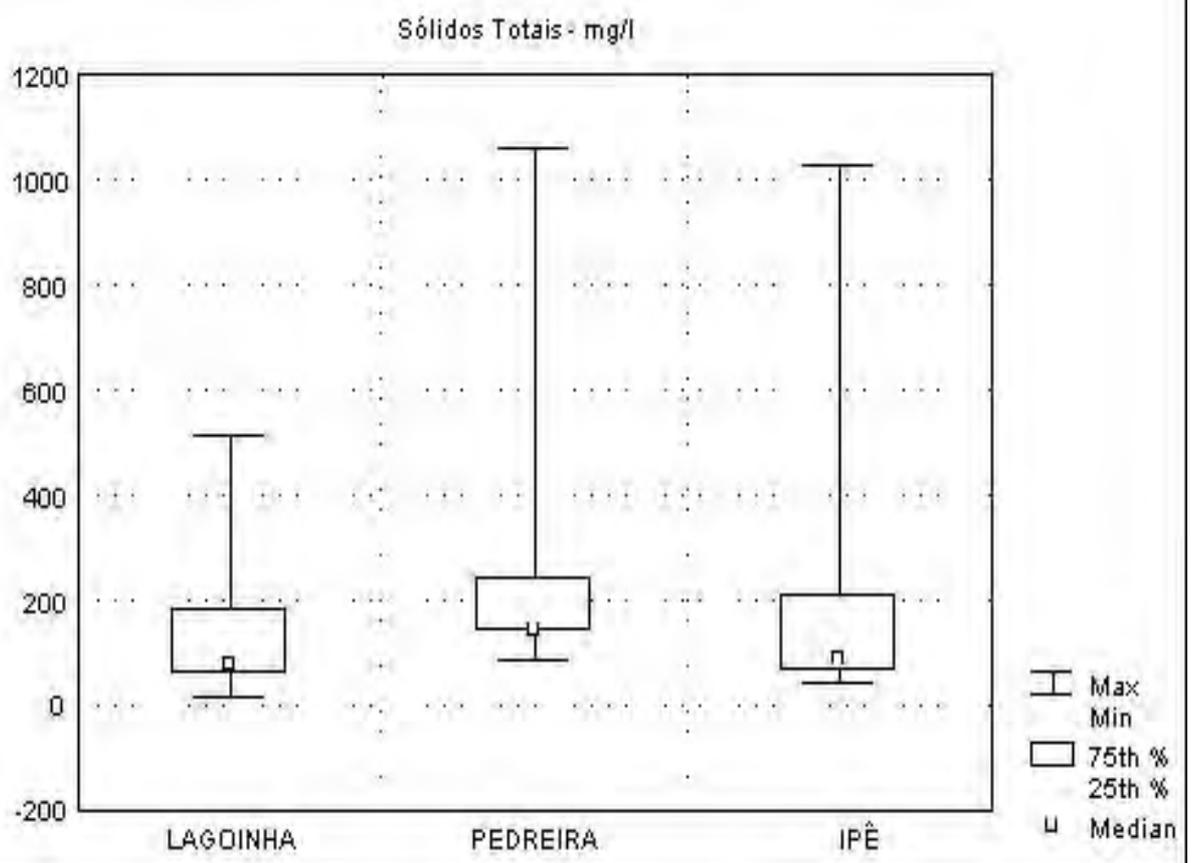


Figura 63 – Gráfico Box-Plot do parâmetro sólidos totais

4.2.9 Sólidos dissolvidos

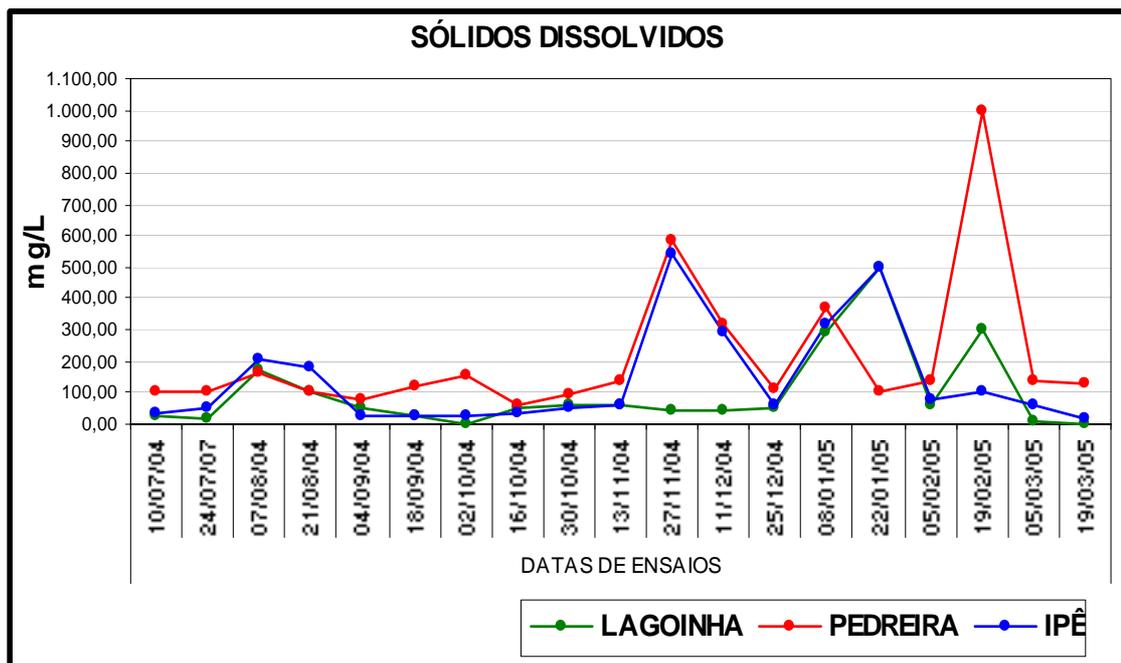


Figura 64 – Valores de sólidos dissolvidos nos pontos estudados

Valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05: 500,00 mg/l

Represa da Lagoinha

Máximo valor encontrado: 500,00 mg/l

Mínimo valor encontrado: 2,00 mg/l

Valor da mediana: 55,14 mg/l

Valor da média: 98,70 mg/l

Represa do Ipê

Máximo valor encontrado: 542,00 mg/l

Mínimo valor encontrado: 21,00 mg/l

Valor da mediana: 64,00 mg/l

Valor da média: 140,67 mg/l

Lagoa da Pedreira

Máximo valor encontrado: 1.000,00 mg/l

Mínimo valor encontrado: 56,86 mg/l

Valor da mediana: 134,50 mg/l

Valor da média: 209,79 mg/l

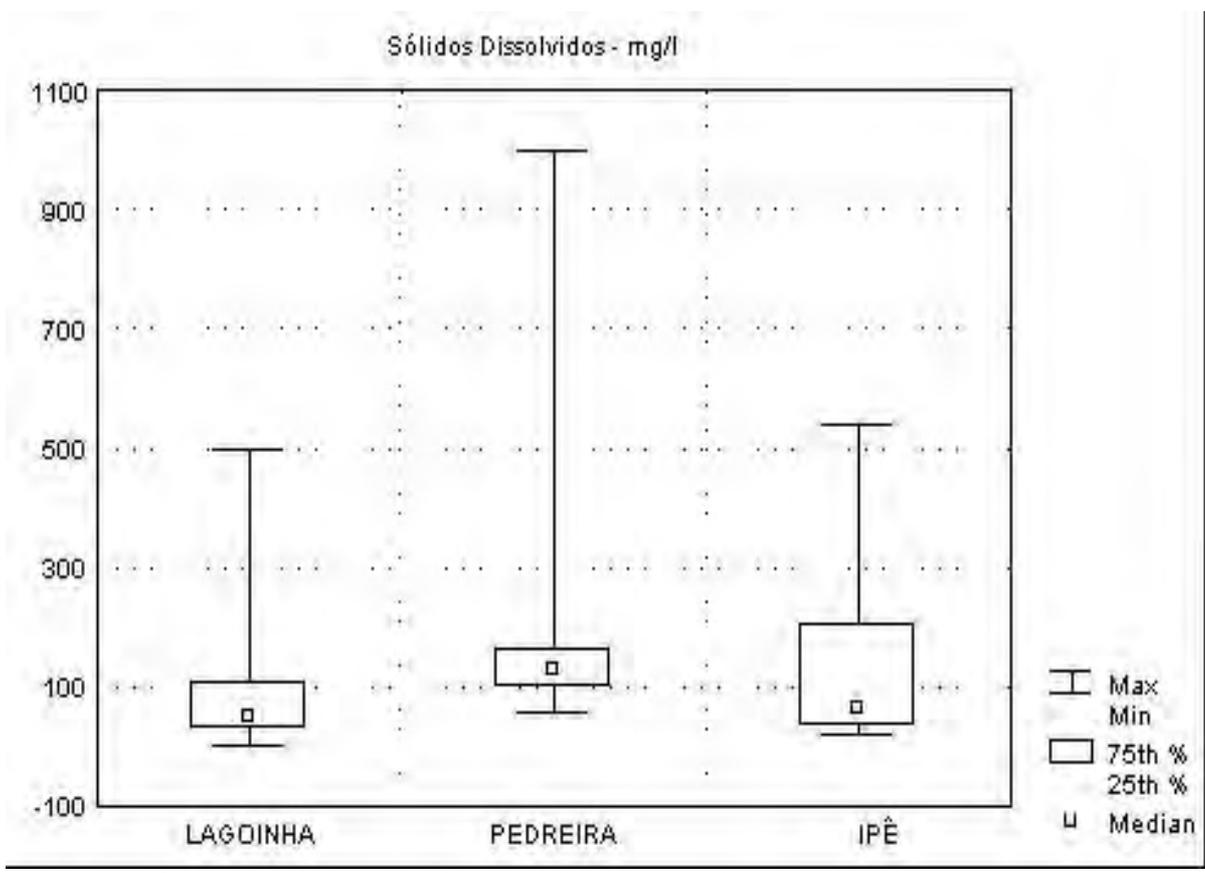


Figura 65 – Gráfico Box-Plot do parâmetro sólidos dissolvidos

4.2.10 Coliformes fecais

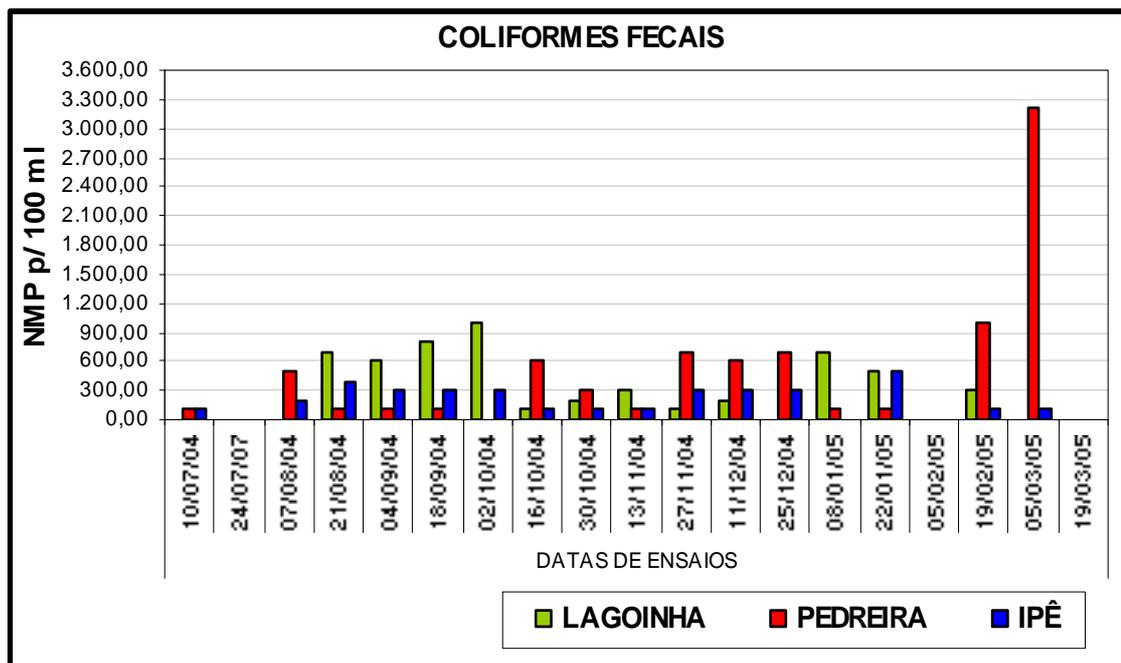


Figura 66 – Valores de coliformes fecais nos pontos estudados

Valor limite estabel. pela Resolução CONAMA 274/00: 1.000,00 col./100 mililitros

Represa da Lagoinha

Máximo valor encontrado: 1.000,00 col./100 mililitros

Mínimo valor encontrado: 0,00 col./100 mililitros

Valor da mediana: 200,00 col./100 mililitros

Valor da média: 300,00 col./100 mililitros

Represa do Ipê

Máximo valor encontrado: 500,00 col./100 mililitros

Mínimo valor encontrado: 0,00 col./100 mililitros

Valor da mediana: 300,00 col./100 mililitros

Valor da média: 200,00 col./100 mililitros

Lagoa da Pedreira

Máximo valor encontrado: 3.200,00 col./100 mililitros

Mínimo valor encontrado: 0,00 col./100 mililitros

Valor da mediana: 200,00 col./100 mililitros

Valor da média: 400,00 col./100 mililitros

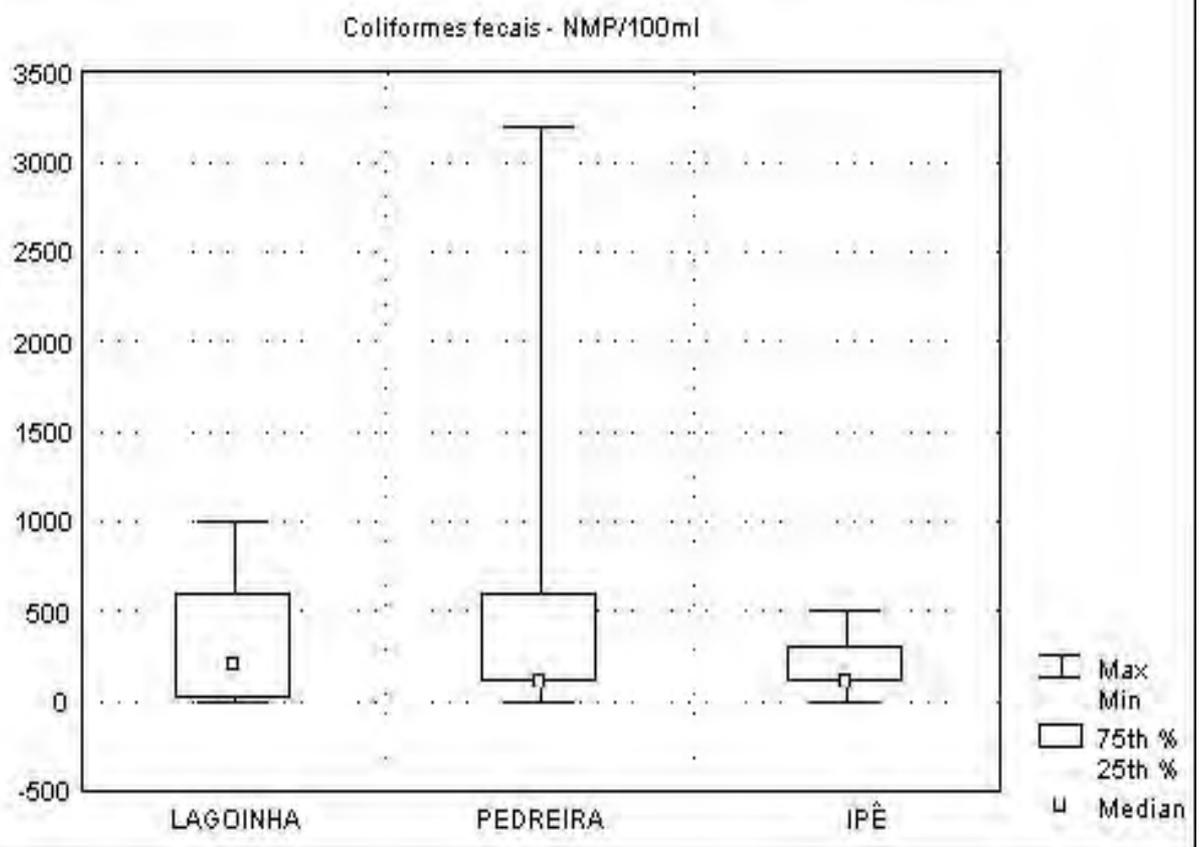


Figura 67 – Gráfico Box-Plot do parâmetro coliformes fecais

4.2.11 Coliformes totais

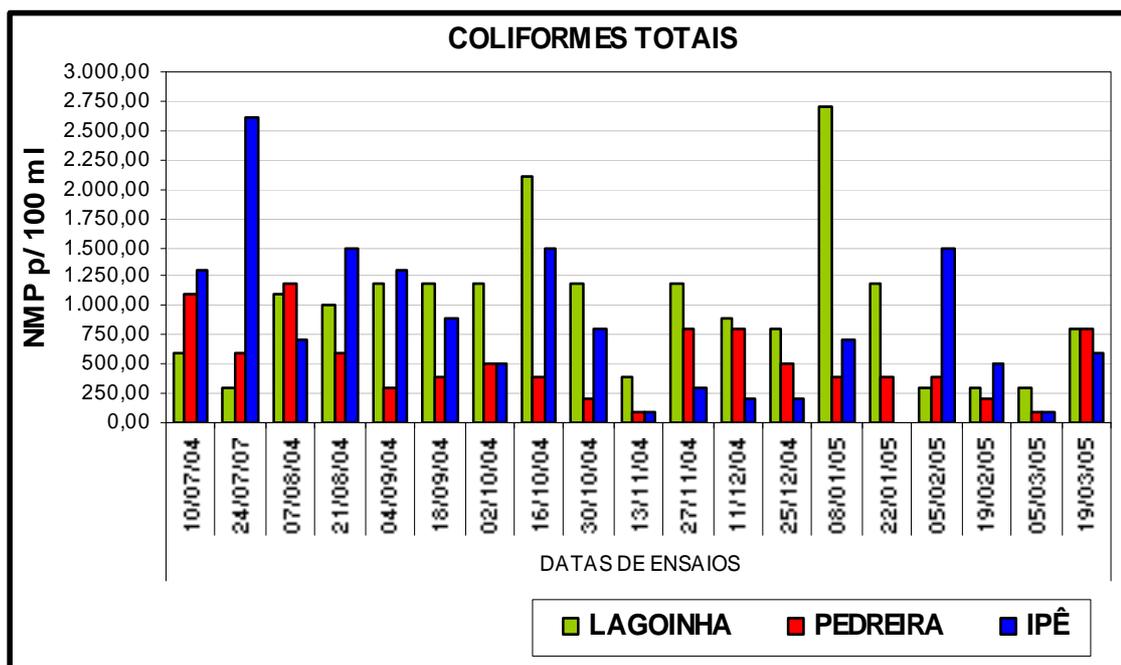


Figura 68 – Valores de coliformes totais nos pontos estudados

Valor limite estabel. pela Resolução CONAMA 274/00: 1.000,00 col./100 mililitros

Represa da Lagoinha

Máximo valor encontrado: 2.700,00 col./100 mililitros

Mínimo valor encontrado: 300,00 col./100 mililitros

Valor da mediana: 1.000,00 col./100 mililitros

Valor da média: 1.000,00 col./100 mililitros

Represa do Ipê

Máximo valor encontrado: 1.500,00 col./100 mililitros

Mínimo valor encontrado: 0,00 col./100 mililitros

Valor da mediana: 700,00 col./100 mililitros

Valor da média: 800,00 col./100 mililitros

Lagoa da Pedreira

Máximo valor encontrado: 1.200,00 col./100 mililitros

Mínimo valor encontrado: 100,00 col./100 mililitros

Valor da mediana: 500,00 col./100 mililitros

Valor da média: 500,00 col./100 mililitros

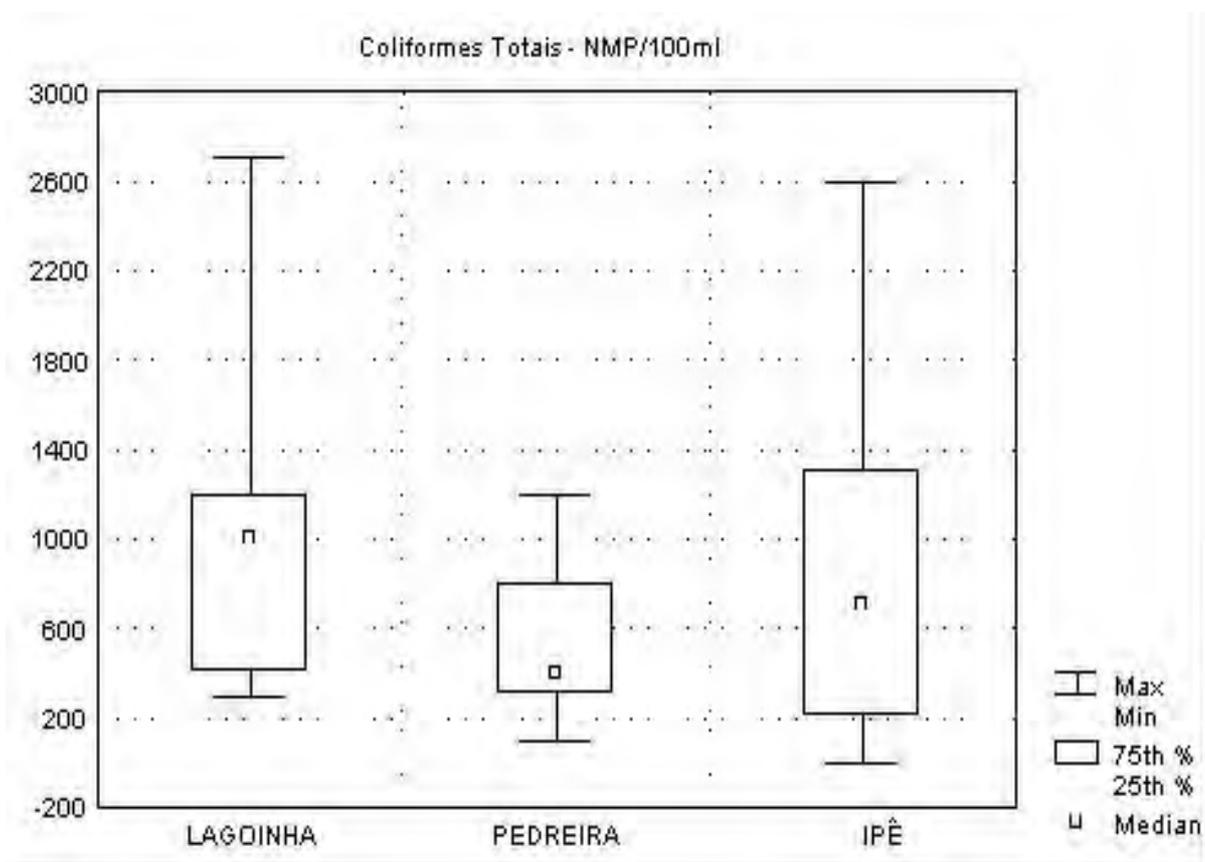


Figura 69 – Gráfico Box-Plot do parâmetro coliformes totais

4.2.12 Oxigênio dissolvido

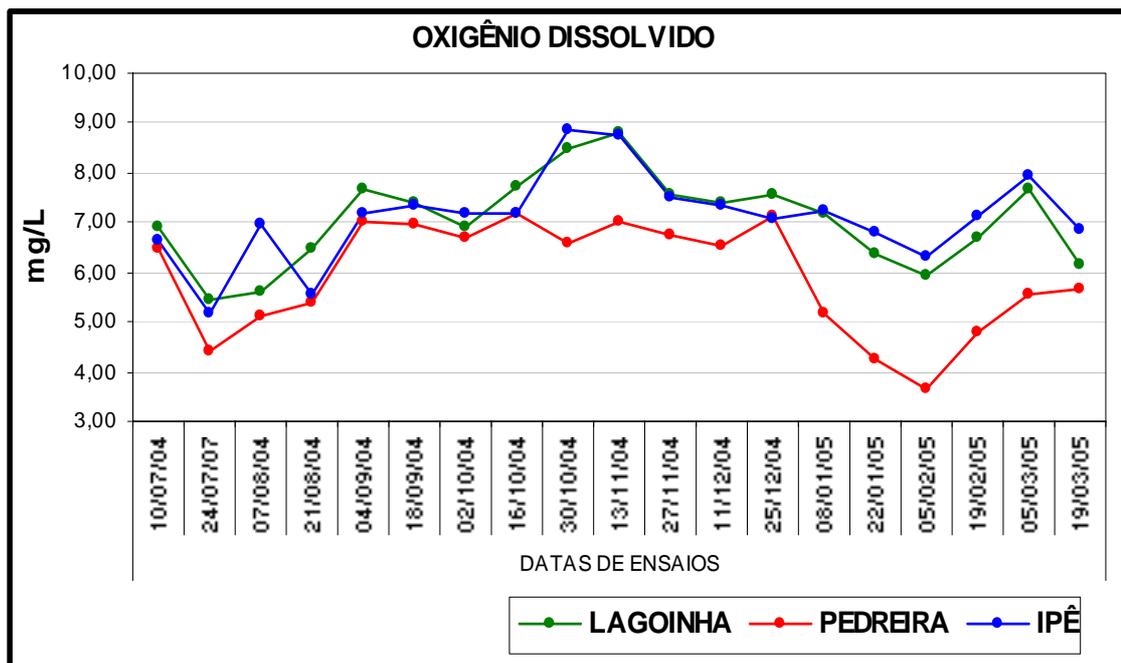


Figura 70 – Valores de oxigênio dissolvido nos pontos estudados

Valor mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05: 5,00 mg/l

Represa da Lagoinha

Máximo valor encontrado: 8,82 mg/l

Mínimo valor encontrado: 5,45 mg/l

Valor da mediana: 7,31 mg/l

Valor da média: 7,05 mg/l

Represa do Ipê

Máximo valor encontrado: 8,85 mg/l

Mínimo valor encontrado: 5,15 mg/l

Valor da mediana: 7,26 mg/l

Valor da média: 7,11 mg/l

Lagoa da Pedreira

Máximo valor encontrado: 7,18 mg/l

Mínimo valor encontrado: 3,63 mg/l

Valor da mediana: 6,57 mg/l

Valor da média: 6,04 mg/l

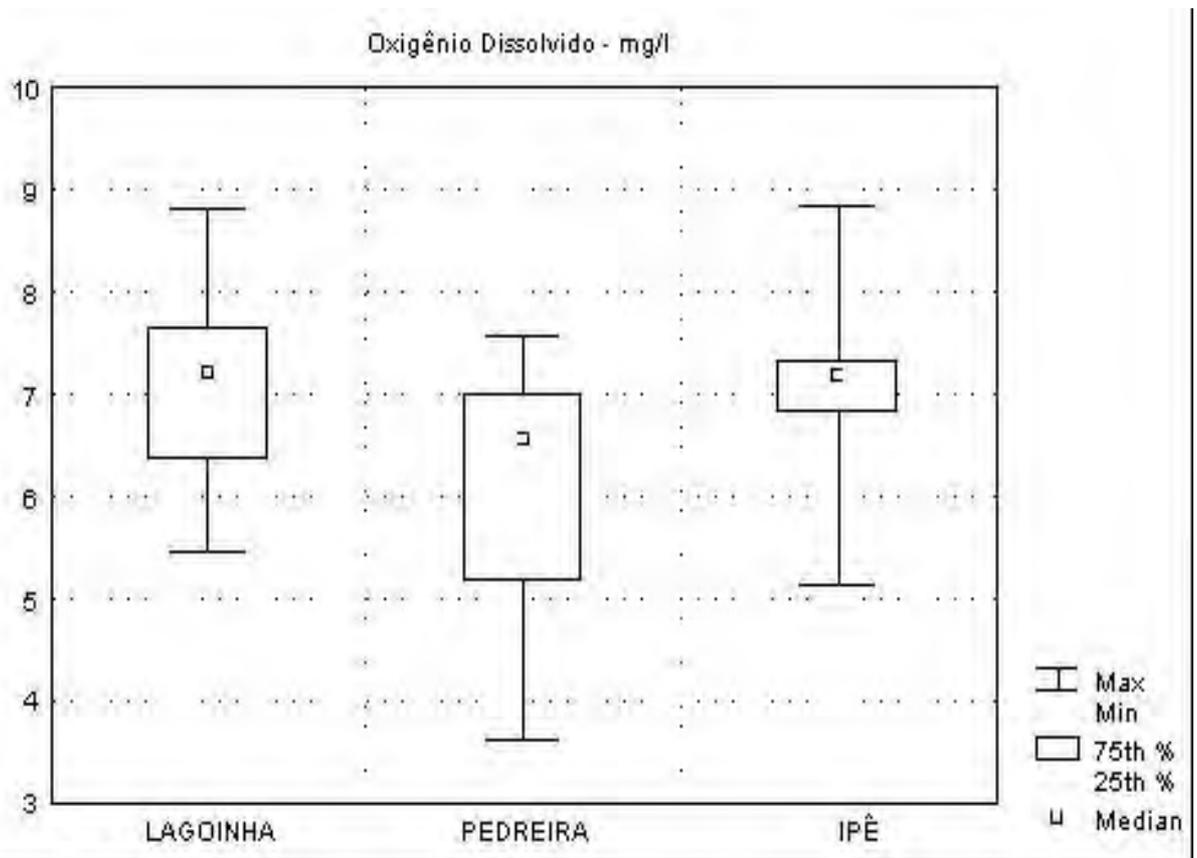


Figura 71 – Gráfico Box-Plot do parâmetro oxigênio dissolvido

4.2.13 Demanda bioquímica de oxigênio

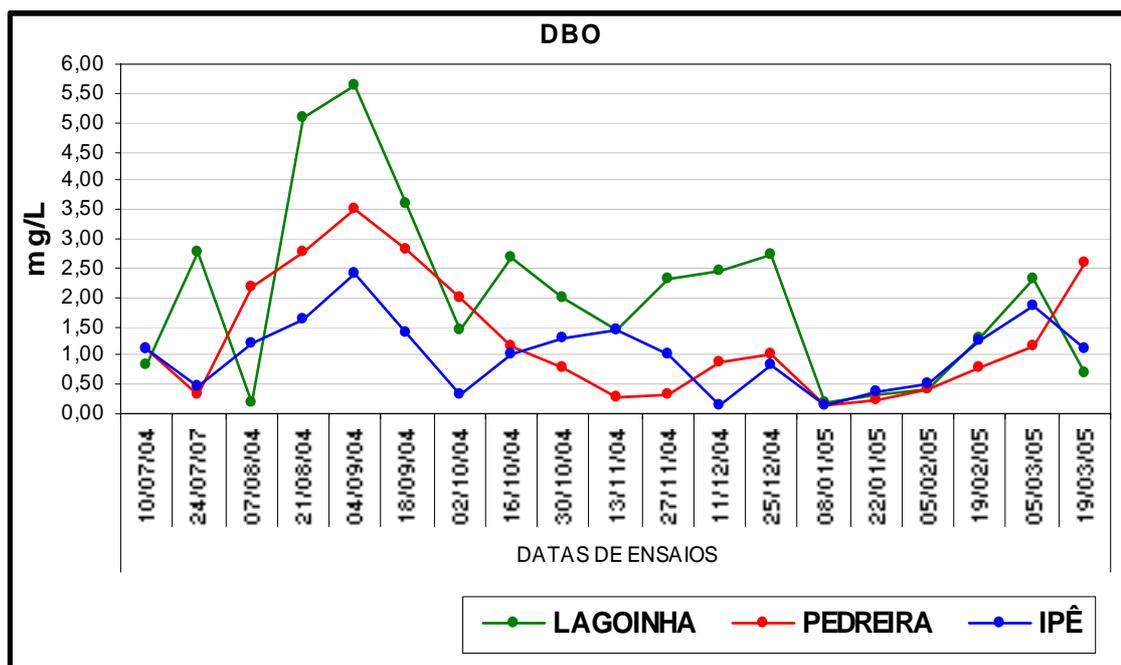


Figura 72 – Valores de DBO nos pontos estudados

Valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05: 5,00 mg/l

Represa da Lagoinha

Máximo valor encontrado: 5,63 mg/l

Mínimo valor encontrado: 0,19 mg/l

Valor da mediana: 2,14 mg/l

Valor da média: 2,02 mg/l

Represa do Ipê

Máximo valor encontrado: 2,39 mg/l

Mínimo valor encontrado: 0,13 mg/l

Valor da mediana: 1,10 mg/l

Valor da média: 1,02 mg/l

Lagoa da Pedreira

Máximo valor encontrado: 3,52 mg/l

Mínimo valor encontrado: 0,15 mg/l

Valor da mediana: 1,15 mg/l

Valor da média: 1,29 mg/l

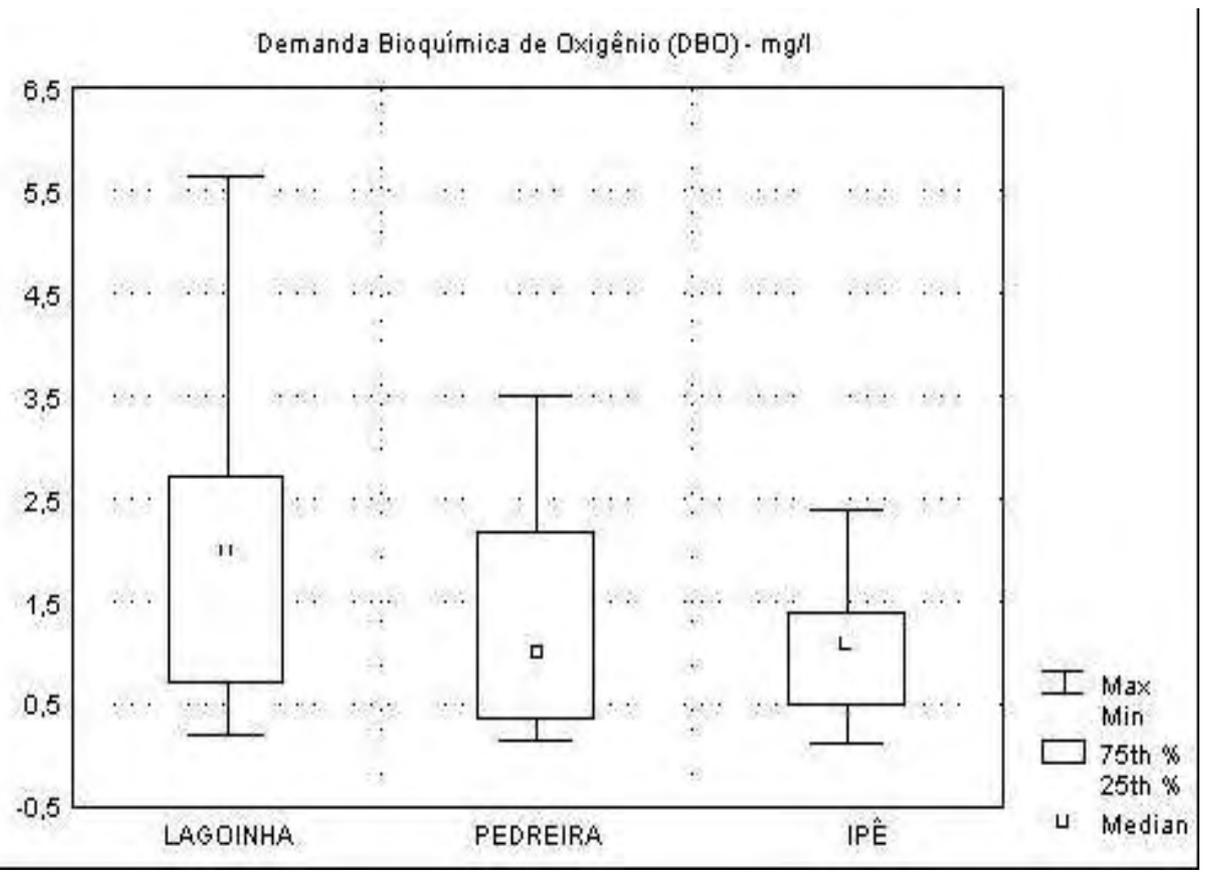


Figura 73 – Gráfico Box-Plot do parâmetro DBO

4.2.14 Demanda química de oxigênio

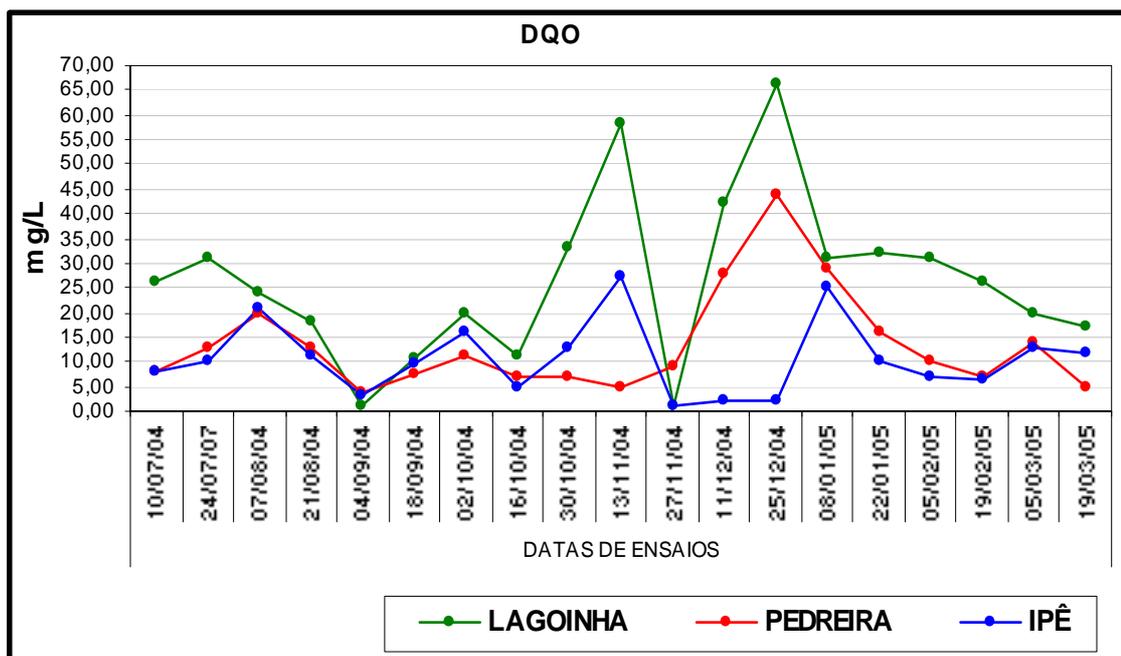


Figura 74 – Valores de DQO nos 03 pontos estudados

Represa da Lagoinha

Máximo valor encontrado: 66,00 mg/l

Mínimo valor encontrado: 1,00 mg/l

Valor da mediana: 26,10 mg/l

Valor da média: 26,26 mg/l

Represa do Ipê

Máximo valor encontrado: 27,00 mg/l

Mínimo valor encontrado: 1,00 mg/l

Valor da mediana: 10,50 mg/l

Valor da média: 10,64 mg/l

Lagoa da Pedreira

Máximo valor encontrado: 44,00 mg/l

Mínimo valor encontrado: 4,00 mg/l

Valor da mediana: 10,50 mg/l

Valor da média: 13,55 mg/l

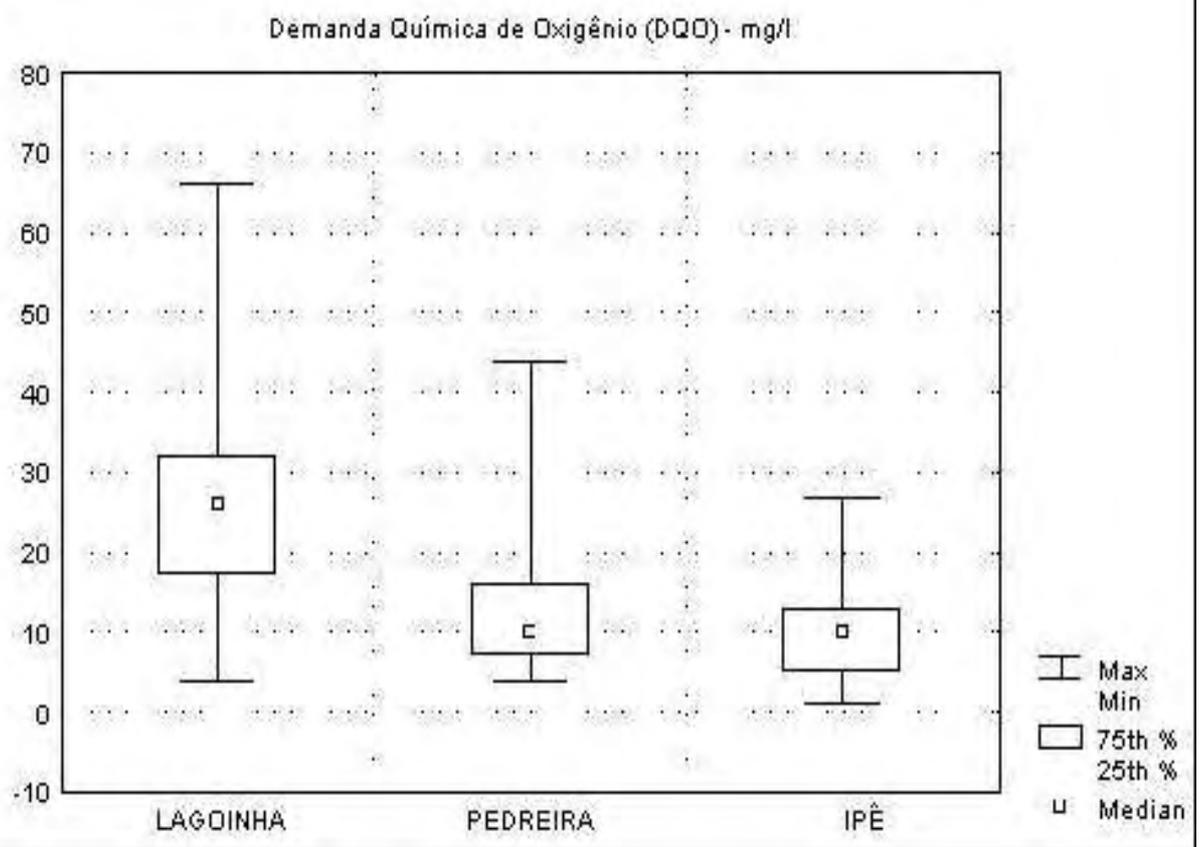


Figura 75 – Gráfico Box-Plot do parâmetro DQO

4.2.15 Fósforo total

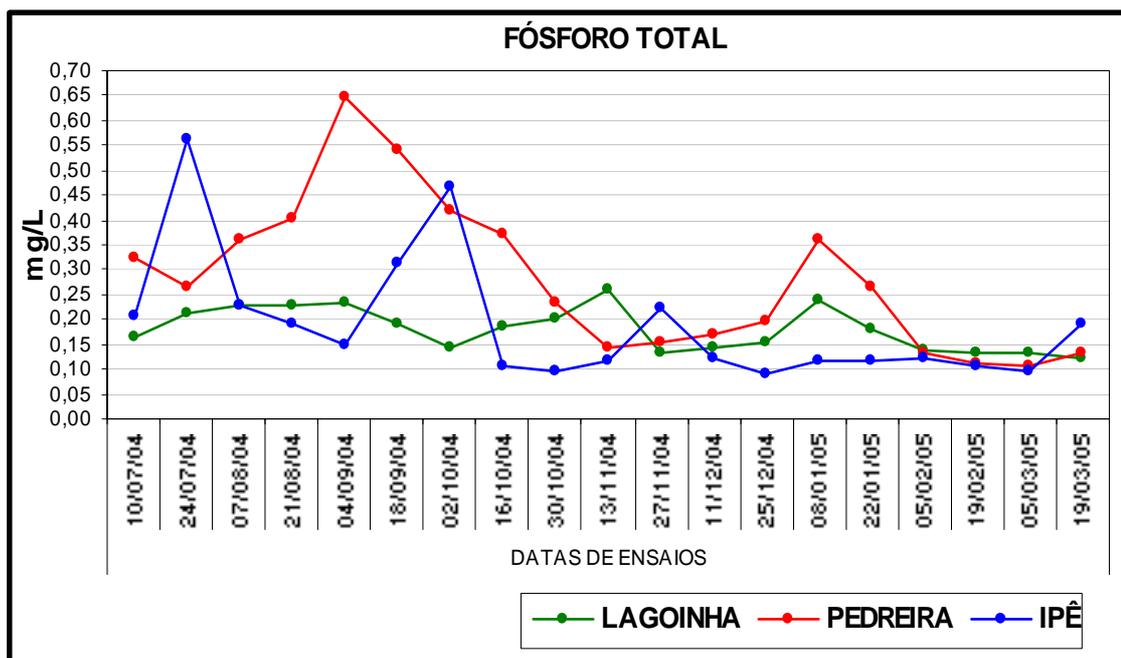


Figura 76 – Valores de fósforo total nos pontos estudados

Valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05: 0,03 mg/l

Represa da Lagoinha

Máximo valor encontrado: 0,26 mg/l

Mínimo valor encontrado: 0,12 mg/l

Valor da mediana: 0,24 mg/l

Valor da média: 0,18 mg/l

Represa do Ipê

Máximo valor encontrado: 0,56 mg/l

Mínimo valor encontrado: 0,09 mg/l

Valor da mediana: 0,19 mg/l

Valor da média: 0,19 mg/l

Lagoa da Pedreira

Máximo valor encontrado: 0,65 mg/l

Mínimo valor encontrado: 0,11 mg/l

Valor da mediana: 0,29 mg/l

Valor da média: 0,28 mg/l

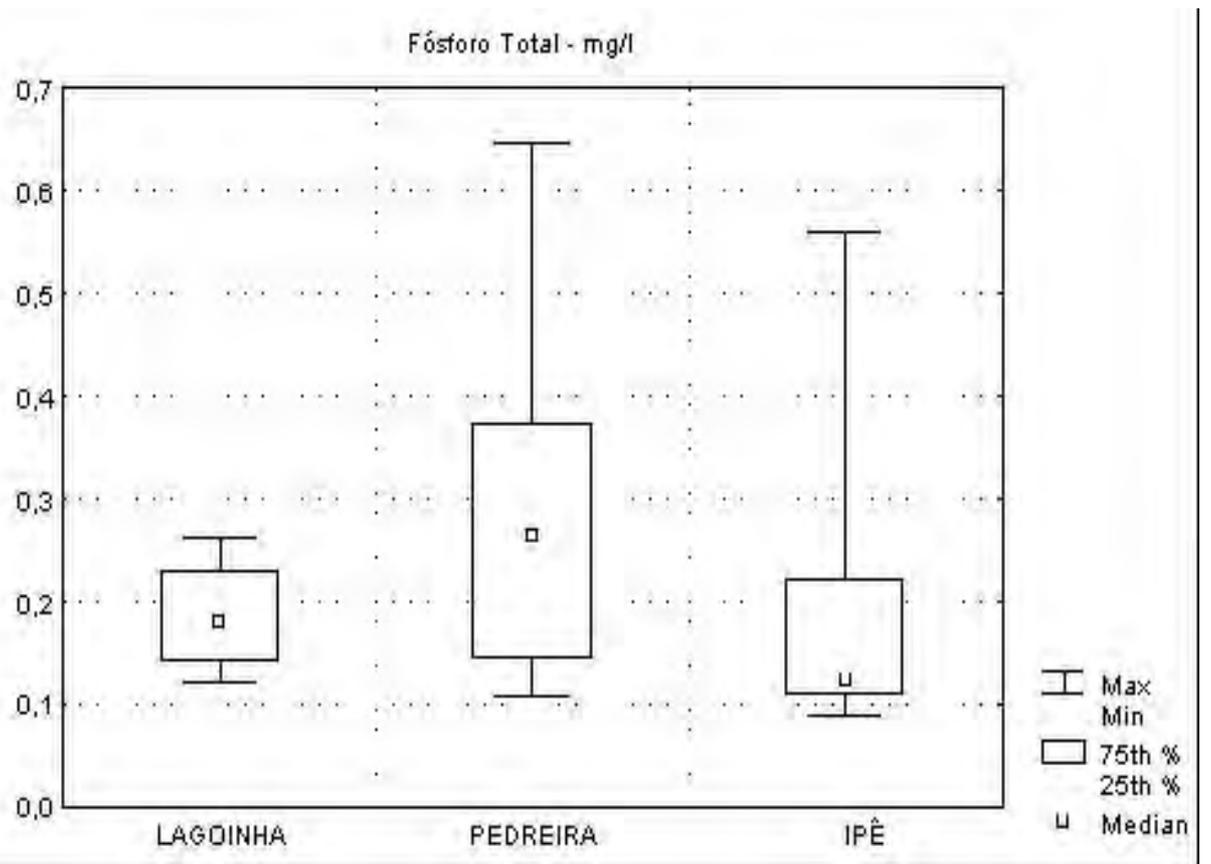


Figura 77 – Gráfico Box-Plot do parâmetro fósforo total

4.2.16 Ferro total

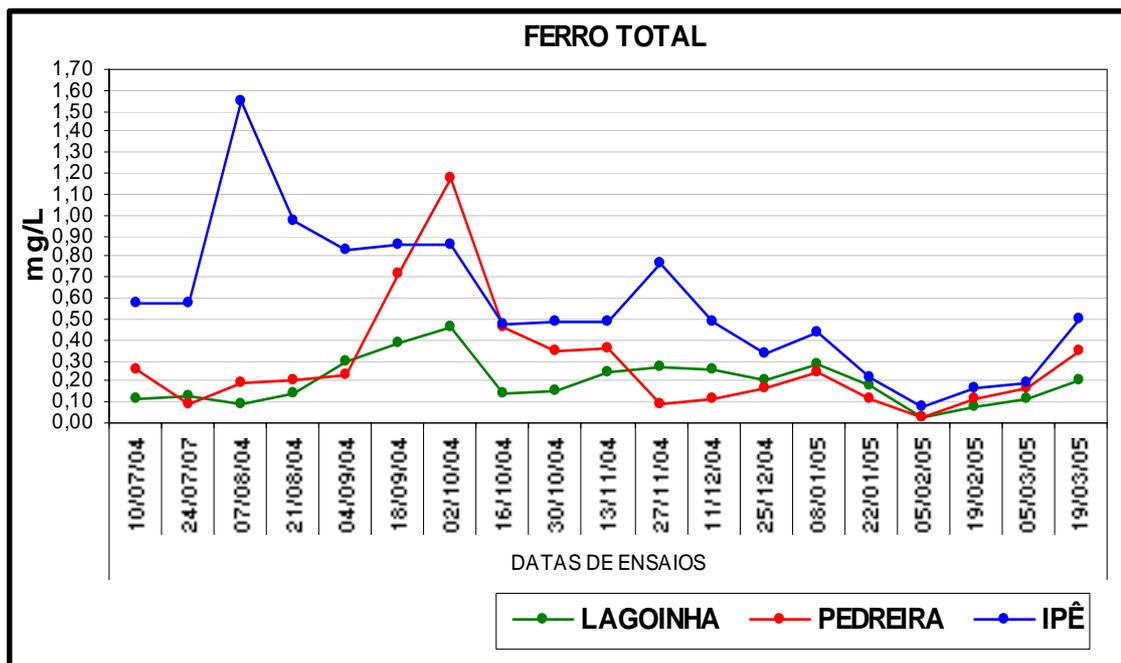


Figura 78 – Valores de ferro total nos pontos estudados

Valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05: 0,30 mg/l

Represa da Lagoinha

Máximo valor encontrado: 0,46 mg/l

Mínimo valor encontrado: 0,02 mg/l

Valor da mediana: 0,20 mg/l

Valor da média: 0,20 mg/l

Represa do Ipê

Máximo valor encontrado: 1,55 mg/l

Mínimo valor encontrado: 0,08 mg/l

Valor da mediana: 0,53 mg/l

Valor da média: 0,57 mg/l

Lagoa da Pedreira

Máximo valor encontrado: 1,18 mg/l

Mínimo valor encontrado: 0,03 mg/l

Valor da mediana: 0,25 mg/l

Valor da média: 0,29 mg/l

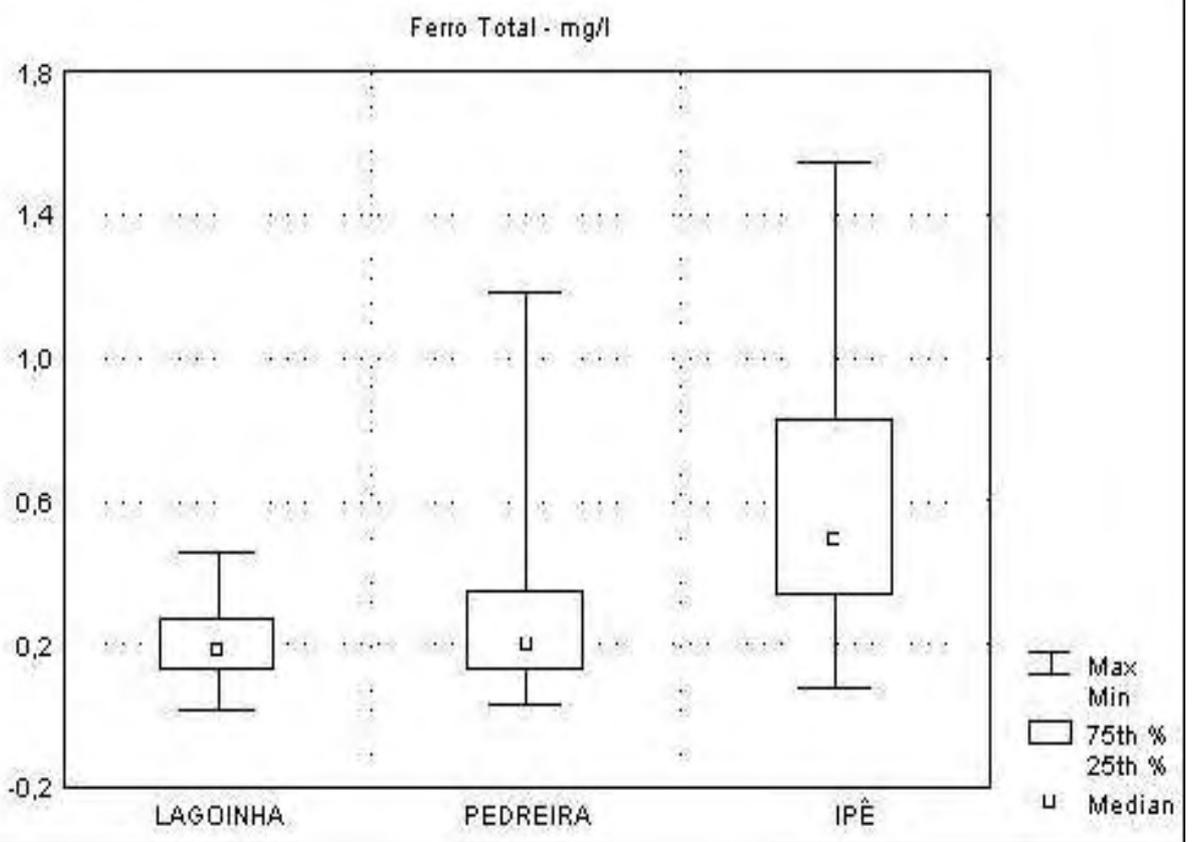


Figura 79 – Gráfico Box-Plot do parâmetro ferro total

4.2.17 Nitrogênio total

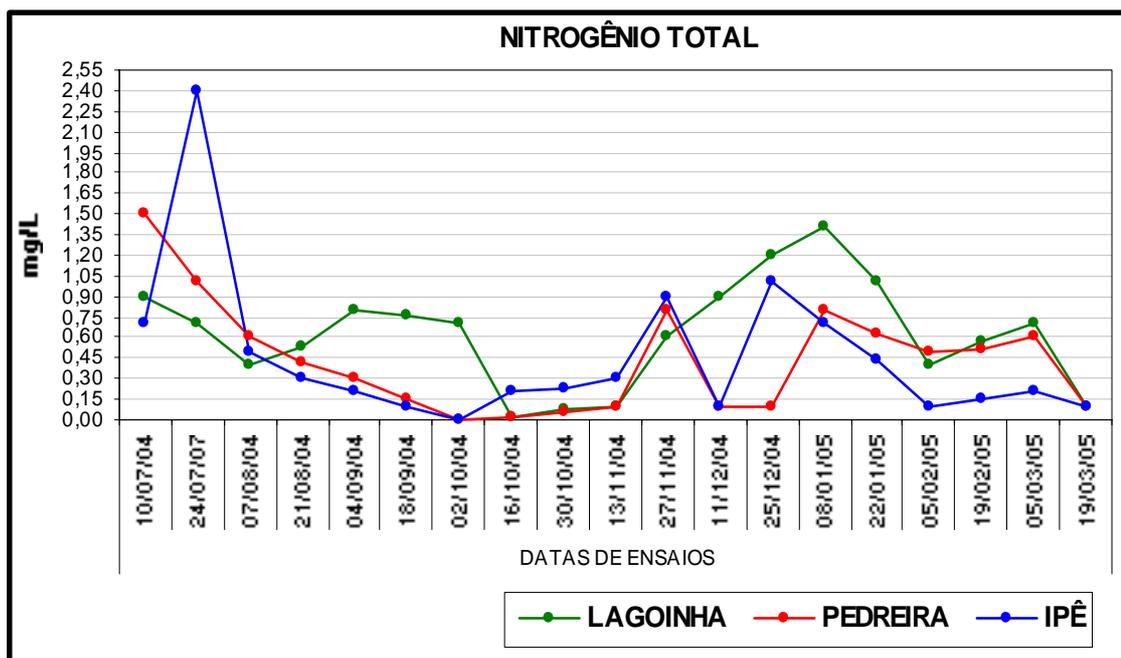


Figura 80 – Valores de nitrogênio total nos pontos estudados

Valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05: 3,70 mg/l (amônia); 10,00 mg/l (nitrato) e 1,00 mg/l (nitrito).

Represa da Lagoinha

Máximo valor encontrado: 1,40 mg/l

Mínimo valor encontrado: 0,01 mg/l

Valor da mediana: 0,74 mg/l

Valor da média: 0,62 mg/l

Represa do Ipê

Máximo valor encontrado: 2,40 mg/l

Mínimo valor encontrado: 0,00 mg/l

Valor da mediana: 0,47 mg/l

Valor da média: 0,45 mg/l

Lagoa da Pedreira

Máximo valor encontrado: 1,50 mg/l

Mínimo valor encontrado: 0,00 mg/l

Valor da mediana: 0,51 mg/l

Valor da média: 0,44 mg/l

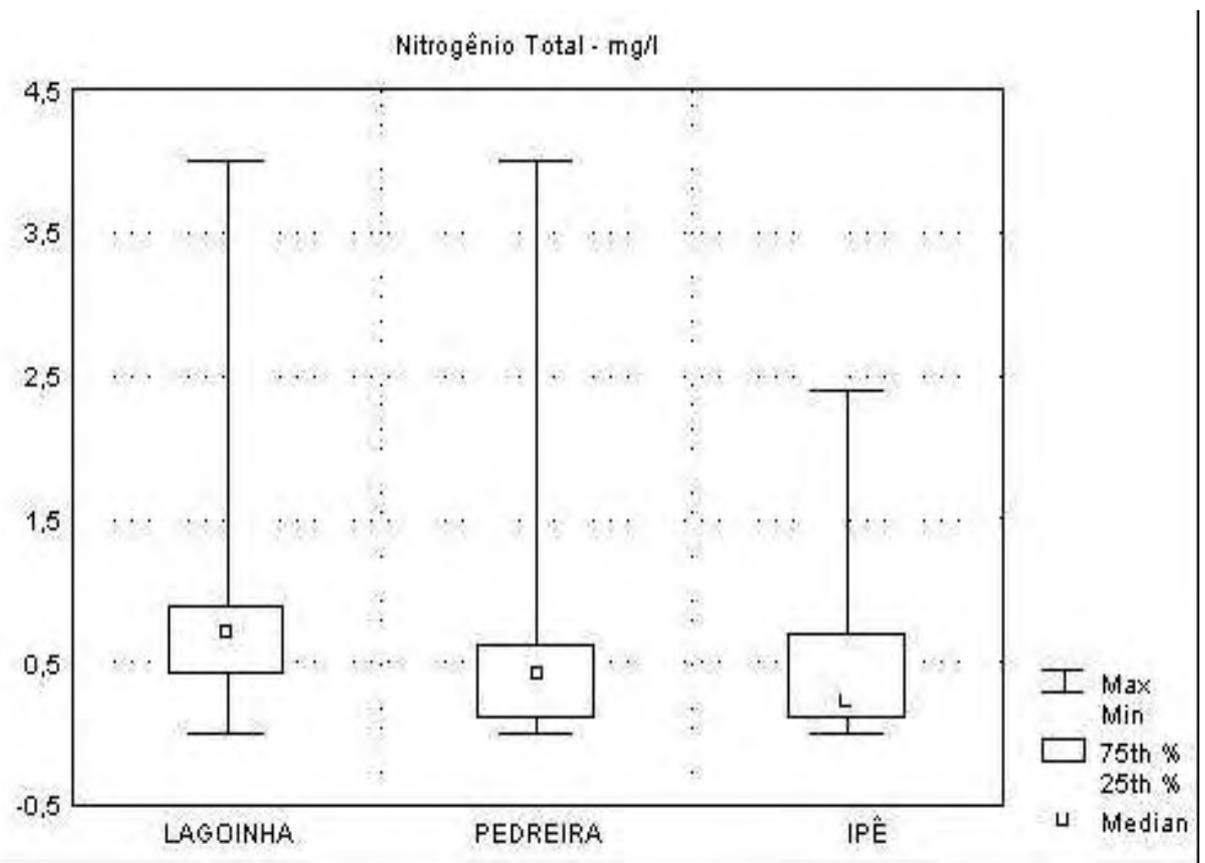


Figura 81 – Gráfico Box-Plot do parâmetro nitrogênio total

4.3 Índice de qualidade de águas

	Parâmetro Unidade Wn	T C° 0,10	pH 0,12	Turb. uT 0,08	ST mg/l 0,08	C. Fecais NMP 0,15	OD Satur. mg/l 0,17	DBO mg/l 0,10	Fósforo mg/l 0,10	Nítrog. mg/l 0,10	
10/07/04	Leitura	24,80	6,15	5,55	60,00	0,00	76,76	0,83	0,16	0,90	67
	qn	9,00	55,00	80,00	88,00	100,00	81,00	95,00	90,00	95,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,62	1,42	1,43	2,00	2,11	1,58	1,57	1,58	
24/07/04	Leitura	25,10	7,10	6,45	40,00	0,00	60,55	2,78	0,21	0,70	65
	qn	9,00	91,00	79,00	88,00	100,00	60,00	75,00	78,00	94,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,72	1,42	1,43	2,00	2,01	1,54	1,55	1,58	
07/08/04	Leitura	26,20	6,77	29,30	195,00	0,00	62,43	0,19	0,23	0,40	64
	qn	9,00	81,00	52,00	75,00	100,00	62,00	98,00	78,00	98,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,69	1,37	1,41	2,00	2,02	1,58	1,55	1,58	
21/08/04	Leitura	25,80	6,62	4,82	140,00	700,00	72,10	5,09	0,23	0,54	53
	qn	9,00	78,00	80,00	80,00	25,00	78,00	57,00	78,00	96,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,69	1,42	1,42	1,62	2,10	1,50	1,55	1,58	
04/09/04	Leitura	25,10	6,55	4,75	88,00	600,00	85,10	5,63	0,24	0,80	54
	qn	9,00	78,00	80,00	87,00	26,00	87,00	55,00	76,00	95,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,69	1,42	1,43	1,63	2,14	1,49	1,55	1,58	
18/09/04	Leitura	27,59	6,84	5,57	90,00	800,00	82,43	3,61	0,19	0,77	54
	qn	9,00	91,00	80,00	87,00	20,00	87,00	67,00	79,00	94,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,72	1,42	1,43	1,57	2,14	1,52	1,55	1,58	
02/10/04	Leitura	29,00	6,86	6,17	90,00	1.000,00	76,43	1,45	0,14	0,70	55
	qn	9,00	84,00	80,00	87,00	19,00	81,00	87,00	90,00	96,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,70	1,42	1,43	1,56	2,11	1,56	1,57	1,58	
16/10/04	Leitura	26,10	7,44	5,20	77,40	100,00	85,87	2,69	0,19	0,01	61
	qn	9,00	90,00	80,00	87,00	40,00	87,00	76,00	79,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,72	1,42	1,43	1,74	2,14	1,54	1,55	1,58	
30/10/04	Leitura	27,38	6,40	7,08	72,00	200,00	94,10	1,99	0,20	0,08	65
	qn	9,00	69,00	79,00	88,00	62,00	97,00	80,00	79,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,66	1,42	1,43	1,86	2,18	1,55	1,55	1,58	
13/11/04	Leitura	28,80	5,50	3,82	64,00	300,00	97,98	1,42	0,26	0,10	53
	qn	9,00	34,00	80,00	88,00	28,00	99,00	87,00	77,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,53	1,42	1,43	1,65	2,18	1,56	1,54	1,58	
27/11/04	Leitura	29,90	7,81	21,80	516,00	100,00	83,76	2,29	0,13	0,60	55
	qn	9,00	80,00	60,00	32,00	40,00	86,00	86,00	90,00	90,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,69	1,39	1,32	1,74	2,13	1,56	1,57	1,57	
11/12/04	Leitura	31,00	6,39	14,02	280,00	200,00	82,43	2,47	0,14	0,89	61
	qn	9,00	69,00	67,00	62,00	62,00	87,00	77,00	90,00	95,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,66	1,40	1,39	1,86	2,14	1,54	1,57	1,58	
25/12/04	Leitura	32,50	5,11	2,96	54,00	0,00	83,99	2,71	0,15	1,20	59
	qn	9,00	23,00	82,00	88,00	100,00	86,00	76,00	90,00	83,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,46	1,42	1,43	2,00	2,13	1,54	1,57	1,56	
08/01/05	Leitura	29,00	5,28	5,11	300,00	700,00	79,99	0,21	0,24	1,40	48
	qn	9,00	30,00	80,00	61,00	25,00	84,00	100,00	78,00	83,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,50	1,42	1,39	1,62	2,12	1,58	1,55	1,56	
22/01/05	Leitura	30,40	6,65	3,62	180,00	500,00	70,54	0,31	0,18	1,00	55
	qn	9,00	78,00	80,00	78,00	27,00	77,00	98,00	78,00	85,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,69	1,42	1,42	1,64	2,09	1,58	1,55	1,56	
05/02/05	Leitura	32,80	7,94	2,24	66,00	0,00	66,10	0,39	0,14	0,40	70
	qn	9,00	85,00	87,00	88,00	100,00	70,00	95,00	90,00	97,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,70	1,43	1,43	2,00	2,06	1,58	1,57	1,58	
19/02/05	Leitura	32,00	6,88	2,10	66,00	300,00	74,43	1,31	0,13	0,58	59
	qn	9,00	84,00	87,00	88,00	30,00	80,00	90,00	90,00	96,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,70	1,43	1,43	1,67	2,11	1,57	1,57	1,58	
05/03/05	Leitura	32,20	5,88	1,80	26,00	0,00	85,32	2,32	0,13	0,70	65
	qn	9,00	40,00	91,00	87,00	100,00	87,00	86,00	90,00	94,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,56	1,43	1,43	2,00	2,14	1,56	1,57	1,58	
19/03/05	Leitura	31,70	5,76	2,58	14,00	0,00	68,21	0,69	0,12	0,09	65
	qn	9,00	40,00	87,00	85,00	100,00	78,00	98,00	90,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,56	1,43	1,43	2,00	2,10	1,58	1,57	1,58	

Tabela 02 – Cálculo do IQA da Represa da Lagoinha

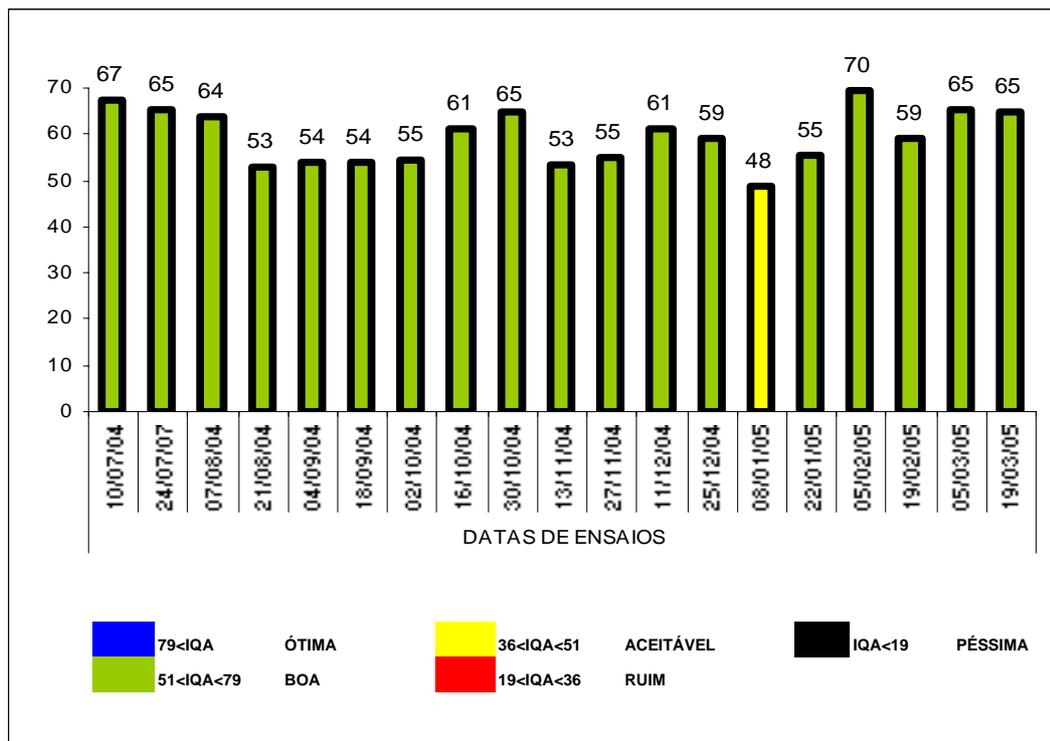


Figura 82 - Representação gráfica dos resultados de IQA da Represa da Lagoinha

	Parâmetro	T	pH	Turb.	ST	C. Fecais	OD Satur.	DBO	Fósforo	Nitrog.	
	Unidade	C°	0,12	uT	mg/l	NMP	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
		0,10		0,08	0,08	0,15	0,17	0,10	0,10	0,10	
10/07/04	Leitura	24,70	6,43	12,50	62,02	100,00	73,88	1,11	0,21	0,70	57
	qn	9,00	69,00	67,00	85,00	39,00	79,00	89,00	78,00	94,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,66	1,40	1,43	1,73	2,10	1,57	1,55	1,58	
24/07/04	Leitura	25,00	6,98	20,80	80,00	0,00	57,21	0,46	0,56	2,40	60
	qn	9,00	90,00	61,00	87,00	100,00	52,00	96,00	55,00	75,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,72	1,39	1,43	2,00	1,96	1,58	1,49	1,54	
07/08/04	Leitura	25,40	6,02	57,00	230,00	200,00	77,32	1,22	0,23	0,50	50
	qn	9,00	51,00	35,00	69,00	30,00	81,00	87,00	78,00	94,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,60	1,33	1,40	1,67	2,11	1,56	1,55	1,58	
21/08/04	Leitura	25,20	6,84	30,00	210,00	400,00	61,66	1,62	0,19	0,31	51
	qn	9,00	84,00	51,00	72,00	27,00	60,00	80,00	79,00	98,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,70	1,37	1,41	1,64	2,01	1,55	1,55	1,58	
04/09/04	Leitura	24,70	7,10	9,40	70,00	300,00	79,88	2,39	0,15	0,20	58
	qn	9,00	91,00	73,00	86,00	28,00	84,00	77,00	90,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,72	1,41	1,43	1,65	2,12	1,54	1,57	1,58	
18/09/04	Leitura	26,88	6,97	8,42	96,00	300,00	81,43	1,39	0,31	0,10	58
	qn	9,00	91,00	74,00	87,00	28,00	85,00	87,00	74,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,72	1,41	1,43	1,65	2,13	1,56	1,54	1,58	
02/10/04	Leitura	28,00	6,57	7,11	118,00	300,00	79,88	0,31	0,47	0,00	56
	qn	9,00	78,00	79,00	83,00	28,00	84,00	98,00	55,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,69	1,42	1,42	1,65	2,12	1,58	1,49	1,58	
16/10/04	Leitura	26,20	6,61	4,10	61,25	100,00	79,65	1,02	0,10	0,20	62
	qn	9,00	78,00	80,00	88,00	40,00	84,00	97,00	92,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,69	1,42	1,43	1,74	2,12	1,58	1,57	1,58	
30/10/04	Leitura	27,88	6,18	6,22	66,00	100,00	98,32	1,31	0,09	0,23	61
	qn	9,00	55,00	80,00	88,00	40,00	99,00	87,00	92,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,62	1,42	1,43	1,74	2,18	1,56	1,57	1,58	
13/11/04	Leitura	29,70	5,78	4,30	66,00	100,00	97,21	1,42	0,11	0,30	58
	qn	9,00	40,00	80,00	88,00	40,00	99,00	87,00	91,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,56	1,42	1,43	1,74	2,18	1,56	1,57	1,58	
27/11/04	Leitura	30,20	6,06	14,00	1.028,00	300,00	83,10	1,00	0,22	0,90	51
	qn	9,00	60,00	67,00	32,00	30,00	86,00	91,00	78,00	90,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,63	1,40	1,32	1,67	2,13	1,57	1,55	1,57	
11/12/04	Leitura	30,60	5,78	8,33	604,00	300,00	81,43	0,13	0,12	0,09	50
	qn	9,00	40,00	73,00	32,00	30,00	85,00	91,00	90,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,56	1,41	1,32	1,67	2,13	1,57	1,57	1,58	
25/12/04	Leitura	31,40	5,75	4,77	66,00	300,00	78,88	0,83	0,09	1,00	55
	qn	9,00	46,00	80,00	87,00	30,00	84,00	95,00	91,00	85,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,58	1,42	1,43	1,67	2,12	1,58	1,57	1,56	
08/01/05	Leitura	30,80	5,18	3,46	344,00	0,00	80,54	0,15	0,12	0,70	61
	qn	9,00	29,00	82,00	56,00	100,00	84,00	100,00	90,00	94,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,50	1,42	1,38	2,00	2,12	1,58	1,57	1,58	
22/01/05	Leitura	31,25	6,52	3,39	210,00	500,00	75,65	0,38	0,12	0,44	57
	qn	9,00	78,00	82,00	72,00	27,00	80,00	95,00	90,00	97,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,69	1,42	1,41	1,64	2,11	1,58	1,57	1,58	
05/02/05	Leitura	31,90	7,96	3,05	86,00	0,00	70,32	0,52	0,12	0,10	71
	qn	9,00	85,00	82,00	87,00	100,00	77,00	97,00	90,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,70	1,42	1,43	2,00	2,09	1,58	1,57	1,58	
19/02/05	Leitura	32,00	6,44	3,88	86,00	100,00	78,88	1,23	0,11	0,16	61
	qn	9,00	69,00	80,00	87,00	40,00	84,00	90,00	91,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,66	1,42	1,43	1,74	2,12	1,57	1,57	1,58	
05/03/05	Leitura	32,30	5,10	4,80	98,00	100,00	88,32	1,84	0,10	0,20	54
	qn	9,00	23,00	80,00	85,00	40,00	95,00	95,00	92,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,46	1,42	1,43	1,74	2,17	1,58	1,57	1,58	
19/03/05	Leitura	31,70	6,12	6,14	46,00	0,00	76,32	1,09	0,19	0,10	66
	qn	9,00	55,00	80,00	88,00	100,00	81,00	90,00	79,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,62	1,42	1,43	2,00	2,11	1,57	1,55	1,58	

Tabela 03 – Cálculo do IQA da Represa do Ipê

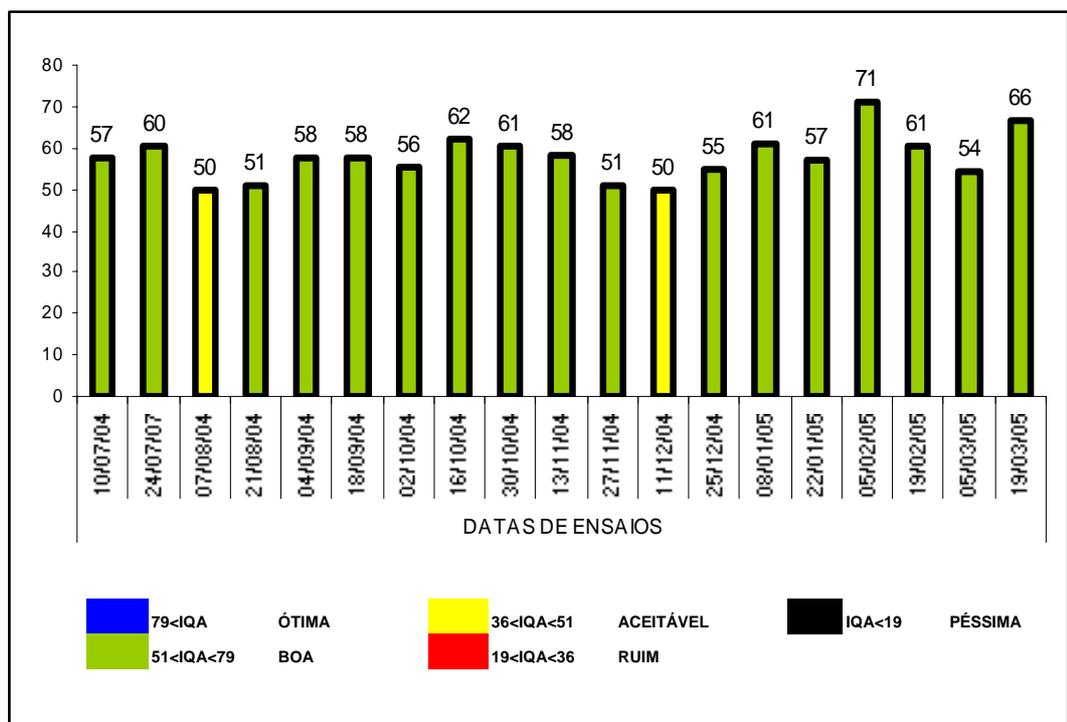


Figura 83 - Representação gráfica dos resultados de IQA da Represa do Ipê

	Parâmetro	T	pH	Turb.	ST	C. Fecais	OD Satur.	DBO	Fósforo	Nitrog.	
	Unidade	C°		uT	mg/l	NMP	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
		0,10	0,12	0,08	0,08	0,15	0,17	0,10	0,10	0,10	
10/07/04	Leitura	21,95	7,01	3,10	120,00	100,00	71,99	1,10	0,32	1,50	59
	qn	9,00	90,00	82,00	83,00	40,00	78,00	90,00	74,00	83,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,72	1,42	1,42	1,74	2,10	1,57	1,54	1,56	
24/07/04	Leitura	22,40	6,94	1,46	140,00	0,00	48,88	0,31	0,26	1,00	62
	qn	9,00	90,00	91,00	80,00	100,00	41,00	98,00	78,00	85,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,72	1,43	1,42	2,00	1,88	1,58	1,55	1,56	
07/08/04	Leitura	23,70	6,82	2,60	195,00	500,00	56,88	2,18	0,36	0,60	52
	qn	9,00	82,00	87,00	75,00	27,00	52,00	80,00	74,00	96,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,70	1,43	1,41	1,64	1,96	1,55	1,54	1,58	
21/08/04	Leitura	24,40	6,73	1,03	155,00	100,00	59,55	2,78	0,40	0,42	55
	qn	9,00	81,00	88,00	79,00	40,00	60,00	77,00	65,00	97,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,69	1,43	1,42	1,74	2,01	1,54	1,52	1,58	
04/09/04	Leitura	25,40	6,61	0,88	138,00	100,00	77,88	3,52	0,65	0,30	56
	qn	9,00	78,00	97,00	80,00	40,00	81,00	67,00	48,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,69	1,44	1,42	1,74	2,11	1,52	1,47	1,58	
18/09/04	Leitura	26,72	6,80	1,65	194,00	100,00	77,54	2,81	0,54	0,15	58
	qn	9,00	91,00	90,00	75,00	40,00	81,00	77,00	55,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,72	1,43	1,41	1,74	2,11	1,54	1,49	1,58	
02/10/04	Leitura	27,00	6,73	2,36	242,00	0,00	74,10	1,99	0,42	0,00	66
	qn	9,00	81,00	87,00	69,00	100,00	79,00	80,00	65,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,69	1,43	1,40	2,00	2,10	1,55	1,52	1,58	
16/10/04	Leitura	25,60	6,60	2,64	85,02	600,00	79,76	1,14	0,37	0,02	56
	qn	9,00	78,00	87,00	76,00	26,00	84,00	90,00	74,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,69	1,43	1,41	1,63	2,12	1,57	1,54	1,58	
30/10/04	Leitura	27,66	6,12	3,18	108,00	300,00	73,10	0,78	0,23	0,05	55
	qn	9,00	55,00	82,00	85,00	28,00	79,00	95,00	78,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,62	1,42	1,43	1,65	2,10	1,58	1,55	1,58	
13/11/04	Leitura	29,80	5,77	1,11	138,00	100,00	78,10	0,30	0,14	0,10	57
	qn	9,00	40,00	88,00	80,00	40,00	81,00	98,00	90,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,56	1,43	1,42	1,74	2,11	1,58	1,57	1,58	
27/11/04	Leitura	29,00	8,15	6,23	1.058,00	700,00	74,77	0,34	0,15	0,60	52
	qn	9,00	80,00	77,00	32,00	25,00	80,00	95,00	90,00	90,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,69	1,42	1,32	1,62	2,11	1,58	1,57	1,57	
11/12/04	Leitura	29,80	7,01	5,22	578,00	600,00	72,77	0,88	0,17	0,09	54
	qn	9,00	90,00	80,00	32,00	26,00	79,00	95,00	90,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,72	1,42	1,32	1,63	2,10	1,58	1,57	1,58	
25/12/04	Leitura	31,20	6,17	2,65	116,00	700,00	79,32	1,01	0,20	0,10	55
	qn	9,00	61,00	87,00	83,00	25,00	84,00	97,00	78,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,64	1,43	1,42	1,62	2,12	1,58	1,55	1,58	
08/01/05	Leitura	29,90	5,34	2,74	384,00	100,00	57,32	0,15	0,36	0,80	48
	qn	9,00	31,00	84,00	48,00	40,00	52,00	100,00	74,00	90,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,51	1,43	1,36	1,74	1,96	1,58	1,54	1,57	
22/01/05	Leitura	29,15	6,80	2,63	258,00	100,00	47,33	0,25	0,26	0,62	53
	qn	9,00	82,00	87,00	70,00	40,00	38,00	98,00	78,00	96,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,70	1,43	1,40	1,74	1,86	1,58	1,55	1,58	
05/02/05	Leitura	28,40	8,34	2,65	142,00	0,00	40,33	0,42	0,13	0,50	59
	qn	9,00	78,00	87,00	80,00	100,00	30,00	96,00	90,00	96,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,69	1,43	1,42	2,00	1,78	1,58	1,57	1,58	
19/02/05	Leitura	29,10	6,89	1,90	142,00	1.000,00	53,32	0,79	0,11	0,52	50
	qn	9,00	84,00	91,00	80,00	19,00	44,00	95,00	91,00	96,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,70	1,43	1,42	1,56	1,90	1,58	1,57	1,58	
05/03/05	Leitura	29,40	5,61	1,11	152,00	3.200,00	61,43	1,15	0,11	0,60	46
	qn	9,00	46,00	88,00	79,00	14,00	60,00	90,00	91,00	94,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,58	1,43	1,42	1,49	2,01	1,57	1,57	1,58	
19/03/05	Leitura	28,40	5,87	1,49	144,00	0,00	62,88	2,59	0,13	0,10	62
	qn	9,00	40,00	91,00	80,00	100,00	61,00	86,00	90,00	100,00	
	Cálc. IQA	1,25	1,56	1,43	1,42	2,00	2,01	1,56	1,57	1,58	

Tabela 04 – Cálculo do IQA da Lagoa da Pedreira

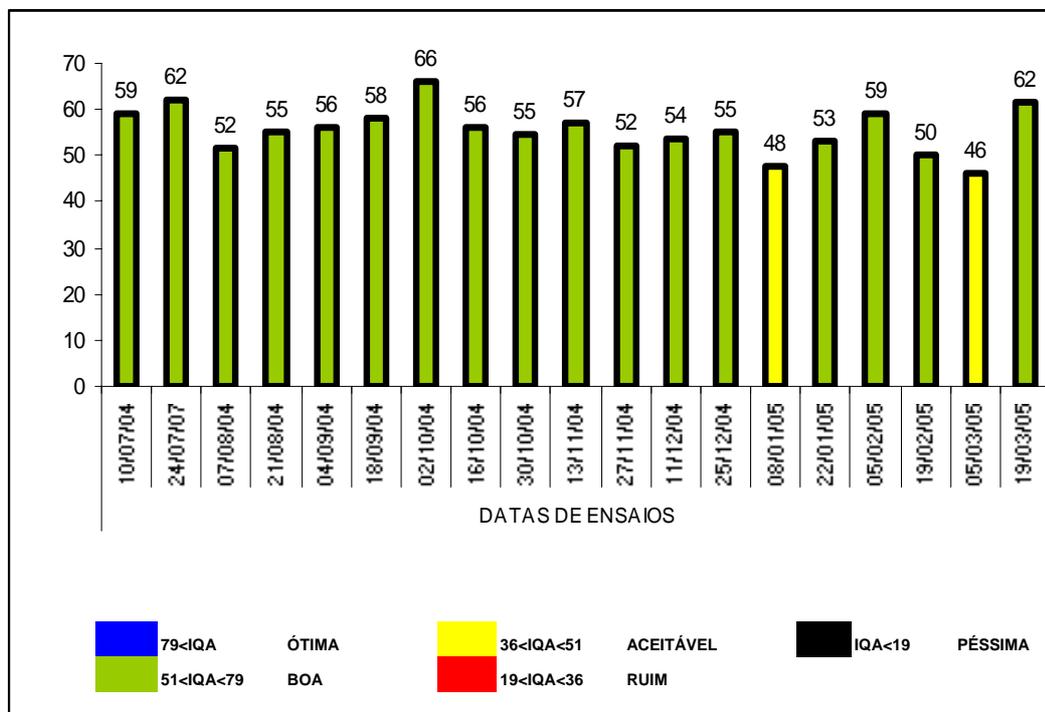


Figura 84 - Representação gráfica dos resultados de IQA da Lagoa da Pedreira

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A discussão dos resultados tem como base os dados consolidados das variáveis ambientais abordadas. As análises que seguem compreendem um conjunto de inferências necessárias a caracterização das distorções ambientais identificadas, buscando estabelecer uma correlação com as atividades antrópicas preponderantes em cada área de estudo, na forma de síntese conclusiva.

5.1 Sazonalidade e correlação dos parâmetros de qualidade da água

Os teores de oxigênio dissolvido nos pontos estudados apresentam variações entre máximos e mínimos da ordem de 3,70 mg/L na Represa da Lagoinha; 3,55 mg/L na Lagoa da Pedreira e 3,70 mg/L na Represa do Ipê, sendo que as concentrações mais elevadas ocorreram durante os meses de outubro/2004 a março/2005 (período de cheia) e as mais baixas, durante os meses de julho a setembro/2004 (período de seca). Estas diferenças podem ser explicadas como função do aumento do volume de água no período chuvoso, que aumenta também a capacidade de depuração das represas e da lagoa, uma vez que foi verificado o mesmo comportamento para as concentrações de DBO, indicando diminuição dos valores obtidos no monitoramento deste parâmetro. Na análise temporal, percebe-se que, tanto a Represa da Lagoinha, quanto a Represa do Ipê apresentam baixa depleção de oxigênio dissolvido, no entanto a Lagoa da Pedreira apresenta a maior depleção, sendo verificadas 04 ocorrências de valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 0357/05, que é de 5,0 mg/L.

Em relação aos níveis de DBO, de maneira geral, verifica-se uma variação condicionada a precipitação média (Figura 48) e, por conseguinte a vazão (Figura 50), com valores mais baixos no período de cheia e mais elevados no período de seca. Os teores de DBO nos pontos estudados apresentam oscilações entre máximos e mínimos da ordem de 5,44 mg/L na Represa da Lagoinha; 3,37 mg/L na Lagoa da Pedreira e 2,26 mg/L na Represa do Ipê. Somente duas ocorrências de DBO acima do valor estabelecido pela Resolução CONAMA 0357/05 foram verificadas, ambas na Represa da Lagoinha. As outras duas unidades aquáticas não apresentam valores superiores a 5,0 mg/L, limite estabelecido pela referida Resolução. A proporcionalidade DBO/DQO ficou, em média, na ordem de 1/11, sendo que a DQO variou de forma irregular, assinalando os picos em suas concentrações nos meses de agosto e setembro/2004, seguidos por depleções até dezembro/2004 e relativa uniformidade a partir de janeiro/2005.

Os valores de cor e turbidez, relacionados aos sólidos presentes na água, apresentam variações em suas concentrações de forma irregular, aumentando, na maior parte do período de análise, de acordo com a incidência das chuvas. Curiosamente, no período de seca, há uma forte elevação das concentrações no final de julho e meados de agosto/2004, acompanhada também pelo mesmo comportamento nas concentrações de sólidos totais e dissolvidos. Em relação a turbidez, todos os valores de concentrações estão abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 0357/05, que é de 100,0 uT. Com relação aos sólidos dissolvidos, todos os valores, tanto no período de seca quanto no período de chuvas, são superiores aos limites estabelecidos pela referida Resolução, igual a 500,0 mg/L para sólidos dissolvidos.

As concentrações de nitrogênio (nutriente), fósforo (nutriente) e ferro mantem um mesmo comportamento em relação a sazonalidade, com valores mais altos para a média das concentrações do período de seca do que para o período de chuvas. Ainda na análise temporal, percebe-se que a Represa da Lagoinha apresenta certa uniformidade nas concentrações do parâmetro fósforo. A Represa do Ipê e a Lagoa da Pedreira apresentam alta desuniformidade para o parâmetro ferro. Em relação ao parâmetro nitrogênio, a Lagoa da Pedreira e a Represa do Ipê apresentam as maiores desuniformidades de concentrações, principalmente na estação chuvosa. É importante notar que nas três unidades aquáticas, os níveis de fósforo total são todos muito superiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA 0357/05 para corpo d'água classe 2 (ambiente lântico), que é de 0,03 mg/L.

Em relação ao parâmetro coliformes fecais, com exceção feita a Lagoa da Pedreira, os valores medianos das outras duas unidades aquáticas evidenciam concentrações mais altas durante o período de seca e mais baixas durante o período de chuvas, sendo que todos os valores, considerando-se os picos de concentrações e também as médias, ficam abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 0357/05, que é de 1.000,0 col./100 mL de amostra. Embora a Lagoa da Pedreira apresente concentrações mais elevadas de coliformes fecais durante o período de chuvas e um pico significativo em março/2005, sua média é baixa, estando situada dentro de uma faixa de razoável tolerância em relação ao limite estabelecido pela lei ambiental.

Em termos de análise temporal, as concentrações de coliformes totais também seguem o mesmo comportamento verificado para o parâmetro coliformes fecais, salvaguardo que, somente no caso da Represa da Lagoinha, se verifica uma média maior durante o período chuvoso, com picos expressivos, respectivamente de 2.100,0 col./100 mL de amostra em outubro/2004 e 2.700,0 col. /100 mL de amostra em janeiro/2005, ambos associados a picos, também nos níveis de precipitação, conforme Figura 47. Na média de concentrações, a

Represa da Lagoinha apresenta valor igual ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA 0357/05. As outras duas unidades aquáticas apresentam níveis inferiores aos 1.000,0 col./100 mL de amostra, estabelecido pela referida Resolução.

A variação de pH, tanto no período de seca quanto no período de chuvas, ficou abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 0357/05, assinalando valores de médias ligeiramente inferiores ao índice de neutralidade 7, resultando em soluções mais ácidas para as amostras coletadas nos três corpos d' água. Analisando a Figura 54, é possível detectar que, a partir de novembro/2005, acontece uma desuniformidade nos valores de pH (picos e vales no gráfico), que coincide com um aumento representativo nos índices de precipitação média. É neste período que se verifica também a ocorrência de valores máximos e mínimos de pH, acompanhados pelo mesmo padrão de temperatura (Figura 52), associados a elevações e depressões dos índices pluviométricos, conforme Figura 48.

5.1 Eutrofização

Conforme comentado, a Resolução CONAMA nº 357 de 17/03/05, estabelece os níveis de concentração máxima (água doce, classe 02 – ambiente lântico) para os parâmetros fósforo e nitrogênio em, respectivamente, 0,03 mg/L (fósforo total); 10,0 mg/L nitrato, 1,00 mg/L de nitrito e 3,70 mg/L amônia (nitrogênio total).

Comparando-se os valores das concentrações obtidas para estes parâmetros nas três unidades aquáticas estudadas, é plausível conjecturar que estes corpos d' água podem estar sofrendo um processo de eutrofização, principalmente quando se leva em consideração os altos níveis de concentração de fósforo total, muito superiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, conforme segue:

Represa da Lagoinha:

Min.= 0,12 mg/L; Max. = 0,26 mg/L; (MD) = 0,24 mg/L; (M) = 0,18 mg/L

Lagoa da Pedreira:

Min.= 0,11 mg/L; Max. = 0,65 mg/L; (MD) = 0,29 mg/L; (M) = 0,28 mg/L

Represa do Ipê:

Min.= 0,09 mg/L; Max. = 0,56 mg/L; (MD) = 0,19 mg/L; (M) = 0,19 mg/L

Em relação aos níveis de concentração de nitrogênio total, os valores obtidos foram os seguintes:

Represa da Lagoinha:

Min.= 0,01mg/L; Max. = 1,40 mg/L; (MD) = 0,74 mg/L; (M) = 0,62 mg/L

Lagoa da Pedreira:

Min.= 0,00 mg/L; Max. = 1,50 mg/L; (MD) = 0,51 mg/L; (M) = 0,44 mg/L

Represa do Ipê:

Min.= 0,00 mg/L; Max. = 2,40 mg/L; (MD) = 0,47 mg/L; (M) = 0,45 mg/L

Analisando os valores das concentrações de nitrogênio total, observa-se que os níveis máximos, medianos e médios nos três pontos estudados, são inferiores aos limites de concentração de nitrato e amônia estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05. Em relação a nitritos, os valores são ligeiramente superiores (caso das concentrações máximas encontradas) aos limites estabelecidos pela mesma Resolução. Desta maneira, é possível concluir que o parâmetro nitrogênio total não configura um fator de causa ou agravamento do de um provável processo de eutrofização que esteja em curso.

POLETO (2003) detectou a ocorrência de valores elevados para os fatores fertilizantes fósforo e nitrogênio totais nos cursos d'água que se interligam a jusante das Represas do Ipê e a montante da Lagoa da Pedreira. Segundo ele, o descarte de inúmeros efluentes domésticos ao longo dessas microbacias, aliado a deficiência de um sistema de esgoto (inclusive com a ocorrência de descartes clandestinos, especialmente no caso da Represa do Ipê) são os principais agentes responsáveis pelo agravamento do processo de eutrofização, que ele entendeu existir. No caso da Lagoa da Pedreira, sem dúvida mais grave, é possível mesmo averiguar a ocorrência de plantas aquáticas superiores (tapando quase toda a superfície do corpo d'água) até pelo simples exame visual (ver Figura 45).

Em relação a Represa da Lagoinha, que apresenta valores mais elevados para o parâmetro fósforo total, o processo está intimamente relacionado à atividade agrícola (suposto carreamento de fertilizantes por run-off em épocas de chuvas) desenvolvida em seu entorno, conforme podemos visualizar consultando a Figura 31.

5.2 Zona ripária – erosão e assoreamento

Para KUNKLE (1974), BARTON e DAVIS (1993), PETERJOHN e CORRELL (1984), FAIL et al. (1987), DILLAHA et al. (1989), MAGETTE et al. (1989) e MUSCUTT et al. (1993) apud LIMA e ZAKIA (2001), o efeito direto da mata ciliar na manutenção da água que emana de uma microbacia tem sido demonstrado com muita facilidade em diversos

experimentos. A zona ripária, isolando estrategicamente o curso d'água dos terrenos mais elevados, desempenha uma ação eficaz de filtragem superficial de sedimentos. A zona ripária protegida pode também diminuir significativamente a concentração de herbicidas nos cursos d'água de microbacias tratadas com tais produtos. A maior parte dos nutrientes liberados dos ecossistemas terrestres chega aos cursos d'água através de seu transporte em solução no escoamento superficial. Ao atravessar a zona ripária, tais nutrientes podem ser eficazmente retidos por absorção através do sistema radicular da mata ciliar.

Para UNIVERSIDADE DA ÁGUA (2005), as principais funções das matas ciliares são: (a) controlar a erosão nas margens dos cursos d'água, evitando o assoreamento dos mananciais; (b) minimizar os efeitos de enchentes; (c) manter a quantidade e garantir a qualidade da água; (d) filtrar os possíveis resíduos de produtos químicos, como agrotóxicos e fertilizantes e; (e) auxiliar na proteção da fauna local.

Em relação aos corpos d'água estudados, pode-se dizer que a Represa do Ipê e a Lagoa da Pedreira apresentam uma zona ripária bastante comprometida. Em função da retirada da vegetação ciliar nativa, nos dias de hoje, é possível verificar a ocorrência de alagamento em algumas áreas nos períodos de chuva, descarte de restos de lixo inorgânico (Figuras 38 e 39), entulhos na várzea e, até mesmo, dentro da área aquática, já tomada por vegetação invasora e acúmulo de sedimentos devido ação de águas pluviais (o que reduz expressivamente a altura de lâmina d'água, comprometendo tanto o aspecto visual quanto biológico do ambiente).

Em relação à Represa da Lagoinha, no ponto imediatamente a montante do dispositivo de vertimento d'água, foi possível proceder a uma batimetria simples (com varejão), que indicou uma profundidade média bastante reduzida, assinalando valores inferiores a 70 cm. Sem dúvida nenhuma, a ocorrência de reduzida altura de lâmina d'água no ponto de extravasão da represa é função do assoreamento contínuo das margens desprotegidas e do acúmulo de sedimentos carreados das partes mais altas do entorno, principalmente em épocas de chuva.

É importante considerar algumas características que são comuns as três unidades aquáticas e as áreas que, direta ou indiretamente, acabam contribuindo para o processo de degradação (erosão e assoreamento) das represas e da lagoa, a saber:

- (a) Devido as represas e a lagoa estarem incluídas em fundos de vales, naturalmente elas passam a receber uma enorme quantidade de águas pluviais oriundas das áreas e das regiões adjacentes, resultado da declividade do terreno, somado aos efeitos da gravidade e escoamento superficial;

(b) Estas são áreas de atividades rurais e urbanas, com vegetação natural alterada, solos relativamente friáveis, com características topográficas favoráveis a ação de “run-off” durante a ocorrência de chuvas (principalmente os meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro);

(c) Conforme dados históricos registrados pela Estação Meteorológica da FEIS-UNESP, existe ocorrência de chuvas de duração rápida com alta pluviosidade, portanto chuvas com alto poder erosivo;

(d) Durante a ocorrência das chuvas, a soma de todos estes fatores inevitavelmente ocasiona a formação de um processo erosivo, que provoca a retirada e transporte de sedimentos para as áreas mais baixas, onde se localizam as represas e a lagoa.

Todo este processo natural aliado a urbanização e a forma precária de saneamento básico (Figuras 26; 27; 28; 29; 33; 34; 35; 36; 40; 41; 42 e 43) podem levar a uma profunda alteração na estrutura física destas unidades aquáticas.

5.4 Resultados do IQA

CETESB (2004) utilizando alguns índices como o IAP (Índice de Qualidade de Água Bruta pra Abastecimento Público), o IVA (Índice de Proteção da Vida Aquática), o IET (Índice do Estado Trófico) e o IQA (Índice de Qualidade de Água) para realizar o monitoramento dos recursos hídricos no Estado de São Paulo, ressalta que os valores medios dos parâmetros sanitários avaliados na UGRH-18, onde está inserido o Município de Ilha Solteira, mostram-se característicos de ambientes pouco impactados. Apenas o parâmetro fósforo total apresenta-se levemente alterado, acusando o lançamento de efluentes de origem doméstica e agropastoril. Em relação ao monitoramento do IQA, CETESB (2004) apresenta uma média igual a 61 (de fevereiro a dezembro/2004), o que corresponde a um estado de “qualidade boa” para os corpos d’água da referida unidade de gerenciamento. Os valores de IQA obtidos neste trabalho, considerando o mesmo período do monitoramento, ratificam o estado de qualidade da água apresentado por CETESB (2004) para a UGRH-18.

A Represa da Lagoinha apresenta uma média igual a 59 (qualidade boa na escala do IQA), com uma leve oscilação para baixo, chegando a 48 (qualidade aceitável), em 08/01/2005, provavelmente em função do aumento da concentração do parâmetro coliformes fecais.

A Represa do Ipê apresenta média igual a 58 (qualidade boa na escala do IQA), com duas leves ocorrências de depressão, chegando a 50 (qualidade aceitável), uma em 07/08/2004 e outra em 11/12/2004, ambas provavelmente em função do aumento da concentração do

parâmetro coliformes fecais e intensificação da condição de acidez da água, representada por uma relativa queda na escala de pH.

A Lagoa da Pedreira apresenta média igual a 56 (qualidade boa na escala do IQA), com duas oscilações fortes para baixo, chegando respectivamente a 48 (em 08/01/2005) e 46 (em 05/03/2005), ambas ainda mantendo uma “qualidade aceitável” na escala do IQA. A primeira queda na escala do IQA, verificada em 08/01/2005, se deve provavelmente, a intensificação da condição de acidez da água (pH baixou de 6,17 para 5,34) e diminuição da concentração de oxigênio dissolvido. A segunda ocorrência de queda, verificada em 05/03/2005, se deve provavelmente, também, a uma intensificação da condição de acidez da água (pH baixou de 6,89 para 5,61) e um aumento significativo da concentração do parâmetro coliformes fecais.

Os parâmetros de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. POLETO (2003) chama atenção para o fato de que no cálculo do IQA, o parâmetro temperatura pode apresentar alguma distorção em função de tratar-se de um modelo criado em país de clima frio, já que a temperatura ideal para se ter valores mais altos na escala de qualidade, gira em torno de 0°C.

Segundo CETESB (2002), As principais vantagens do índice são a facilidade de comunicação com o público não técnico, o *status* maior do que os parâmetros individuais e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em um única unidade. No entanto, sua principal desvantagem consiste na perda de informação das variáveis individuais e da interação entre as mesmas. O índice, apesar de fornecer uma avaliação integrada, jamais substituirá uma avaliação detalhada da qualidade das águas de uma determinada bacia hidrográfica.

Sendo assim, a qualidade da água, obtida através do IQA, apresenta algumas limitações, entre elas a de considerar apenas a sua utilização para o abastecimento público. Além disso, mesmo considerando-se esse fim específico, o índice não contempla outros parâmetros, tais como: metais pesados, compostos orgânicos com potencial mutagênico, substâncias que afetam as propriedades organolépticas da água e o potencial de formação de trihalometanos das águas de um manancial.

6. CONCLUSÃO

O monitoramento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos citados em “Material e Métodos” serviram de base para que se procedesse a caracterização do meio físico dos ecossistemas aquáticos estudados durante o período de julho de 2004 á março de 2005. Outros dados, ditos secundários, como imagens de satélite, fotografias, levantamentos hidrometeorológicos e a caracterização das condições sócio-econômicos e ambientais complementam as informações necessárias a avaliação da ação antrópica sobre tais unidades aquáticas.

Através dos métodos adotados para análise espacial e temporal, a dimensão ambiental foi trabalhada sobre uma base física definida em função da magnitude das fontes pontuais e difusas de poluição identificadas nas áreas do entorno de cada região de estudo ou incidentes diretamente nos corpos d’água.

A partir da observação “in loco” e de imagens de satélite, foi possível constatar que as regiões marginais dos corpos d’água apresentam coberturas vegetais sob diferentes formas e estágios de sucessão, predominando as atividades de agricultura, pecuária e subsistência. A ação antrópica sobre a flora (extração das formações ciliares, queimadas para implantação de cultivos, etc.) tem resultado em apreciável impacto sobre tais unidades, gerando uma situação na qual há nítido declínio de grupos nativos.

Em relação ao meio aquático, as áreas de margens pouco profundas em função do processo erosivo, assoreamento e remoção da vegetação de borda, configuram ambientes adequados para a proliferação de vetores transmissores de doenças de veiculação hídrica. O acúmulo de nutrientes provocado pelo lançamento de esgotos clandestinos, fertilizantes e excrementos animais provocam impactos de conseqüências graves devido ao forte e rápido crescimento de algas e plantas aquáticas superiores, que consomem oxigênio dissolvido, dificultando as outras formas de aproveitamento do recurso hídrico, como piscicultura e abastecimento público.

Sendo assim, uma vez identificadas às distorções e focando a “Discussão dos Resultados” nos problemas principais, correlacionando-os aos seus supostos agentes, procurou-se realçar neste trabalho os aspectos ambientais mais relevantes e passíveis de mecanismos viabilizadores de medidas mitigadoras e indutoras para correções complementares.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AISSE, M.M. **Sistemas econômicos de tratamento de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2000, p. 28-29.

AMBIENTE BRASIL. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.org.br>>. Acesso em 10mai.2005.

APHA: American Public Health Association, AWWA: American Water Works Association, WPCF: Water Pollution Control Federation. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19ed. Washington, DC, USA: ed. APHA, 1995.

ASSUNÇÃO, J.V. Poluição do ar. 1ed. São Carlos: EESC-USP, 2000, p.139-155. In: CASTELLANO, E.G.; F.H. CHAUDRY (Eds.). **Desenvolvimento sustentável: problemas e estratégias**. São Carlos: EESC-USP, 2000.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Manual de Hidráulica**. 8ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 2000. p. 669-670.

BABBITT, H.E. **Abastecimento de água**. Rio de Janeiro: Aliança, 1967.

BERTONI, J.C. Elementos da hidrometeorologia. Porto Alegre: UFRS/ABRH, 1993, p. 53-71. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia**. Porto Alegre: UFRS/ABRH, 1993.

BLUM, J.R.C. Critérios e padrões de qualidade da água. 1ed. Barueri: Mamolé, 2003, p.126-128. In: MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. (Eds.). **Reuso da água**. Barueri: Mamolé, 2003.

BORN, R.H. Seguridade hídrica: comitês de bacia hidrográfica e cidadania. In: **Seminário internacional: água bem mais precioso do milênio**. 1ed. Brasília: Anais/Centro de Estudos Jurídicos do Conselho da Justiça Federal, 2000.

BRANCO, S.M. Requisitos de qualidade das águas. Eutrofização. 1ed. São Carlos: CETESB/ABES/BNH, 1976, p. AB23/AB26. In: BRANCO, S.M. (Ed.). **Ecologia aplicada**. São Carlos: CETESB/ABES/BNH, 1976.

BRANCO, S.M.; A A. ROCHA. Noção de ecossistema. Poluição das águas: compostos resistentes a biodegradação. 1ed. São Carlos: CETESB/ABES/BNH, 1976, p. AB15/AB-25. In: BRANCO, S.M. (Ed.). **Ecologia aplicada**. São Carlos: CETESB/ABES/BNH, 1976.

CAIADO, M.A.C., et al. Desenvolvimento regional e qualidade das águas da Bacia do Rio Santa Maria da Vitória. In: **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. 13ed. Belo Horizonte: Anais/ABRH, 1999.

CAIADO, M.A.C. **Inter-relações entre ambientes e qualidade das águas do Rio Itapemirim**. Vitória: Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Espírito Santo, 1994.

CALIJURI, M.C.; OLIVEIRA, H.T. Manejo da Qualidade da Água. São Carlos: EESC-USP, 2000, p. 39-58. In: CASTELLANO, E.G.; CHAUDRY F.H. (Eds.). **Desenvolvimento sustentável: problemas e estratégias**. São Carlos: EESC-USP, 2000.

CAMPOS, J.R. O saneamento básico no Brasil. São Carlos: EESC-USP, 2000, p.7-25, 2000. In: CASTELLANO, E.G.; F.H. CHAUDRY (Eds.). **Desenvolvimento sustentável: problemas e estratégias**. São Carlos: EESC-USP, 2000.

CARDOSO, J. D. **Bacia de Acumulação de Ilha Solteira – Estudos Agroeconômicos visando a Fixação de Preços Básicos para Fins de Desapropriação**. São Paulo: CESP, 1980.

CEPEL/COPPE. **A incorporação da dimensão ambiental no planejamento da expansão do setor elétrico brasileiro**. Rio de Janeiro: Relatório Técnico CEPEL, DPP/PEL 111/99, 1999.

CETESB. **Água subterrânea e poços tubulares**. 3ed. São Paulo: CETESB, 1978.

CETESB. **Relatório da qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2002.

CETESB. **Relatório da qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2004.

CHAUDRY F.H. Aproveitamento de recursos hídricos. São Carlos: EESC-USP, 2000, p.27-38, 2000. In: CASTELLANO, E.G.; F.H. CHAUDRY (Eds.). **Desenvolvimento sustentável: problemas e estratégias**. São Carlos: EESC-USP, 2000.

COOKE, R.U. **Environmental management**. 2ed. Oxford: Clarendon Press, 1990.

DIAS, M.C.O., et al. **Manual de Impactos ambientais**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999, p.215-295.

DAKER, A. **A água na agricultura**. Rio de Janeiro: F. Bastos, 1976.

DROSTE, R.L. **Theory and practice of water and wastewater treatment**. Washington: Congress Cataloging-in-Publication Data, 1997, p.132-136

ELETROSUL. **Relatório anual da administração**. Disponível em <<http://www.eletrosul.gov.br>>. Acesso em 04mar.2005.

FELLEMBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. 3ed. São Paulo: EPU, 1980.

FERNANDES, A C.C. **Os comitês de bacias hidrográficas e suas implicações para o gerenciamento dos recursos hídricos**. Rio de Janeiro: Monografia de Bacharelado (Instituto de Economia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

FORSDYKE, A.G. **Previsão do tempo e clima**. São Paulo: Melhoramentos/EDUSP, 1975.

FREITAS LIMA, E. A. C. **Estudo da Paisagem do Município de Ilha Solteira (SP): Subsídios para o Planejamento Físico-Ambiental**. São Carlos: Tese de Doutorado em Ciências Ambientais (Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos, 1997, p. 107.

FREITAS LIMA, E.A.C. **Análise Ambiental no Município de Ilha Solteira (SP): riscos ambientais associados com os usos atuais da Terra**. Ilha Solteira: Relatório

FUNDUNESP (Processo 00002/02-DFP). Universidade Estadual Paulista, 2003, p; 22-23.

FUNASA. **Manual de saneamento**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

GLEICK, P.H. **The world's water: the biennial report on fresh water resources**. Washington: Island Press, 1998, p. 140-142.

GRAÇA, A; MASETTI, I. **Desperdício de água**. Disponível em: <<http://www.update.amcham.com.br>> . Acesso em: 20abr.2005.

HESPANHOL, A.N. **Dinâmica agro-industrial, intervenção estatal e a questão do desenvolvimento da região de Andradina (SP)**. Rio Claro: Tese de Doutorado (Instituto de Geociências e Ciências Exatas). Universidade Estadual Paulista, 1996, p. 273.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso da água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. 1ed. São Paulo: Mamolé, 2003. In: MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. (Eds.). **Reuso da água**. Barueri: Mamolé, 2003.

IBGE. **Estudos e pesquisas 2: indicadores de desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002, p. 115-120.

IBGE. **Censo Demográfico**. São Paulo, 2002.

INMET. Disponível em: <<http://www.inmet.org.br>>. Acesso em 9fev.2005.

IPT. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981, p. 94.

JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 3ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995, p. 10-11.

LANNA, A E. Elementos de estatística e probabilidade. Porto Alegre: UFRS/ABRH, 1993, p. 79-164. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia**. Porto Alegre: UFRS/ABRH, 1993.

LIMA, M. A.; VALARINI, P. **Desenvolvimento de modelo conceitual metodológico de análise de impacto ambiental em áreas de agricultura irrigada.** In: Congresso de irrigação e drenagem. Campinas: Anais, 1996, p.427-446.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de Matas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.) **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação.** São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 2000. p.52-65.

LINSLEY, R.K. **Hidrology for engineers.** 3ed. Auckland: McGrawhill, 1985.

LINSLEY, R.J.; FRANZINI, J.B. **Engenharia de recursos hídricos.** São Paulo: McGrawhill do Brasil, 1978.

MACHADO, C.J.S. **Reuso da água doce.** Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.org.br>>. Acesso em 13abr.2005.

MASTERS, G.M. **Introduction to environmental and science.** Upper Saddle River: Prentice Hall, 1997, p. 170-175.

MATSUURA, K. A água já não flui naturalmente. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2003, p. 6-7. In: **Cadernos da cidadania: água e os comitês que cuidam da sua conservação em São Paulo.** São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2003.

MELLO, R. A comissão de representação nos comitês e conselhos e a estrutura jurídico-institucional. In: **Encontro nacional dos comitês de bacias hidrográfica,** 3ed. Belo Horizonte: Anais/Relatos dos trabalhos, 2001.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental.** 3ed. Rio de Janeiro: ABES, 2003, p. 120-158.

MULLER, A C. **Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento.** São Paulo: Makron Books, 1995, p. 410-1415.

NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola.** São Paulo: Edgard Blucher, 2003.

OLIVEIRA, W.E. Qualidade, impurezas e características físicas, químicas e biológicas das águas. Padrões de potabilidade. Controle da qualidade da água. 2ed. São Paulo: CETESB, 1976, p. 29-43. In: OLIVEIRA, W.E., et al. **Técnica de abastecimento e tratamento de água**. 2ed. São Paulo: CETESB, 1976.

PEREIRA, L.C., et al. **Balneabilidade e riscos a saúde humana e ambiental**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.org.br>>. Acesso em 13abr.2005.

PEREIRA, A P. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ-USP, 1997, p.9-41

PEREZ, G.R. **Fundamentos de limnologia neotropical**. Bogotá: Universidad de Antioquia, 1992, p.528-530.

PIELOU, E.C. **Freshwater**. Chicago: The University of Chicago Press, 1988, p. 275.

PITTER, P. Inorganic substances in the water. Washington: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 1993, p. 66-105. In: TOLGYESSY, J. (Ed.). **Chemistry and biology of water air and soil. Environmental aspects**. Washington: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 1993.

POLETO, C. **Monitoramento e Avaliação de uma Microbacia Hidrográfica no Município de Ilha Solteira (SP)**, Dissertação de Mestrado. Ilha Solteira: FEIS/UNESP, 2003.

PROJETO ÁGUAS E MINAS. Disponível em: <http://www.aguaseminas.com.br>. Acesso em 5mar2005.

PROSSIGA. Disponível em: <http://www.prossiga.com.br>. Acesso em 22abr2005

RICHTER, C.A ; NETTO, J.M.A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Edgard Blucher, 1991.

RIGHETTO, A M. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos: EESC-USP, 1998.

ROCHA, A A. **O meio ambiente. Necessidade de utilização da água**. 1ed. São Carlos: CETESB/ABES/BNH, 1976, p. AB21/AB22. In: BRANCO, S.M. (Ed.). **Ecologia aplicada**. São Carlos: CETESB/ABES/BNH, 1976.

SANTOS, M. A. S. P., et al. **Qualidade da Água: estudo de casos, Sistema Rio Grande X Sistema Rio Claro**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, ed.13., Belo Horizonte: Anais/ABRH, 1999.

SANTOS, N.E. **Utilização da análise de “filieres” com a variável ambiental “efluentes líquidos e estações de tratamento” no estudo do comportamento das indústrias têxteis no vale do Itajaí-SC**. Florianópolis: Dissertação de Mestrado (Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas) Universidade Federal de Santa, 1995, p. 05-11.

SANTOS FILHO, D.F. **Tecnologia de tratamento de água: água para indústria**. 2ed. São Paulo: Nobel, 1983.

SEWEL, G.H. **Administração e controle da qualidade ambiental**. São Paulo: Editora da USP, 1978, p.04-06.

SILVEIRA, A.L.L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. Porto Alegre: UFRS/ABRH, 1993, p. 35-40. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia**. Porto Alegre: UFRS/ABRH, 1993.

SIMÕES, AC. **Sistematização e visualização de dados meteorológicos 4d para Portugal continental**. Lisboa: relatório final (Departamento de Engenharia Mecânica) Instituto Superior Técnico, 2000.

SOUZA, J.L. Hidrologia. 8ed. Porto Alegre: Editora Globo, 1977, p. 159-287. In: MAGALHÃES, A. (org.) **Enciclopédia das ciências e artes do engenheiro**. Porto Alegre: Editora Globo, 1977.

THOMAS, V. **O desafio da água**. Disponível em: <<http://www.grupobancomundial.com.br>> . Acesso em: 17mar.2005.

TUNDISI, J.G. **Água no século XX: enfrentando a escassez**. 2ed. São Carlos: Rima, 2003

UNIVERSIDADE DA ÁGUA. Disponível em <http://universidadedaagua.com.br>. Acesso em 15maio2005.

VON SPERRLING, M. **Introdução à qualidade das Águas e ao tratamento de esgotos**. 2 ed. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1996.

WASTEWATER, E.; METCALF e EDDY. **Treatment, disposal and reuse. Water resources and environmental engineering**. New York: McGraw-hill, 1991, p. 82-87.



**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA**

RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

O **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA**, no uso das competências que lhe são conferidas pelos arts. 6º, inciso II e 8º, inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e

Considerando a vigência da Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre a balneabilidade;

Considerando o art. 9º, inciso I, da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, e demais normas aplicáveis à matéria;

Considerando que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza;

Considerando que a Constituição Federal e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, visam controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida;

Considerando que o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação;

Considerando os termos da Convenção de Estocolmo, que trata dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004;

Considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;

Considerando que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade;

Considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas;

Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos;

Considerando a necessidade de se reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos das águas, melhor especificar as condições e padrões de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento; e

Considerando que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água; resolve:

Art. 1º Esta Resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

CAPÍTULO I DAS DEFINIÇÕES

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;

II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;

III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;

IV - ambiente lântico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;

V - ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;

VI - aquíicultura: o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático;

VII - carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo;

VIII - cianobactérias: microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos a saúde;

IX - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;

X - classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros;

XI - coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44° - 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal;

XII - condição de qualidade: qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade;

XIII - condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;

XIV - controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;

XV - corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente;

XVI - desinfecção: remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos;

XVII - efeito tóxico agudo: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto período de exposição;

XVIII - efeito tóxico crônico: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele;

XIX - efetivação do enquadramento: alcance da meta final do enquadramento;

XX - enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;

XXI - ensaios ecotoxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos;

XXII - ensaios toxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos visando avaliar o potencial de risco à saúde humana;

XXIII - *Escherichia coli* (*E. Coli*): bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima β -glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas;

XXIV - metas: é o desdobramento do objeto em realizações físicas e atividades de gestão, de acordo com unidades de medida e cronograma preestabelecidos, de caráter obrigatório;

XXV - monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;

XXVI - padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;

XXVII - parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;

XXVIII - pesca amadora: exploração de recursos pesqueiros com fins de lazer ou desporto;

XXIX - programa para efetivação do enquadramento: conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água estabelecidas para o enquadramento do corpo hídrico;

XXX - recreação de contato primário: contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui-aquático) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada;

XXXI - recreação de contato secundário: refere-se àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo);

XXXII - tratamento avançado: técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir à água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica;

XXXIII - tratamento convencional: clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH;

XXXIV - tratamento simplificado: clarificação por meio de filtração e desinfecção e correção de pH quando necessário;

XXXV - tributário (ou curso de água afluente): corpo de água que flui para um rio maior ou para um lago ou reservatório;

XXXVI - vazão de referência: vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente-SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGRH;

XXXVII - virtualmente ausentes: que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar; e

XXXVIII - zona de mistura: região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente.

CAPÍTULO II

DA CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA

Art.3º As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

Seção I

Das Águas Doces

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme

Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e

e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme

Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e

e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

Seção II

Das Águas Salinas

Art. 5º As águas salinas são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

e

- b) à proteção das comunidades aquáticas; e
- c) à aquicultura e à atividade de pesca.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) à pesca amadora; e
- b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

Seção II

Das Águas Salobras

Art. 6º As águas salobras são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral;

e,

- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

- b) à proteção das comunidades aquáticas;

- c) à aquicultura e à atividade de pesca;

- d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e

e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) à pesca amadora; e

- b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e

- b) à harmonia paisagística.

CAPÍTULO III

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Seção I

Das Disposições Gerais

Art. 7º Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.

Parágrafo único. Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta Resolução, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos, ressalvado o disposto no § 3º do art. 34, desta Resolução.

Art. 8º O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público.

§ 1º Também deverão ser monitorados os parâmetros para os quais haja suspeita da sua presença ou não conformidade.

§ 2º Os resultados do monitoramento deverão ser analisados estatisticamente e as incertezas de medição consideradas.

§ 3º A qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas.

§ 4º As possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados nesta Resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos.

§ 5º Na hipótese dos estudos referidos no parágrafo anterior tornarem-se necessários em decorrência da atuação de empreendedores identificados, as despesas da investigação correrão as suas expensas.

§ 6º Para corpos de água salobras continentais, onde a salinidade não se dê por influência direta marinha, os valores dos grupos químicos de nitrogênio e fósforo serão os estabelecidos nas classes correspondentes de água doce.

Art. 9º A análise e avaliação dos valores dos parâmetros de qualidade de água de que trata esta Resolução serão realizadas pelo Poder Público, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou contratado, que deverá adotar os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis.

§ 1º Os laboratórios dos órgãos competentes deverão estruturar-se para atenderem ao disposto nesta Resolução.

§ 2º Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática poderão ser investigados quanto à presença eventual dessas substâncias.

Art. 10. Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

§ 1º Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

§ 2º Os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

§ 3º Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência.

§ 4º O disposto nos §§ 2º e 3º não se aplica às baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos de água em que não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

Art. 11. O Poder Público poderá, a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões de qualidade, para um determinado corpo de água, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica.

Art. 12. O Poder Público poderá estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência.

Art. 13. Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água.

Seção II

Das Águas Doces

Art. 14. As águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;

j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);

l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e

m) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA I - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES
PADRÕES

PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila <i>a</i>	10 µg/L
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,020 mg/L P

Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico)	0,025 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Acilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L
Carbaril	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	65 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L

Lindano (γ -HCH)	0,02 $\mu\text{g/L}$
Malation	0,1 $\mu\text{g/L}$
Metolacloro	10 $\mu\text{g/L}$
Metoxicloro	0,03 $\mu\text{g/L}$
Paration	0,04 $\mu\text{g/L}$
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 $\mu\text{g/L}$
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Simazina	2,0 $\mu\text{g/L}$
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 $\mu\text{g/L}$
Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L
Tetracloroeteno	0,01 mg/L
Tolueno	2,0 $\mu\text{g/L}$
Toxafeno	0,01 $\mu\text{g/L}$
2,4,5-TP	10,0 $\mu\text{g/L}$
Tributilestanho	0,063 $\mu\text{g/L TBT}$
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L
Tricloroeteno	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifluralina	0,2 $\mu\text{g/L}$
Xileno	300 $\mu\text{g/L}$

III - Nas águas doces onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA II - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES	
PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,14 $\mu\text{g/L As}$
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Benzidina	0,0002 $\mu\text{g/L}$
Benzo(a)antraceno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Benzo(a)pireno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Benzo(b)fluoranteno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Benzo(k)fluoranteno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Criseno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 $\mu\text{g/L}$
3,3-Diclorobenzidina	0,028 $\mu\text{g/L}$
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 $\mu\text{g/L}$
Hexaclorobenzeno	0,00029 $\mu\text{g/L}$
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 $\mu\text{g/L}$
PCBs - Bifenilas policloradas	0,000064 $\mu\text{g/L}$
Pentaclorofenol	3,0 $\mu\text{g/L}$
Tetracloroeto de carbono	1,6 $\mu\text{g/L}$
Tetracloroeteno	3,3 $\mu\text{g/L}$
Toxafeno	0,00028 $\mu\text{g/L}$
2,4,6-triclorofenol	2,4 $\mu\text{g/L}$

Art 15. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser

determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;

IV - turbidez: até 100 UNT;

V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂;

VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂;

VII - clorofila *a*: até 30 µg/L;

VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm³/L; e,

IX - fósforo total:

a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e,

b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

Art. 16. As águas doces de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de cianobactérias não deverão exceder 50.000 cel/ml, ou 5mm³/L;

i) DBO 5 dias a 20°C até 10 mg/L O₂;

j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂;

l) turbidez até 100 UNT;

m) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; e,

n) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA III - CLASSE 3 - ÁGUAS DOCES	
PADRÕES	
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila <i>a</i>	60 µg/L
Densidade de cianobactérias	100.000 cel/mL ou 10 mm ³ /L

Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,2 mg/L Al
Arsênio total	0,033 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	0,1 mg/L Be
Boro total	0,75 mg/L B
Cádmio total	0,01 mg/L Cd
Chumbo total	0,033 mg/L Pb
Cianeto livre	0,022 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cobalto total	0,2 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,013 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	5,0 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,05 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,075 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,15 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,5 mg/L Mn
Merúrio total	0,002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5
	5,6 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0
	2,2 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5
	1,0 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,05 mg/L Ag
Selênio total	0,05 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (como H ₂ S não dissociado)	0,3 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	5 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzo(a)pireno	0,7 µg/L
Carbaril	70,0 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,3 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	1,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	14,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	30 µg/L
Dodecacloro Pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,22 µg/L
Endrin	0,2 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,01 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	280 µg/L

Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,03 µg/L
Lindano (γ -HCH)	2,0 µg/L
Malation	100,0 µg/L
Metoxicloro	20,0 µg/L
Paration	35,0 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,003 mg/L
Tetracloroeteno	0,01 mg/L
Toxafeno	0,21 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	2,0 µg/L TBT
Tricloroeteno	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L

Art. 17. As águas doces de classe 4 observarão as seguintes condições e padrões:

I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

II - odor e aspecto: não objetáveis;

III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

IV - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

V - fenóis totais (substâncias que reagem com 4 - aminoantipirina) até 1,0 mg/L de C₆H₅OH;

VI - OD, superior a 2,0 mg/L O₂ em qualquer amostra; e,

VII - pH: 6,0 a 9,0.

Seção III

Das Águas Salinas

Art. 18. As águas salinas de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) materiais flutuantes virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada

em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) carbono orgânico total até 3 mg/L, como C;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂; e

j) pH: 6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA IV - CLASSE 1 - ÁGUAS SALINAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	1,5 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo Total	0,062 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,031 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Tálio total	0,1 mg/L Tl
Urânio Total	0,5 mg/L U
Zinco total	0,09 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT+ p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,01 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Etilbenzeno	25 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	60 µg/L C ₆ H ₅ OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L

Monoclorobenzeno	25 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,2 mg/L LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,01 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80 µg/L
Tricloroeteno	30,0 µg/L

III - Nas águas salinas onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA V - CLASSE 1 - ÁGUAS SALINAS	
PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
1,2-Dicloroetano	37 µg/L
1,1-Dicloroeteno	3 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
2,4,6-Triclorofenol	2,4 µg/L

Art 19. Aplicam-se às águas salinas de classe 2 as condições e padrões de qualidade da classe 1, previstos no artigo anterior, à exceção dos seguintes:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

c) carbono orgânico total: até 5,00 mg/L, como C; e

d) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5,0 mg/L O₂.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA VI - CLASSE 2 - ÁGUAS SALINAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,069 mg/L As
Cádmio total	0,04 mg/L Cd
Chumbo total	0,21 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	19 µg/L Cl
Cobre dissolvido	7,8 µg/L Cu
Cromo total	1,1 mg/L Cr
Fósforo total	0,093 mg/L P
Mercúrio total	1,8 µg/L Hg
Níquel	74 µg/L Ni
Nitrato	0,70 mg/L N
Nitrito	0,20 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,70 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,0465 mg/L P
Selênio total	0,29 mg/L Se
Zinco total	0,12 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,09 µg/L
DDT (p-p'DDT + p-p'DDE + p-p'DDD)	0,13 µg/L
Endrin	0,037 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,053 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,16 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilestanho	0,37 µg/L TBT

Art. 20. As águas salinas de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

II - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

III - substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;

IV - corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

V - resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

VI - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

VII - carbono orgânico total: até 10 mg/L, como C;

VIII - OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/ L O₂; e

IX - pH: 6,5 a 8,5 não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidades.

Seção IV

Das Águas Salobras

Art. 21. As águas salobras de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou

internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

- b) carbono orgânico total: até 3 mg/L, como C;
- c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/ L O₂;
- d) pH: 6,5 a 8,5;
- e) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- f) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
- g) substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- h) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes; e

i) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, bem como para a irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, não deverá ser excedido o valor de 200 coliformes termotolerantes por 100mL. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA VII - CLASSE 1 - ÁGUAS SALOBRAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total	0,124 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,062 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (como H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Zinco total	0,09 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L

Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	10,0 µg/L
DDT (p,p'DDT+ p,p'DDE + p,p'DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,01 µg/L
Etilbenzeno	25,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (γ -HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Paration	0,04 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno	0,2 LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,010 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80,0 µg/L

III - Nas águas salobras onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA VIII - CLASSE 1 - ÁGUAS SALOBRAS	
PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
1,1-Dicloroetano	3,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	37,0 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Tetracloroetano	3,3 µg/L
Tricloroetano	30 µg/L

Art. 22. Aplicam-se às águas salobras de classe 2 as condições e padrões de qualidade da classe 1, previstos no artigo anterior, à exceção dos seguintes:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) carbono orgânico total: até 5,00 mg/L, como C;

c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂; e

d) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA IX - CLASSE 2 - ÁGUAS SALOBRAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,069 mg/L As
Cádmio total	0,04 mg/L Cd
Chumbo total	0,210 mg/L Pb
Cromo total	1,1 mg/L Cr
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	19,0 µg/L Cl
Cobre dissolvido	7,8 µg/L Cu
Fósforo total	0,186 mg/L P
Mercúrio total	1,8 µg/L Hg
Níquel total	74,0 µg/L Ni
Nitrato	0,70 mg/L N
Nitrito	0,20 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,70 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,093 mg/L P
Selênio total	0,29 mg/L Se
Zinco total	0,12 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,09 µg/L
DDT (p-p' DDT + p-p' DDE + p-p' DDD)	0,13 µg/L
Endrin	0,037 µg/L
Heptacloro epóxido+ Heptacloro	0,053 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,160 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilestanho	0,37 µg/L TBT

Art. 23. As águas salobras de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - pH: 5 a 9;

II - OD, em qualquer amostra, não inferior a 3 mg/L O₂;

III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

IV - materiais flutuantes: virtualmente ausentes;

V - substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;

VI - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

VII - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente; e

VIII - carbono orgânico total até 10,0 mg/L, como C.

CAPÍTULO IV

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Art. 24. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento:

I - acrescentar outras condições e padrões, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica; e

II - exigir a melhor tecnologia disponível para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo curso de água superficial, mediante fundamentação técnica.

Art. 25. É vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Resolução.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, excepcionalmente, autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões estabelecidos no art. 34, desta Resolução, desde que observados os seguintes requisitos:

I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;

II - atendimento ao enquadramento e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;

III - realização de Estudo de Impacto Ambiental-EIA, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;

IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento; e

V - fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional.

Art. 26. Os órgãos ambientais federal, estaduais e municipais, no âmbito de sua competência, deverão, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos, listadas ou não no art. 34, desta Resolução, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas pelo enquadramento para o corpo de água.

§ 1º No caso de empreendimento de significativo impacto, o órgão ambiental competente exigirá, nos processos de licenciamento ou de sua renovação, a apresentação de estudo de capacidade de suporte de carga do corpo de água receptor.

§ 2º O estudo de capacidade de suporte deve considerar, no mínimo, a diferença entre os padrões estabelecidos pela classe e as concentrações existentes no trecho desde a montante, estimando a concentração após a zona de mistura.

§ 3º Sob pena de nulidade da licença expedida, o empreendedor, no processo de licenciamento, informará ao órgão ambiental as substâncias, entre aquelas previstas nesta Resolução para padrões de qualidade de água, que poderão estar contidas no seu efluente.

§ 4º O disposto no § 1º aplica-se também às substâncias não contempladas nesta Resolução, exceto se o empreendedor não tinha condições de saber de sua existência nos seus efluentes.

Art. 27. É vedado, nos efluentes, o lançamento dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs mencionados na Convenção de Estocolmo, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004.

Parágrafo único. Nos processos onde possa ocorrer a formação de dioxinas e furanos deverá ser utilizada a melhor tecnologia disponível para a sua redução, até a completa eliminação.

Art. 28. Os efluentes não poderão conferir ao corpo de água características em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento.

§ 1º As metas obrigatórias serão estabelecidas mediante parâmetros.

§ 2º Para os parâmetros não incluídos nas metas obrigatórias, os padrões de qualidade a serem obedecidos são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado.

§ 3º Na ausência de metas intermediárias progressivas obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.

Art. 29. A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não poderá causar poluição ou contaminação das águas.

Art. 30. No controle das condições de lançamento, é vedada, para fins de diluição antes do seu lançamento, a mistura de efluentes com águas de melhor qualidade, tais como as águas de abastecimento, do mar e de sistemas abertos de refrigeração sem recirculação.

Art. 31. Na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes efluentes ou lançamentos individualizados, os limites constantes desta Resolução aplicar-se-ão a cada um deles ou ao conjunto após a mistura, a critério do órgão ambiental competente.

Art. 32. Nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.

§ 1º Nas demais classes de água, o lançamento de efluentes deverá, simultaneamente:

I - atender às condições e padrões de lançamento de efluentes;

II - não ocasionar a ultrapassagem das condições e padrões de qualidade de água, estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência; e

III - atender a outras exigências aplicáveis.

§ 2º No corpo de água em processo de recuperação, o lançamento de efluentes observará as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final.

Art. 33. Na zona de mistura de efluentes, o órgão ambiental competente poderá autorizar, levando em conta o tipo de substância, valores em desacordo com os estabelecidos para a respectiva classe de enquadramento, desde que não comprometam os usos previstos para o corpo de água.

Parágrafo único. A extensão e as concentrações de substâncias na zona de mistura deverão ser objeto de estudo, nos termos determinados pelo órgão ambiental competente, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento.

Art. 34. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis:

§ 1º O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

§ 2º Os critérios de toxicidade previstos no § 1º devem se basear em resultados de ensaios ecotoxicológicos padronizados, utilizando organismos aquáticos, e realizados no efluente.

§ 3º Nos corpos de água em que as condições e padrões de qualidade previstos nesta Resolução não incluam restrições de toxicidade a organismos aquáticos, não se aplicam os parágrafos anteriores.

§ 4º Condições de lançamento de efluentes:

I - pH entre 5 a 9;

II - temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura;

III - materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

IV - regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;

V - óleos e graxas:

1 - óleos minerais: até 20mg/L;

2- óleos vegetais e gorduras animais: até 50mg/L; e

VI - ausência de materiais flutuantes.

§ 5º Padrões de lançamento de efluentes:

TABELA X - LANÇAMENTO DE EFLUENTES	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo total	0,5 mg/L Cr
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercurio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano	1,0 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C ₆ H ₅ OH
Tetracloroeto de Carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L

Art. 35. Sem prejuízo do disposto no inciso I, do § 1º do art. 24, desta Resolução, o órgão ambiental competente poderá, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência, estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, aos lançamentos de efluentes que possam, dentre outras conseqüências:

I - acarretar efeitos tóxicos agudos em organismos aquáticos; ou

II - inviabilizar o abastecimento das populações.

Art. 36. Além dos requisitos previstos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis, os efluentes provenientes de serviços de saúde e estabelecimentos nos quais haja despejos infectados com microorganismos patogênicos, só poderão ser lançados após tratamento especial.

Art. 37. Para o lançamento de efluentes tratados no leito seco de corpos de água intermitentes, o órgão ambiental competente definirá, ouvido o órgão gestor de recursos hídricos, condições especiais.

CAPÍTULO V

DIRETRIZES AMBIENTAIS PARA O ENQUADRAMENTO

Art. 38. O enquadramento dos corpos de água dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos-CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

§ 1º O enquadramento do corpo hídrico será definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos.

§ 2º Nas bacias hidrográficas em que a condição de qualidade dos corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes pretendidos, deverão ser estabelecidas metas obrigatórias, intermediárias e final, de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramentos, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais.

§ 3º As ações de gestão referentes ao uso dos recursos hídricos, tais como a outorga e cobrança pelo uso da água, ou referentes à gestão ambiental, como o licenciamento, termos de ajustamento de conduta e o controle da poluição, deverão basear-se nas metas progressivas intermediárias e final aprovadas pelo órgão competente para a respectiva bacia hidrográfica ou corpo hídrico específico.

§ 4º As metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, deverão ser atingidas em regime de vazão de referência, excetuados os casos de baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos hídricos onde não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

§ 5º Em corpos de água intermitentes ou com regime de vazão que apresente diferença sazonal significativa, as metas progressivas obrigatórias poderão variar ao longo do ano.

§ 6º Em corpos de água utilizados por populações para seu abastecimento, o enquadramento e o licenciamento ambiental de atividades a montante preservarão, obrigatoriamente, as condições de consumo.

CAPÍTULO VI

DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 39. Cabe aos órgãos ambientais competentes, quando necessário, definir os valores dos poluentes considerados virtualmente ausentes.

Art. 40. No caso de abastecimento para consumo humano, sem prejuízo do disposto nesta Resolução, deverão ser observadas, as normas específicas sobre qualidade da água e padrões de potabilidade.

Art. 41. Os métodos de coleta e de análises de águas são os especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas.

Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Art. 43. Os empreendimentos e demais atividades poluidoras que, na data da publicação desta Resolução, tiverem Licença de Instalação ou de Operação, expedida e não impugnada, poderão a critério do órgão ambiental competente, ter prazo de até três anos, contados a partir de sua vigência, para se adequarem às condições e padrões novos ou mais rigorosos previstos nesta Resolução.

§ 1º O empreendedor apresentará ao órgão ambiental competente o cronograma das medidas necessárias ao cumprimento do disposto no *caput* deste artigo.

§ 2º O prazo previsto no *caput* deste artigo poderá, excepcional e tecnicamente motivado, ser prorrogado por até dois anos, por meio de Termo de Ajustamento de Conduta, ao qual se dará publicidade, enviando-se cópia ao Ministério Público.

§ 3º As instalações de tratamento existentes deverão ser mantidas em operação com a capacidade, condições de funcionamento e demais características para as quais foram aprovadas, até que se cumpram as disposições desta Resolução.

§ 4º O descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo será objeto de resolução específica, a ser publicada no prazo máximo de um ano, a contar da data de publicação desta Resolução, ressalvado o padrão de lançamento de óleos e graxas a ser o definido nos termos do art. 34, desta Resolução, até a edição de resolução específica.

Art. 44. O CONAMA, no prazo máximo de um ano, complementarará, onde couber, condições e padrões de lançamento de efluentes previstos nesta Resolução.

Art. 45. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução acarretará aos infratores as sanções previstas pela legislação vigente.

§ 1º Os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, no âmbito de suas respectivas competências, fiscalizarão o cumprimento desta Resolução, bem como quando pertinente, a aplicação das penalidades administrativas previstas nas legislações específicas, sem prejuízo do sancionamento penal e da responsabilidade civil objetiva do poluidor.

§ 2º As exigências e deveres previstos nesta Resolução caracterizam obrigação de relevante interesse ambiental.

Art. 46. O responsável por fontes potencial ou efetivamente poluidoras das águas deve apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, declaração de carga poluidora, referente ao ano civil anterior, subscrita pelo administrador principal da empresa e pelo responsável técnico devidamente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica.

§ 1º A declaração referida no *caput* deste artigo conterà, entre outros dados, a caracterização qualitativa e quantitativa de seus efluentes, baseada em amostragem representativa dos mesmos, o estado de manutenção dos equipamentos e dispositivos de controle da poluição.

§ 2º O órgão ambiental competente poderá estabelecer critérios e formas para apresentação da declaração mencionada no *caput* deste artigo, inclusive, dispensando-a se for o caso para empreendimentos de menor potencial poluidor.

Art. 47. Equiparam-se a perito, os responsáveis técnicos que elaborem estudos e pareceres apresentados aos órgãos ambientais.

Art. 48. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução sujeitará os infratores, entre outras, às sanções previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e respectiva regulamentação.

Art. 49. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 50. Revoga-se a Resolução CONAMA nº 020, de 18 de junho de 1986.

MARINA SILVA
Presidente do CONAMA

ANEXO II – Tabelas de dados pluviométricos

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - UNESP - DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS																			
ÁREA DE ENGENHARIA RURAL - HIDRÁULICA e IRRIGAÇÃO																			
FONE: (0xx18) 3743 -1180 - URL: http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php																			
DADOS CLIMÁTICOS - F.E.P. - POMAR																			
JULHO DE 2004																			
Dia	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATIVA DO AR %			Pressão Atm	Rad. Global	Rad. líquida	Flx de calor	PAR	Ev-TCA	Eto_PN-M	Eto-TCA	Velocidade do vento (m/s)		Direção vento	Chuva	Insolação
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima									kPa	MJ/m2.dia			
1	23,3	29,3	17,5	62,1	85,2	39,2	97,7	15,4	11,8	-0,2	230,1	5,1	4,2	3,5	5,4	1,2	77,9	0,0	7,7
2	23,7	29,2	18,1	59,5	80,6	40,7	97,6	14,6	11,3	-0,1	217,2	5,0	4,2	3,4	5,0	1,3	75,7	0,0	7,5
3	23,9	31,5	17,1	59,7	89,2	31,8	97,7	13,8	10,6	-0,1	202,3	4,5	3,8	3,1	5,3	0,9	91,0	0,0	6,1
4	23,0	32,2	15,8	65,9	97,0	28,0	97,7	15,4	11,9	-0,1	229,4	4,2	3,7	2,9	3,9	0,4	129,7	0,0	8,0
5	22,2	30,5	15,4	65,4	96,9	30,2	97,8	13,8	10,7	-0,3	206,2	3,6	3,3	2,5	3,7	0,3	122,3	0,0	6,2
6	21,2	28,8	15,3	70,5	96,5	33,8	97,7	13,0	10,0	-0,3	193,1	3,5	3,1	2,5	2,9	0,3	123,6	0,0	5,6
7	22,5	30,5	15,8	65,3	94,0	29,6	97,4	13,9	10,7	-0,2	206,1	4,4	3,5	2,9	4,5	0,7	96,4	0,0	6,5
8	20,8	30,3	18,6	77,0	93,6	36,2	97,3	8,0	6,1	-0,6	120,2	3,1	2,3	2,2	8,7	1,2	148,6	3,6	0,0
9	20,9	26,5	17,8	77,4	92,2	52,1	97,3	11,6	9,0	-0,1	184,2	3,1	2,8	2,3	4,2	1,0	201,1	0,0	4,0
10	21,5	29,9	18,4	81,4	96,1	49,8	97,4	8,9	5,2	-0,3	140,0	3,0	2,0	2,1	10,6	1,5	157,2	7,6	1,7
11	17,7	21,3	13,6	79,4	95,2	64,7	97,8	11,6	5,9	-0,6	178,3	3,4	2,1	2,5	6,1	1,5	170,6	0,0	3,8
12	18,4	23,8	14,0	83,9	94,7	67,7	97,7	7,7	4,7	-0,7	119,8	2,2	1,7	1,7	4,3	1,3	82,1	0,0	0,0
13	23,7	30,0	19,1	70,8	91,2	44,0	97,6	14,4	7,2	0,3	227,1	5,3	2,9	3,6	7,7	2,0	88,7	5,6	7,1
14	24,5	30,0	19,4	63,2	86,8	42,9	97,6	15,6	7,4	0,2	245,8	6,5	3,3	4,4	6,5	1,8	91,1	0,0	8,5
15	24,7	30,6	18,7	61,7	91,1	41,1	97,7	15,8	7,7	0,1	247,3	6,6	3,4	4,6	6,4	1,5	76,1	0,0	8,7
16	23,8	31,3	18,9	64,0	85,8	34,8	97,8	15,9	7,4	0,2	244,8	5,5	2,9	3,9	6,1	1,2	122,1	0,0	8,4
17	21,4	26,2	18,2	74,2	93,4	55,6	98,0	12,0	6,2	-0,2	185,7	5,5	2,4	3,8	6,0	1,5	122,8	0,0	4,5
18	19,7	25,2	15,8	72,6	84,9	54,6	98,0	12,9	6,4	-0,4	204,7	4,5	2,5	3,2	4,9	1,7	94,3	0,0	5,4
19	17,5	21,1	15,3	87,1	96,3	73,5	98,0	6,0	4,1	-0,7	94,9	1,3	1,4	1,0	3,9	1,3	154,7	3,1	0,0
20	17,2	21,3	13,5	78,2	91,3	58,6	98,2	7,2	4,4	-0,8	110,2	2,8	1,7	2,1	5,3	1,1	100,8	0,0	0,0
21	17,3	23,3	12,9	73,6	93,7	49,6	98,1	10,8	5,5	-0,9	164,3	3,8	2,2	2,7	5,5	1,8	84,7	0,0	3,6
22	18,0	24,7	13,0	56,9	79,6	28,7	98,1	17,0	6,9	-0,7	257,2	6,8	3,5	4,3	7,4	2,7	73,0	0,0	9,8
23	18,3	24,7	11,7	48,6	75,5	27,8	98,1	17,4	7,4	-0,7	260,7	6,2	4,1	3,7	8,3	2,5	64,4	0,0	10,4
24	18,8	24,8	13,6	47,8	69,9	27,4	98,3	17,7	7,5	-0,5	264,0	7,5	4,1	4,6	7,2	2,5	67,1	0,0	10,2
25	19,2	25,4	13,3	45,9	69,6	25,9	98,2	18,0	7,5	-0,4	265,3	8,4	4,1	5,1	8,1	2,4	68,5	0,0	10,5
26	19,1	25,7	13,1	50,2	70,8	28,6	98,2	17,9	7,7	-0,3	264,0	7,5	3,9	4,6	6,8	2,3	74,4	0,0	10,7
27	19,6	26,3	12,8	51,2	75,0	29,3	98,2	18,4	7,9	-0,2	264,7	7,3	3,9	4,6	7,2	2,1	74,0	0,0	11,6
28	20,6	26,9	14,4	49,8	73,2	28,9	98,0	18,3	8,1	-0,1	265,7	7,9	4,1	4,9	7,9	2,3	66,2	0,0	11,3
29	20,5	27,0	14,8	51,4	74,6	29,5	98,0	16,3	7,2	-0,1	235,5	6,3	3,4	4,0	5,9	1,5	80,5	0,0	9,3
30	19,9	27,6	14,6	61,3	84,4	29,7	98,0	15,1	7,7	0,0	225,0	6,0	3,4	3,9	5,4	1,7	151,4	0,0	7,4
31	17,2	23,8	12,6	70,4	90,5	45,3	98,1	15,7	7,9	-0,1	234,6	4,7	2,8	3,4	5,4	1,6	181,4	0,0	8,7
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	430,1	239,7	-0,1	6.488,4	155,5	96,2	103,9	-	-	-	19,8	203,2
MEDIA	20,6	27,1	15,6	65,4	86,7	40,6	97,8	13,9	7,7	-0,3	209,3	5,0	3,1	3,4	6,0	1,5	106,9	0,6	6,6
D.P.	2,4	3,2	2,3	11,6	9,0	13,4	0,3	3,5	2,1	0,3	50,1	1,8	0,8	1,0	1,7	0,7	38,3	1,8	3,5
VAR.	5,8	10,5	5,5	133,9	81,5	179,7	0,1	12,2	4,5	0,1	2.510,6	3,3	0,7	1,0	2,9	0,4	1.468,2	3,3	12,5
V.MIN.	17,2	21,1	11,7	45,9	69,6	25,9	97,3	6,0	4,1	-0,9	94,9	1,3	1,4	1,0	2,9	0,3	64,4	0,0	0,0
V.MAX.	24,7	32,2	19,4	87,1	97,0	73,5	98,3	18,4	11,9	0,3	265,7	8,4	4,2	5,1	10,6	2,7	201,1	7,6	11,6
D.Ch.	0																		

D.P.= Desvio Padrão; VAR. = Variância; D.Ch. = Dias de Chuva >= 10 mm; V.MIN = Valor Mínimo.
N= Número de horas de brilho do sol; Eto_TCA e Eto_PN-M = Evapotranspiração por Tanque Classe A e por Penman_Monteith
Evapotranspiração calculada a partir de tempo de varredura de 10 segundos e médias horárias.
Última atualização 01/08/2004 - 02:07:13 Correio eletrônico irriga@agr.feis.unesp.br
Veja os [Gráficos deste Mês](#)

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - UNESP - DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS

ÁREA DE ENGENHARIA RURAL - HIDRÁULICA e IRRIGAÇÃO

FONE: (0xx18) 3743 -1180 - URL: <http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php>

DADOS CLIMÁTICOS - F.E.P. - POMAR

AGOSTO DE 2004

Dia	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATIVA DO AR %			Pressão Atm	Rad. Global	Rad. líquida	Flx de calor	PAR	Ev- TCA	ETo PN- M	ETo- TCA	Velocidade do vento (m/s)		Direção vento	Chuva	Insolação
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima									kPa	MJ/m2.dia			
1	18,0	26,5	9,2	50,9	75,0	33,9	97,9	16,8	8,3	-0,2	252,9	4,6	3,0	3,1	4,3	0,5	142,3	0,0	7,0
2	24,1	31,1	17,8	48,3	78,4	30,4	97,6	17,0	9,4	0,5	258,1	7,7	4,1	4,7	5,8	1,5	82,4	0,0	7,1
3	25,7	32,9	18,2	45,7	76,5	24,7	97,7	17,4	8,7	0,5	262,5	8,2	4,4	5,0	5,8	1,6	71,5	0,0	7,8
4	25,6	32,5	19,6	42,6	61,3	24,4	97,9	18,2	8,3	0,4	268,1	9,8	4,9	5,9	6,4	2,4	76,6	0,0	8,3
5	24,1	30,6	18,7	45,2	66,4	25,0	98,0	18,4	8,4	0,2	267,1	8,5	4,5	5,2	6,2	2,2	75,2	0,0	8,3
6	22,6	29,2	16,5	42,7	76,0	19,2	98,1	19,2	8,8	0,1	276,1	6,0	3,9	3,7	5,8	1,2	91,2	0,0	9,3
7	18,3	25,7	13,3	69,7	90,7	44,5	98,3	18,7	9,0	-0,4	265,9	7,0	3,5	4,7	6,9	2,3	169,2	0,0	8,6
8	16,4	24,5	10,1	70,1	93,2	29,7	98,4	18,1	8,6	-0,3	255,1	5,1	3,1	3,4	4,9	1,6	188,6	0,0	8,6
9	17,0	24,4	9,8	61,5	88,9	41,5	98,3	18,3	8,3	-0,3	264,3	5,3	3,1	3,7	5,8	1,3	101,3	0,0	8,1
10	19,4	28,0	11,6	55,4	83,8	25,7	98,2	18,8	8,2	0,0	271,2	6,8	3,6	4,5	6,1	1,7	92,6	0,0	9,2
11	21,6	29,7	12,4	48,4	84,9	23,1	98,1	18,6	8,3	0,1	267,9	7,2	3,8	4,6	4,9	1,3	115,4	0,0	9,0
12	21,0	28,6	14,9	48,1	71,3	27,8	98,2	18,5	7,9	0,1	261,6	8,5	4,0	5,3	5,6	2,1	75,7	0,0	8,7
13	20,1	28,9	12,8	51,1	79,3	26,2	98,2	19,2	8,1	0,0	272,9	8,4	4,1	5,1	6,4	2,3	77,1	0,0	9,7
14	20,7	27,7	14,7	38,9	57,5	20,6	98,1	20,3	8,6	0,0	284,7	10,6	5,1	6,2	7,8	3,1	68,4	0,0	10,4
15	22,0	28,4	15,8	40,9	65,6	22,8	98,0	20,5	9,2	0,1	290,3	9,2	4,8	5,4	7,6	2,2	67,4	0,0	10,4
16	23,1	30,4	16,1	40,3	62,9	21,1	97,9	20,8	9,3	0,3	293,4	8,8	4,6	5,3	5,8	1,9	73,9	0,0	10,2
17	24,3	32,7	16,1	36,7	69,7	18,6	97,8	20,8	9,4	0,4	298,2	8,9	4,6	5,4	5,5	1,5	92,4	0,0	10,6
18	24,2	32,3	15,4	39,6	73,4	19,1	97,8	20,7	9,5	0,4	298,2	8,0	4,3	4,9	4,8	1,0	103,7	0,0	10,6
19	25,3	33,2	15,4	40,0	84,4	18,0	97,8	20,6	9,5	0,4	272,4	8,6	4,5	5,1	5,2	1,1	113,2	0,0	10,2
20	25,9	35,8	16,1	41,4	88,8	14,2	97,6	20,2	9,6	0,5	299,0	7,7	4,5	3,9	6,9	1,0	115,7	0,0	10,2
21	26,6	35,8	16,7	39,8	77,7	14,7	97,5	19,7	9,6	0,5	293,4	9,1	4,5	5,6	4,6	1,0	129,5	0,0	9,6
22	24,9	34,4	16,4	55,7	94,6	21,4	97,5	18,6	9,1	0,5	266,0	7,1	3,7	4,5	4,4	0,8	159,7	0,0	8,6
23	24,9	35,1	17,5	57,0	87,4	20,2	97,6	17,9	8,9	0,5	261,7	8,3	4,0	5,3	5,4	1,0	196,6	0,0	8,4
24	25,5	34,7	16,8	52,9	93,4	19,7	97,6	19,1	9,4	0,5	273,5	8,2	3,9	5,1	3,9	0,8	174,8	0,0	9,5
25	28,0	36,4	18,7	38,7	79,4	14,5	97,4	18,8	8,9	0,6	272,7	9,3	4,2	5,7	5,0	1,1	112,9	0,0	9,5
26	28,7	36,0	20,7	36,9	80,3	16,5	97,3	17,1	8,7	0,7	249,0	10,7	4,7	6,2	5,8	1,4	98,3	0,0	7,5
27	24,1	28,5	19,8	59,8	83,3	39,8	97,3	10,7	4,9	0,0	151,8	3,5	2,1	2,5	4,9	0,8	134,8	0,0	2,8
28	25,3	31,4	20,4	60,9	83,6	38,3	97,4	13,6	7,1	0,3	198,5	6,6	3,3	4,5	6,4	1,3	155,7	0,0	4,6
29	23,1	30,6	16,3	60,1	92,3	32,0	97,6	18,8	9,8	0,2	274,7	6,7	3,8	4,2	5,2	0,7	160,8	0,0	8,8
30	25,3	34,0	15,8	44,2	89,8	12,1	97,6	21,5	10,6	0,4	318,3	9,6	4,7	6,0	4,8	0,9	112,4	0,0	11,8
31	25,7	35,0	15,7	41,0	83,1	14,5	97,6	21,4	9,9	0,4	305,5	10,5	4,9	6,3	5,4	1,2	115,6	0,0	11,1
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	578,0	272,0	0,4	8.345,0	244,4	126,2	151,0	-	-	-	0,0	274,5
MEDIA	23,3	31,1	15,8	48,5	79,8	24,3	97,8	18,6	8,8	0,2	269,2	7,9	4,1	4,9	5,6	1,4	114,3	0,0	8,9
D.P.	3,1	3,5	3,0	9,5	10,1	8,5	0,3	2,2	1,0	0,3	30,7	1,7	0,7	0,9	0,9	0,6	37,9	0,0	1,8
VAR.	9,8	12,2	8,9	91,1	101,8	72,4	0,1	4,8	1,0	0,1	942,7	3,0	0,4	0,9	0,8	0,4	1.433,0	0,0	3,3
V.MIN.	16,4	24,4	9,2	36,7	57,5	12,1	97,3	10,7	4,9	-0,4	151,8	3,5	2,1	2,5	3,9	0,5	67,4	0,0	2,8
V.MAX.	28,7	36,4	20,7	70,1	94,6	44,5	98,4	21,5	10,6	0,7	318,3	10,7	5,1	6,3	7,8	3,1	196,6	0,0	11,8
D.Ch.	0																		

D.P.= Desvio Padrão; VAR. = Variância; D.Ch. = Dias de Chuva >= 10 mm; V.MIN = Valor Mínimo.
N= Número de horas de brilho do sol; Eto_TCA e Eto_PN-M = Evapotranspiração por Tanque Classe A e por Penman_Monteith
Evapotranspiração calculada a partir de tempo de varredura de 10 segundos e médias horárias.
Última atualização 01/09/2004 - 23:56:11 Correio eletrônico irriga@agr.feis.unesp.br
Veja os [Gráficos deste Mês](#)

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - UNESP - DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS

ÁREA DE ENGENHARIA RURAL - HIDRÁULICA e IRRIGAÇÃO

FONE: (0xx18) 3743 -1180 - URL: <http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php>

DADOS CLIMÁTICOS - F.E.P. - POMAR

SETEMBRO DE 2004

Dia	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATIVA DO AR %			Pressão Atm	Rad. Global	Rad. líquida	Fix de calor	PAR	Ev-TCA	ET _o PN-M	ET _o -TCA	Velocidade do vento (m/s)		Direção vento	Chuva	Insolação
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima									kPa	MJ/m2.dia			
1	28,4	36,7	20,4	29,9	47,2	17,6	97,5	21,0	9,9	0,6	301,7	12,8	6,1	7,2	7,3	2,3	76,6	0,0	8,7
2	28,8	35,6	21,8	33,4	62,6	17,0	97,6	21,5	10,4	0,6	310,8	12,5	5,9	7,2	7,7	2,2	84,5	0,0	9,4
3	28,4	36,2	22,1	27,3	48,2	11,2	97,7	22,5	10,4	0,5	316,1	12,2	6,2	7,0	7,7	2,2	92,3	0,0	10,0
4	27,4	35,8	18,0	33,8	78,1	13,0	97,5	21,9	9,9	0,5	303,1	11,1	5,0	6,5	5,6	1,3	104,3	0,0	9,7
5	29,2	37,3	20,7	30,8	61,8	12,5	97,3	22,1	9,6	0,7	308,3	13,2	5,6	7,9	5,8	1,9	92,3	0,0	9,1
6	30,1	37,8	21,8	27,4	54,1	12,8	97,1	22,1	9,7	0,7	306,4	13,2	5,9	7,6	6,4	1,9	91,0	0,0	9,5
7	30,4	37,6	19,8	28,3	73,5	12,8	97,0	22,2	9,9	0,7	306,9	12,9	5,7	7,5	6,4	1,6	103,7	0,0	10,0
8	30,7	37,4	21,8	27,6	62,6	12,9	97,2	22,6	10,3	0,8	312,8	12,5	5,8	7,3	5,6	1,6	98,1	0,0	9,9
9	29,8	36,3	21,7	27,4	57,0	12,8	97,3	22,7	10,5	0,7	309,0	11,6	5,5	6,6	6,3	1,4	98,9	0,0	10,0
10	28,4	36,5	18,8	29,8	66,0	9,8	97,3	23,5	10,6	0,5	319,4	10,8	5,2	6,3	5,6	1,1	128,4	0,0	10,4
11	27,6	37,0	18,0	34,8	81,0	9,7	97,3	24,0	10,8	0,5	324,5	10,0	4,9	6,0	6,3	1,0	134,5	0,0	10,7
12	22,7	30,1	16,0	63,4	86,4	34,0	97,8	22,7	10,8	0,4	304,5	8,8	4,7	5,6	8,8	2,9	182,5	0,0	10,3
13	18,4	25,3	14,4	69,3	84,4	43,8	97,8	18,6	9,5	-0,1	255,4	5,3	3,4	3,7	6,1	2,3	198,9	0,0	7,1
14	22,4	31,2	14,4	60,9	92,9	31,7	97,6	21,1	10,2	0,2	285,7	7,3	4,1	4,6	5,4	1,5	164,6	0,0	9,0
15	23,3	31,2	15,9	44,5	77,4	24,0	97,6	20,6	9,4	0,2	275,3	9,6	4,3	5,7	4,7	1,2	157,6	0,0	8,9
16	23,5	31,2	16,6	39,3	64,3	22,3	97,6	21,0	10,5	-0,3	276,6	9,0	4,8	5,4	4,5	1,2	169,7	0,0	8,7
17	24,3	32,3	18,9	49,1	65,4	28,1	97,6	13,9	7,1	-0,4	186,6	7,2	4,0	4,5	8,1	1,8	131,4	0,0	3,3
18	26,9	34,9	20,7	45,6	61,9	27,0	97,5	21,1	10,8	0,4	288,9	11,1	5,7	6,7	9,1	2,4	68,1	0,0	9,2
19	28,8	36,3	22,3	39,3	59,8	21,6	97,4	20,8	11,1	0,7	290,8	11,7	5,9	6,9	7,0	2,3	70,8	0,0	8,7
20	29,6	37,1	23,1	35,5	65,9	15,3	97,3	21,3	10,9	0,8	290,1	9,7	4,8	5,9	5,2	1,0	127,6	0,0	9,2
21	30,2	37,9	23,8	26,8	49,0	11,6	97,3	22,6	11,3	0,7	304,4	-	5,9	12,6	6,5	1,8	84,0	0,0	10,2
22	30,9	38,1	22,1	27,6	65,0	13,1	97,4	23,8	12,1	0,8	328,0	-	6,9	9,3	7,6	2,2	87,0	0,0	11,1
23	30,9	38,4	21,7	28,7	70,6	13,3	97,3	23,6	12,1	0,8	324,0	12,8	5,9	7,5	6,1	1,3	100,4	0,0	10,5
24	29,5	39,4	20,5	38,7	67,2	14,0	97,3	23,5	13,2	0,4	323,0	9,6	5,4	5,9	4,1	0,8	164,8	0,0	10,9
25	30,6	39,9	20,8	34,6	77,5	11,2	97,2	23,8	12,9	0,2	326,4	11,3	5,8	6,7	5,2	0,8	140,6	0,0	10,9
26	31,9	39,6	24,1	25,1	49,3	10,9	97,2	24,4	13,1	0,1	340,4	14,9	7,3	8,5	6,4	2,0	83,3	0,0	11,5
27	31,8	39,2	24,7	23,4	55,9	11,6	97,2	24,4	12,9	-0,2	335,2	14,8	7,3	8,4	7,4	2,0	96,4	0,0	11,6
28	31,8	40,0	25,2	25,4	55,8	10,5	97,0	24,4	12,9	0,0	333,9	-	7,4	8,7	7,3	2,0	157,9	0,0	11,4
29	22,7	26,1	19,0	74,5	96,3	51,5	97,4	8,3	4,1	-1,1	118,4	3,0	1,9	2,2	9,2	1,4	168,6	10,2	0,0
30	23,9	28,6	19,5	65,8	89,9	42,9	97,4	14,7	8,1	-0,5	209,6	5,6	3,3	3,9	7,7	1,8	107,3	0,3	4,8
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	640,5	314,7	-0,5	8.816,2	284,2	160,6	199,8	-	-	-	10,4	274,7
MEDIA	27,8	35,4	20,3	38,3	67,6	19,4	97,4	21,4	10,5	0,3	293,9	10,5	5,4	6,7	6,6	1,7	118,9	0,3	9,2
D.P.	3,5	4,0	2,9	14,5	13,6	11,3	0,2	3,5	1,9	0,5	47,3	2,9	1,2	1,9	1,3	0,5	36,9	1,9	2,5
VAR.	12,2	16,1	8,2	211,3	185,3	127,7	0,0	12,1	3,5	0,2	2.239,8	8,5	1,5	3,7	1,7	0,3	1.364,5	3,4	6,2
V.MIN.	18,4	25,3	14,4	23,4	47,2	9,7	97,0	8,3	4,1	-1,1	118,4	3,0	1,9	2,2	4,1	0,8	68,1	0,0	0,0
V.MAX.	31,9	40,0	25,2	74,5	96,3	51,5	97,8	24,4	13,2	0,8	340,4	14,9	7,4	12,6	9,2	2,9	198,9	10,2	11,6
D.Ch.	1																		

D.P.= Desvio Padrão; VAR. = Variância; D.Ch. = Dias de Chuva >= 10 mm; V.MIN = Valor Mínimo.
N= Número de horas de brilho do sol; ET_o-TCA e ET_o-PN-M = Evapotranspiração por Tanque Classe A e por Penman_Monteith
Evapotranspiração calculada a partir de tempo de varredura de 10 segundos e médias horárias.
Última atualização 01/10/2004 - 23:55:54 Correio eletrônico irriga@agr.feis.unesp.br
Veja os [Gráficos deste Mês](#)

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - UNESP - DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS

ÁREA DE ENGENHARIA RURAL - HIDRÁULICA e IRRIGAÇÃO

FONE: (0xx18) 3743 -1180 - URL: <http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php>

DADOS CLIMÁTICOS ILHA SOLTEIRA

outubro de 2004

Dia	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATIVA DO AR %			Pressão Atm	Rad. Global	Rad. Líquida	Flx de calor	PAR	Ev-TCA	Eto PN-M	Eto-TCA	Velocidade do vento (m/s)		Direção vento	Chuva	Insolação
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima									kPa	MJ/m2.dia			
1	20,5	22,6	18,1	74,4	87,1	60,3	97,5	6,7	3,3	-1,1	95,3	3,5	2,0	2,5	7,3	2,0	108,0	0,3	-
2	20,4	22,1	18,9	88,2	94,8	81,4	97,6	3,0	1,1	-1,0	45,8	1,0	0,8	0,8	5,9	1,6	119,2	6,1	-
3	18,9	19,9	18,0	89,8	95,7	79,2	97,7	3,2	1,5	-1,1	54,3	1,2	0,9	0,9	5,8	1,3	104,0	14,7	-
4	22,5	29,9	16,0	62,7	94,0	29,2	97,6	25,6	16,6	0,4	369,3	8,6	5,5	5,3	5,5	1,4	107,1	0,0	9,8
5	24,9	33,0	17,0	53,2	89,2	22,7	97,5	25,8	15,9	0,4	369,2	9,8	5,9	6,0	5,2	1,1	156,8	0,0	9,5
6	25,0	33,0	17,8	51,2	87,7	21,9	97,4	26,1	15,4	0,2	368,6	11,1	6,1	6,7	6,6	1,7	123,9	0,0	9,8
7	22,6	29,5	15,4	39,9	71,9	7,2	97,6	28,1	15,2	-0,2	382,3	13,0	6,8	7,5	8,7	2,9	86,4	0,0	10,9
8	23,8	32,9	14,6	43,5	78,9	16,3	97,3	27,1	14,4	0,2	365,0	11,1	6,5	6,6	8,7	2,6	103,8	0,0	10,2
9	28,5	38,0	19,2	33,7	58,7	13,2	97,1	24,0	13,8	0,5	319,2	9,7	6,0	5,9	6,4	1,2	125,5	0,0	8,3
10	28,7	35,5	21,5	50,8	84,4	28,9	97,2	16,2	9,6	0,3	220,7	8,4	4,7	5,0	10,2	1,8	220,8	1,8	3,7
11	25,4	30,9	20,8	68,1	86,6	45,3	97,3	14,9	9,2	0,1	215,2	5,1	3,3	3,6	5,2	1,1	93,3	0,0	3,0
12	26,6	30,5	23,4	68,4	83,6	52,2	97,2	12,3	7,6	0,2	186,0	5,0	3,2	3,5	6,0	1,7	90,6	0,0	1,5
13	25,0	29,6	22,4	79,3	89,9	57,9	97,3	6,5	3,9	-	107,3	3,5	1,7	2,4	6,2	1,4	118,7	15,3	0,8
14	23,3	28,7	21,5	90,2	96,2	63,5	97,3	0,7	0,1	-0,2	28,5	1,9	0,2	1,4	6,4	1,1	146,7	30,5	-
15	25,6	32,3	22,3	81,6	96,7	47,8	97,4	17,6	12,3	0,6	268,1	5,2	3,9	3,7	6,7	1,6	108,3	1,8	4,8
16	27,3	35,3	22,9	69,1	89,7	36,2	97,2	23,3	15,7	0,9	340,5	9,5	5,4	6,4	10,2	2,0	104,5	4,8	8,4
17	22,8	25,5	20,0	86,1	94,8	74,6	97,3	4,6	2,4	-1,1	73,7	2,5	1,3	1,8	8,1	2,0	91,9	16,5	-
18	23,9	27,8	20,7	84,7	95,8	68,8	97,2	9,4	5,8	-0,1	142,0	2,5	2,0	1,9	7,2	1,3	88,6	8,1	-
19	24,0	28,7	20,3	79,7	97,2	57,1	97,5	18,3	11,6	-0,2	266,7	7,2	3,9	5,0	6,5	2,0	190,4	13,7	5,6
20	23,3	29,2	18,4	66,5	92,6	34,5	97,6	24,3	15,1	-	349,3	11,1	5,4	7,2	7,5	2,6	98,6	0,0	8,7
21	23,6	30,5	16,3	64,3	84,1	44,6	97,5	26,4	16,0	0,2	377,6	10,3	5,7	7,0	7,8	2,7	90,7	0,0	10,5
22	26,1	32,0	19,6	69,7	97,3	47,0	97,4	20,9	13,0	0,3	309,3	9,2	4,8	6,4	8,5	2,2	95,8	35,6	7,2
23	23,8	28,0	20,4	79,9	92,7	56,9	97,3	13,8	8,5	-0,3	210,9	6,2	2,6	4,4	7,2	1,9	130,5	1,3	2,7
24	23,6	26,4	22,1	79,9	91,6	65,8	97,1	9,1	5,2	-0,4	140,0	7,4	2,2	5,3	6,8	1,7	134,0	4,8	-
25	21,6	24,3	19,2	90,7	96,8	76,8	97,0	4,9	2,5	-1,0	78,6	1,4	1,1	1,2	9,8	1,4	179,5	18,5	-
26	23,6	30,2	18,6	73,6	94,1	50,0	97,2	26,9	17,5	0,7	393,2	7,8	5,4	5,5	4,6	1,1	166,7	0,3	11,0
27	24,4	29,1	18,6	59,9	87,5	35,0	97,4	21,0	11,6	-0,1	300,1	7,7	4,4	5,2	5,4	1,1	154,4	0,0	6,6
28	24,1	31,2	17,5	57,5	88,6	27,8	97,6	28,4	16,7	0,3	406,0	9,8	5,7	6,4	6,1	1,5	102,5	0,0	12,0
29	24,8	32,9	16,3	60,2	83,6	34,1	97,5	28,2	16,6	0,6	402,0	9,2	5,7	6,4	6,7	1,8	96,3	0,0	11,6
30	28,8	34,8	22,2	53,3	84,3	26,9	97,4	28,5	17,9	0,9	412,9	11,4	6,5	7,0	6,9	1,6	97,6	0,0	11,3
31	27,4	33,3	21,4	62,2	89,7	36,1	97,4	25,9	16,5	0,8	379,9	9,1	5,7	5,9	5,4	1,2	113,2	0,1	9,5
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	7.977,5	220,3	125,3	144,7	-	-	-	174,2	177,3
MEDIA	24,3	29,9	19,4	68,1	88,9	45,1	97,4	17,8	10,7	0,0	257,3	7,1	4,0	4,7	6,9	1,7	120,9	5,6	5,7
D.P.	2,4	4,1	2,4	15,5	8,2	20,3	0,2	9,3	5,8	0,6	128,3	3,5	2,0	2,1	1,5	0,5	33,4	9,4	4,5
VAR.	5,6	16,7	5,6	239,9	66,8	413,8	0,0	86,5	33,7	0,3	16.464,3	12,4	4,1	4,4	2,1	0,3	1.114,1	87,6	20,5
V.MIN.	18,9	19,9	14,6	33,7	58,7	7,2	97,0	0,7	0,1	-1,1	28,5	1,0	0,2	0,8	4,6	1,1	86,4	0,0	0,0
V.MAX.	28,8	38,0	23,4	90,7	97,3	81,4	97,7	28,5	17,9	0,9	412,9	13,0	6,8	7,5	10,2	2,9	220,8	35,6	12,0
D.Ch.	7																		

D.P.= Desvio Padrão; VAR. = Variância; D.Ch. = Dias de Chuva >= 10 mm; V.MIN = Valor Mínimo.
N= Número de horas de brilho do sol; Eto_TCA e Eto_PN-M = Evapotranspiração por Tanque Classe A e por Penman_Monteith
Kp (Bordura, 5 m) = URM <40, Vento<2,03 = 0,6; V>2,03 = 0,55 | URM 40-70, V<2,03 = 0,7; V>2,03 = 0,65 | URM >70, V<2,03 = 0,8; V>2,03 = 0,7.
Última atualização 27/01/05 - 11:23:13 Correio eletrônico irriga@agr.feis.unesp.br
Veja os [Gráficos deste Mês](#)

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - UNESP - DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS

ÁREA DE ENGENHARIA RURAL - HIDRÁULICA e IRRIGAÇÃO

FONE: (0xx18) 3743 -1180 - URL: <http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php>

DADOS CLIMÁTICOS - F.E.P. - POMAR

NOVEMBRO DE 2004

Dia	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATIVA DO AR %			Pressão Atm	Rad. Global	Rad. líquida	Flx de calor	PAR	Ev-TCA	ETo PN-M	ETo-TCA	Velocidade do vento (m/s)		Direção vento °	Chuva mm	Insolação h/dia
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima									kPa	MJ/m2.dia			
1	26,1	31,8	20,6	71,0	95,1	45,4	97,4	23,4	15,1	0,7	346,8	6,8	4,8	4,8	3,9	0,8	128,7	0,3	7,7
2	28,6	34,9	22,5	61,0	85,4	34,0	97,2	27,0	17,1	1,0	391,2	9,3	6,0	6,5	5,3	1,6	104,4	0,0	9,8
3	29,1	36,3	24,2	61,1	80,5	34,2	97,0	25,5	16,4	0,8	372,1	10,2	6,2	6,8	9,4	2,1	165,0	0,0	9,0
4	23,5	26,6	19,8	81,9	96,6	66,4	97,2	9,3	5,3	-0,9	142,6	3,3	2,1	2,5	10,9	1,6	108,7	24,9	0,0
5	24,7	29,9	20,6	77,4	96,8	57,8	97,3	16,9	10,3	-0,1	252,7	5,7	3,7	4,2	9,2	1,8	132,0	16,0	3,3
6	23,3	26,1	20,8	86,4	96,9	71,9	97,4	10,1	6,0	-0,4	153,9	1,2	2,1	1,0	3,9	0,9	140,7	0,3	0,0
7	26,0	30,9	21,9	72,4	94,8	48,0	97,5	21,5	13,5	0,6	317,3	8,6	4,7	5,9	7,3	1,6	120,6	0,3	6,3
8	24,9	31,7	18,6	65,9	80,3	47,5	97,5	27,3	17,2	0,5	403,2	10,4	6,1	7,0	7,2	2,5	94,7	0,0	10,6
9	28,0	34,3	20,9	59,3	78,6	37,9	97,2	28,2	18,0	0,9	414,6	11,7	6,6	7,8	7,6	2,5	85,0	0,0	11,5
10	28,0	34,2	22,4	60,9	88,8	33,5	97,0	23,7	14,9	0,6	344,8	11,4	5,9	7,5	9,4	2,1	162,8	0,3	8,4
11	22,0	26,1	18,8	87,8	97,0	65,9	97,0	9,6	5,7	-1,3	144,8	2,4	2,2	1,7	8,0	1,7	200,7	33,0	0,0
12	22,7	27,4	18,2	66,5	89,8	44,6	97,2	28,4	17,8	0,1	405,4	9,3	5,6	6,4	5,5	1,8	170,5	0,0	11,3
13	23,8	30,1	18,7	58,3	76,3	37,8	97,3	8,8	3,7	-0,4	177,1	10,2	1,7	7,1	4,1	1,6	97,6	0,0	0,0
14	27,2	33,2	21,2	53,3	71,5	33,3	97,3	27,8	17,2	0,7	406,3	11,2	6,3	7,5	5,4	1,8	106,1	0,0	11,1
15	24,4	27,9	22,6	80,1	94,4	47,7	97,3	4,9	2,3	-0,6	77,6	1,9	1,2	1,4	4,4	1,0	118,1	5,8	0,0
16	23,4	28,2	21,2	87,1	95,9	68,9	97,3	11,5	7,1	-0,4	175,5	2,7	2,4	2,1	5,3	1,6	158,0	16,3	0,3
17	24,7	29,9	21,0	81,4	96,2	57,7	97,3	16,6	10,5	0,1	243,6	3,9	3,4	2,8	5,2	1,2	236,7	1,5	3,8
18	23,9	28,1	22,0	88,8	97,1	65,4	97,3	10,3	6,5	-0,2	157,6	2,0	2,1	1,6	3,7	0,1	198,5	28,7	0,0
19	23,0	28,5	18,5	71,5	97,1	36,5	97,3	21,3	13,5	-0,2	310,5	4,6	4,4	4,1	5,5	1,1	194,3	6,4	6,6
20	23,6	29,5	18,0	52,1	74,9	29,9	97,3	30,8	18,3	-0,1	426,8	11,4	6,5	7,0	5,3	1,5	166,3	0,0	12,5
21	24,7	31,1	18,0	57,7	89,5	30,0	97,4	30,1	18,2	0,5	424,5	10,0	6,0	6,8	4,1	0,9	133,8	0,0	12,1
22	25,7	32,4	19,3	54,4	78,0	31,1	97,4	29,4	17,4	0,5	412,4	11,0	6,3	7,4	6,8	1,8	115,0	0,0	12,2
23	27,7	34,2	20,8	53,0	77,3	31,9	97,4	28,9	17,6	0,8	413,8	11,8	6,7	7,7	6,8	2,2	89,4	0,0	11,8
24	29,2	34,3	23,5	51,5	71,0	30,7	97,3	29,5	18,2	0,9	422,3	11,1	6,4	7,0	5,3	1,2	88,8	0,0	12,2
25	29,9	35,4	24,0	44,5	79,5	24,3	97,2	28,9	17,7	0,9	410,5	12,0	6,5	7,4	5,6	1,2	95,9	0,0	11,2
26	30,2	36,2	24,1	46,4	70,9	26,6	97,0	27,9	17,4	0,8	399,7	10,1	6,1	6,4	5,9	0,7	157,1	0,0	11,3
27	27,5	35,8	22,5	66,0	92,9	32,0	96,9	22,5	14,0	0,2	325,5	8,3	5,4	5,4	8,0	1,7	147,2	4,3	7,5
28	25,5	30,9	21,3	78,4	96,8	50,4	96,8	18,8	12,0	-0,4	276,8	4,3	4,0	3,1	8,5	0,9	177,0	60,7	5,0
29	26,0	31,6	21,6	74,3	97,0	40,5	96,9	27,4	18,0	0,4	379,6	8,5	5,9	5,7	5,7	1,1	188,1	0,0	10,3
30	27,1	32,1	22,5	63,4	87,4	38,1	97,1	27,3	16,4	0,5	383,5	10,7	5,9	7,4	7,3	2,0	87,6	0,0	10,5
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	653,7	403,0	0,5	9.513,0	236,0	143,2	159,9	-	-	-	198,6	216,3
MEDIA	25,8	31,3	21,0	67,1	87,5	43,3	97,2	21,8	13,4	0,2	317,1	7,9	4,8	5,3	6,3	1,5	139,0	6,6	7,2
D.P.	2,3	3,1	1,9	13,0	9,4	13,9	0,2	8,0	5,2	0,6	108,3	3,6	1,8	2,3	1,9	0,6	40,8	13,8	4,7
VAR.	5,3	9,6	3,5	169,9	89,1	193,5	0,0	64,1	26,6	0,4	11.733,8	13,2	3,2	5,1	3,6	0,3	1.667,2	190,4	22,1
V.MIN.	22,0	26,1	18,0	44,5	70,9	24,3	96,8	4,9	2,3	-1,3	77,6	1,2	1,2	1,0	3,7	0,1	85,0	0,0	0,0
V.MAX.	30,2	36,3	24,2	88,8	97,1	71,9	97,5	30,8	18,3	1,0	426,8	12,0	6,7	7,8	10,9	2,5	236,7	60,7	12,5
D.Ch.	6																		

D.P.= Desvio Padrão; VAR. = Variância; D.Ch. = Dias de Chuva >= 10 mm; V.MIN = Valor Mínimo.
N= Número de horas de brilho do sol; Eto_TCA e Eto_PN-M = Evapotranspiração por Tanque Classe A e por Penman_Monteith
Evapotranspiração calculada a partir de tempo de varredura de 10 segundos e médias horárias.
Última atualização 01/12/2004 - 23:59:21 Correio eletrônico irriga@agr.feis.unesp.br
Veja os [Gráficos deste Mês](#)

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - UNESP - DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS																			
ÁREA DE ENGENHARIA RURAL - HIDRÁULICA e IRRIGAÇÃO																			
FONE: (0xx18) 3743 -1180 - URL: http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php																			
DADOS CLIMÁTICOS ILHA SOLTEIRA																			
dezembro de 2004																			
Dia	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATIVA DO AR %			Pressão Atm	Rad. Global	Rad. Líquida	Flx de calor	PAR	Ev-TCA	Eto PN-M	Eto-TCA	Velocidade do vento (m/s)		Direção vento	Chuva	Insolação
	-	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima									Mínima	kPa			
1	27,1	32,1	21,5	57,1	77,2	39,3	97,2	25,6	15,2	0,2	353,1	10,5	6,1	7,0	6,8	2,5	77,5	0,0	9,3
2	26,1	33,0	20,7	65,6	89,8	37,0	97,3	27,6	17,1	0,5	388,7	7,1	6,1	4,8	7,0	2,0	84,0	4,3	10,4
3	26,1	32,3	21,3	67,6	82,7	41,1	97,3	25,6	16,2	0,6	373,4	7,7	5,3	5,4	6,4	1,5	81,8	0,0	8,6
4	24,3	26,8	23,4	82,7	87,9	68,8	97,5	18,5	12,6	-0,5	326,2	4,5	4,1	3,2	5,9	0,9	121,5	34,8	-
5	26,8	33,3	22,1	73,2	93,8	43,4	97,5	24,4	15,4	0,7	357,7	6,6	4,9	4,8	4,2	0,5	187,1	0,3	7,8
6	25,6	33,1	21,3	75,8	91,9	45,8	97,2	17,3	10,1	-0,4	250,5	5,9	3,7	4,4	7,3	0,9	188,7	7,6	3,5
7	25,2	31,3	21,2	78,7	95,8	54,9	97,2	22,3	14,1	0,1	327,4	6,6	4,6	4,8	7,8	1,3	174,5	16,0	6,7
8	25,3	32,7	21,8	77,6	94,8	45,7	97,1	22,6	14,3	0,3	331,0	7,1	4,7	5,2	6,9	0,8	173,7	7,9	6,8
9	26,4	31,8	21,6	75,4	95,0	46,9	97,1	23,9	15,6	0,2	352,1	7,4	5,2	5,1	6,9	1,2	191,2	0,0	7,6
10	24,0	29,0	20,9	86,9	96,2	63,3	97,1	16,1	9,9	-0,5	233,2	4,3	3,2	3,4	4,8	0,3	193,7	27,7	2,4
11	24,7	29,8	21,2	73,1	97,1	45,0	97,1	26,4	16,0	0,1	372,8	9,4	5,1	6,8	6,2	1,2	123,8	3,1	9,1
12	24,9	30,7	19,1	63,9	84,5	41,4	97,2	30,8	18,5	0,2	435,4	9,5	6,2	6,6	5,8	1,7	124,8	0,0	12,7
13	26,8	32,4	21,2	54,6	78,1	29,9	97,3	31,3	18,7	0,4	443,9	12,5	6,6	8,2	5,8	1,5	130,7	0,0	12,6
14	28,7	34,4	23,1	46,6	65,8	29,9	97,3	30,5	18,5	0,6	435,7	12,9	7,4	8,2	8,5	1,9	101,7	0,0	12,0
15	28,2	35,2	22,6	56,9	74,9	41,0	97,2	29,0	18,0	0,7	417,5	11,3	6,5	7,9	7,5	1,4	134,9	0,0	10,8
16	28,2	34,1	22,0	63,9	88,0	38,2	97,1	30,2	18,9	0,8	439,4	11,7	6,5	8,2	6,3	1,4	131,7	0,0	11,5
17	26,5	34,6	21,6	72,4	91,3	34,6	97,1	27,9	17,8	0,6	407,1	9,9	5,9	7,0	6,6	0,9	172,7	0,0	10,3
18	26,6	32,9	22,0	74,8	96,0	48,8	97,2	18,3	11,4	0,1	271,0	6,0	3,9	4,3	7,0	0,9	137,7	8,9	3,8
19	25,1	31,2	21,8	83,1	96,6	55,6	97,2	23,0	15,1	-	250,3	6,8	4,8	4,9	6,1	1,4	192,3	4,6	7,0
20	24,5	28,8	21,3	86,8	96,9	66,8	97,2	12,2	7,1	-1,0	136,0	2,1	2,5	1,6	7,9	0,7	218,3	26,2	-
21	24,6	28,8	22,6	86,3	94,2	65,0	97,2	18,1	11,8	0,1	248,5	3,2	3,7	2,5	5,8	1,1	129,6	6,4	4,2
22	22,4	26,3	20,4	88,7	94,9	75,8	97,0	10,1	6,4	-1,1	142,3	1,8	2,4	1,3	8,6	2,8	93,8	10,9	-
23	22,3	27,1	18,8	81,4	94,9	63,0	97,0	13,8	8,2	-0,7	184,4	3,4	2,9	2,6	8,1	0,9	151,9	0,0	1,1
24	26,0	32,0	19,6	72,8	96,7	49,6	96,9	28,8	18,5	0,7	339,6	8,5	5,9	6,1	4,3	0,8	143,6	0,0	10,8
25	26,4	32,8	21,3	74,9	92,9	50,2	97,1	23,7	15,2	0,4	285,5	9,0	5,1	6,2	5,5	1,7	154,0	0,5	7,6
26	22,9	27,8	20,0	89,1	96,7	67,4	97,4	12,4	7,6	-0,9	146,7	2,0	2,6	1,5	11,8	0,8	175,6	26,9	0,1
27	25,3	30,1	22,2	79,4	96,3	50,0	97,4	21,6	13,9	0,4	264,7	4,3	4,3	3,2	2,9	0,5	203,3	1,3	6,0
28	27,2	33,3	21,8	67,0	95,0	36,1	97,3	30,8	20,0	0,7	370,2	9,5	6,5	6,8	3,7	0,7	166,7	0,0	12,5
29	28,3	33,2	21,7	62,5	84,6	47,4	97,4	25,4	15,6	0,4	305,7	9,1	5,6	6,4	6,4	1,2	107,2	0,0	9,0
30	27,6	34,2	22,9	70,5	89,8	42,8	97,4	27,1	17,6	0,8	326,6	9,5	5,8	6,9	3,8	0,9	164,9	0,0	9,6
31	26,3	31,3	21,8	72,0	94,8	48,4	97,5	21,5	13,4	0,1	252,5	7,1	4,6	5,1	3,2	1,2	187,0	8,9	6,6
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,4	9.769,1	226,8	152,3	159,9	-	-	-	196,1	220,4
MEDIA	25,8	31,5	21,4	72,9	90,5	48,8	97,2	23,1	14,5	0,1	315,1	7,3	4,9	5,2	6,3	1,2	149,0	6,3	7,1
D.P.	1,7	2,4	1,1	10,6	7,7	11,9	0,2	6,0	3,8	0,5	88,9	3,1	1,3	2,0	1,8	0,6	38,8	9,8	4,1
VAR.	2,7	5,8	1,1	113,4	60,0	142,0	0,0	36,5	14,5	0,3	7.911,2	9,5	1,8	4,1	3,3	0,3	1.507,8	96,4	16,6
V.MIN.	22,3	26,3	18,8	46,6	65,8	29,9	96,9	10,1	6,4	-1,1	136,0	1,8	2,4	1,3	2,9	0,3	77,5	0,0	0,0
V.MAX.	28,7	35,2	23,4	89,1	97,1	75,8	97,5	31,3	20,0	0,8	443,9	12,9	7,4	8,2	11,8	2,8	218,3	34,8	12,7
D.Ch.	6																		

D.P.= Desvio Padrão; VAR. = Variância; D.Ch. = Dias de Chuva >= 10 mm; V.MIN = Valor Mínimo.
N= Número de horas de brilho do sol; Eto_TCA e Eto_PN-M = Evapotranspiração por Tanque Classe A e por Penman_Monteith
Kp (Bordura, 5 m) = URM <40, Vento<2,03 = 0,6; V>2,03 = 0,55 | URM 40-70, V<2,03 = 0,7; V>2,03 = 0,65 | URM >70, V<2,03 = 0,8; V>2,03 = 0,7.
Última atualização 04/01/05 - 11:35:04 Correio eletrônico irriga@agr.feis.unesp.br
Veja os [Gráficos deste Mês](#)

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - UNESP - DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS

ÁREA DE ENGENHARIA RURAL - HIDRÁULICA e IRRIGAÇÃO

FONE: (0xx18) 3743 -1180 - URL: <http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php>

DADOS CLIMÁTICOS - F.E.P. - POMAR

JANEIRO DE 2005

Dia	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATIVA DO AR %			Pressão Atm	Rad. Global	Rad. líquida	Flx de calor	PAR	Ev-TCA	Eto-PN-M	Eto-TCA	Velocidade do vento (m/s)		Direção vento	Chuva	Insolação
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima									kPa	MJ/m2.dia			
1	27,7	33,7	23,6	73,2	95,6	42,8	97,3	25,4	16,4	0,5	318,8	9,7	5,6	6,8	6,8	1,0	123,3	0,0	8,8
2	27,5	33,0	23,2	71,4	89,6	47,7	97,3	28,0	18,2	0,7	358,1	9,8	6,0	7,0	6,2	1,5	111,0	0,0	11,2
3	24,0	26,0	22,7	85,3	92,3	71,0	97,3	8,3	4,3	-0,9	111,4	2,0	1,9	1,5	5,4	1,4	169,8	2,0	0,0
4	22,7	25,2	20,8	94,8	97,6	81,0	97,1	5,0	2,9	-1,6	65,6	1,2	1,3	0,9	7,3	0,9	179,6	73,2	0,0
5	23,4	28,3	19,8	90,3	96,8	70,8	97,1	11,6	7,1	-0,4	157,3	8,6	2,3	6,9	6,7	1,1	212,5	26,9	0,0
6	23,5	29,5	20,4	89,1	97,6	61,4	97,2	17,0	11,3	-0,5	233,7	4,5	3,5	3,5	4,9	0,6	136,8	54,6	2,2
7	27,3	33,6	22,2	78,2	96,8	48,1	97,3	25,8	17,5	1,2	331,4	6,9	5,3	4,5	4,0	0,5	175,1	0,0	9,1
8	26,8	33,2	21,1	81,3	94,5	52,2	97,2	18,9	12,1	0,6	245,7	6,3	3,9	4,8	7,9	0,8	160,5	7,1	3,7
9	26,0	31,1	22,0	81,3	96,4	56,5	97,1	24,4	16,2	0,7	341,7	6,3	4,9	4,7	4,4	1,0	167,5	8,4	8,1
10	25,9	32,1	23,0	82,6	95,0	52,7	97,1	20,9	13,8	0,4	326,2	6,2	4,3	4,6	5,3	1,1	211,1	2,8	5,7
11	26,0	32,2	22,9	82,0	94,7	54,0	97,1	9,3	6,9	0,1	242,2	6,0	2,4	4,6	5,4	1,3	196,1	0,3	0,0
12	25,3	29,8	22,6	87,1	97,1	66,5	97,2	17,5	11,6	-0,2	187,6	4,8	3,6	3,8	4,3	0,7	176,2	12,7	3,1
13	26,6	32,3	23,1	82,4	96,4	53,1	97,2	9,3	6,9	-0,2	238,4	4,2	2,3	3,1	5,6	0,4	128,2	0,3	0,0
14	28,7	33,3	23,8	69,5	90,8	49,3	97,2	13,9	9,5	1,4	368,8	9,9	3,3	7,2	3,9	1,3	116,5	0,0	0,0
15	28,8	34,3	24,3	74,4	92,8	47,7	97,2	12,7	8,9	1,5	337,8	8,0	2,3	5,6	4,1	0,8	213,7	0,0	0,0
16	25,9	32,5	22,6	88,7	96,6	59,3	97,2	5,7	4,8	1,3	149,6	0,9	1,2	0,7	6,1	0,8	193,5	22,4	0,0
17	25,4	31,5	22,3	88,2	97,2	61,1	97,2	6,9	5,5	1,0	174,9	2,1	1,5	1,6	8,2	0,7	184,1	8,1	0,0
18	25,6	31,3	22,4	85,9	97,4	60,0	96,8	10,2	7,5	-0,3	253,3	3,4	2,5	2,6	4,5	0,9	172,1	25,2	0,0
19	25,1	29,6	22,5	87,9	97,6	66,7	96,6	6,4	5,2	-0,4	166,0	2,3	1,9	1,8	4,6	1,3	206,5	2,0	0,0
20	25,0	30,4	23,2	86,2	95,9	60,6	96,6	6,5	5,3	1,0	167,8	2,8	1,6	2,1	5,8	1,6	238,4	6,1	0,0
21	25,1	30,4	23,3	86,5	93,7	66,3	97,7	7,0	5,6	0,0	185,1	1,7	1,9	1,2	5,1	1,4	194,1	2,8	0,0
22	26,9	31,3	23,5	75,2	90,9	59,3	97,2	10,7	7,7	0,0	280,0	6,9	3,0	5,0	4,6	1,5	164,5	0,0	0,0
23	27,2	32,7	22,4	76,7	95,7	50,7	97,1	13,1	9,1	0,1	347,7	6,5	3,1	4,8	4,5	0,8	196,4	6,6	0,0
24	26,8	32,4	23,9	79,6	94,2	53,0	96,9	11,6	8,3	1,9	313,3	9,0	2,4	6,5	5,0	1,2	214,0	0,0	0,0
25	26,7	32,7	23,0	79,8	95,6	52,4	96,7	10,6	7,7	-0,1	276,5	9,4	2,9	7,0	5,5	1,7	250,8	3,3	0,0
26	23,6	25,8	22,2	91,5	96,8	84,1	97,0	7,1	4,9	-1,1	106,4	0,8	1,9	0,5	6,9	1,9	81,4	15,2	0,0
27	23,5	28,7	19,8	83,4	91,0	67,6	97,2	16,2	10,8	-0,4	215,9	3,8	3,5	2,9	6,5	2,0	91,9	1,8	1,5
28	24,7	30,4	22,1	87,8	96,4	60,4	97,2	16,9	12,4	0,0	232,9	3,8	3,8	2,9	5,8	1,3	123,0	14,5	1,8
29	24,9	30,3	21,6	85,6	95,5	60,4	97,0	16,3	11,1	0,2	216,1	3,5	3,4	2,7	4,0	0,8	127,2	2,5	1,2
30	25,9	32,6	22,7	83,1	95,8	48,1	96,9	21,5	16,1	0,6	266,7	5,2	5,0	3,9	6,4	0,9	105,5	1,8	5,3
31	27,3	32,3	23,6	76,1	92,7	51,4	97,0	22,1	16,9	0,5	273,4	7,6	5,4	5,5	4,5	1,2	119,7	0,0	6,2
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	436,6	302,0	0,5	7.490,3	163,4	97,9	121,2	-	-	-	300,5	67,9
MEDIA	25,8	31,0	22,5	82,7	95,1	58,6	97,1	14,1	9,7	0,2	241,6	5,3	3,2	3,9	5,5	1,1	165,8	9,7	2,2
D.P.	1,6	2,3	1,1	6,2	2,3	9,8	0,2	6,7	4,4	0,8	80,8	2,8	1,4	2,1	1,2	0,4	44,1	16,5	3,3
VAR.	2,5	5,5	1,3	38,4	5,2	95,4	0,1	44,8	19,6	0,6	6.534,9	8,1	1,9	4,2	1,4	0,2	1.946,5	273,4	11,2
V.MIN.	22,7	25,2	19,8	69,5	89,6	42,8	96,6	5,0	2,9	-1,6	65,6	0,8	1,2	0,5	3,9	0,4	81,4	0,0	0,0
V.MAX.	28,8	34,3	24,3	94,8	97,6	84,1	97,7	28,0	18,2	1,9	368,8	9,9	6,0	7,2	8,2	2,0	250,8	73,2	11,2
D.Ch.	8																		

D.P.= Desvio Padrão; VAR. = Variância; D.Ch. = Dias de Chuva >= 10 mm; V.MIN = Valor Mínimo.
N= Número de horas de brilho do sol; Eto_TCA e Eto_PN-M = Evapotranspiração por Tanque Classe A e por Penman_Monteith
Evapotranspiração calculada a partir de tempo de varredura de 10 segundos e médias horárias.
Última atualização 01/02/2005 - 23:53:23 Correio eletrônico irriga@agr.feis.unesp.br
Veja os [Gráficos deste Mês](#)

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - UNESP - DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS

ÁREA DE ENGENHARIA RURAL - HIDRÁULICA e IRRIGAÇÃO

FONE: (0xx18) 3743 -1180 - URL: <http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php>

DADOS CLIMÁTICOS ILHA SOLTEIRA

fevereiro de 2005

Dia	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATIVA DO AR %			Pressão Atm	Rad. Global	Rad. Líquida	Flx de calor	PAR	Ev-TCA	ET _o PN-M	ET _o -TCA	Velocidade do vento (m/s)		Direção vento	Chuva	Insolação
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima									kPa	MJ/m2.dia			
1	26,1	31,7	21,1	67,1	91,3	32,3	96,8	25,9	18,6	0,1	318,8	9,3	6,3	6,5	6,7	1,7	113,7	0,0	9,7
2	26,1	31,6	21,2	70,9	87,0	34,1	97,4	25,6	15,8	1,1	321,1	6,1	5,1	5,1	6,7	1,8	112,0	0,0	9,8
3	25,7	30,5	21,3	77,0	94,0	52,7	97,4	24,6	15,5	0,9	323,6	5,7	4,8	4,1	5,7	1,7	108,5	0,0	9,0
4	26,3	31,5	22,1	80,6	96,1	54,3	97,4	23,1	14,9	0,9	320,2	5,9	4,5	4,6	6,0	1,7	119,4	1,8	7,9
5	26,6	32,4	22,4	75,6	90,8	52,4	97,6	24,4	15,4	0,5	325,2	8,0	5,2	5,7	4,9	1,4	112,9	0,0	8,8
6	25,6	30,4	22,2	79,6	95,7	60,3	97,6	15,4	8,9	-0,2	206,3	5,0	3,2	3,7	5,2	1,2	134,9	0,8	1,5
7	26,0	32,3	19,7	63,4	77,5	44,9	97,4	26,5	15,9	0,2	360,4	10,4	6,1	7,1	7,3	2,5	103,9	0,0	9,4
8	26,2	32,3	19,8	58,3	77,9	34,8	97,4	27,8	16,0	0,2	369,7	10,8	6,5	7,1	6,3	2,5	88,0	0,0	11,1
9	26,1	32,4	20,0	54,0	75,3	30,2	97,3	29,5	16,9	0,2	391,4	11,2	6,7	7,3	6,3	2,5	89,8	0,0	12,3
10	26,5	33,0	20,2	50,1	76,7	24,1	97,1	29,1	16,5	0,2	381,7	9,9	6,3	6,3	4,0	1,3	134,2	0,0	11,4
11	20,1	28,9	12,8	51,1	79,3	26,2	98,2	19,2	8,1	-	272,9	8,4	4,1	5,1	6,4	2,3	77,1	0,0	9,7
12	21,0	28,6	14,9	48,1	71,3	27,8	98,2	18,5	7,9	0,1	261,6	8,5	4,0	5,3	5,6	2,1	75,7	0,0	8,7
13	21,6	29,7	12,4	48,4	84,9	23,1	98,1	18,6	8,3	0,1	267,9	7,2	3,8	4,6	4,9	1,3	115,4	0,0	9,0
14	25,9	33,5	19,6	64,9	94,8	27,1	98,1	25,8	16,0	0,9	266,1	9,6	6,3	5,9	4,3	1,1	165,3	0,0	9,7
15	27,1	33,5	20,2	59,4	91,7	36,3	98,1	25,5	15,3	0,8	318,5	8,8	5,0	6,1	4,3	0,7	139,8	0,0	9,5
16	28,9	34,9	21,9	55,2	85,4	31,0	98,1	25,1	15,1	0,7	371,7	11,5	5,4	7,5	4,9	1,1	139,1	0,0	9,2
17	29,6	36,5	22,2	54,0	89,9	25,3	98,2	25,8	15,5	0,2	371,2	10,3	5,6	6,6	4,1	0,8	122,2	0,0	9,7
18	29,6	36,5	22,8	61,5	90,9	26,4	98,1	25,4	15,7	0,1	368,5	10,1	5,5	6,6	4,9	0,8	169,3	0,0	9,4
19	29,3	36,4	23,4	62,7	86,1	34,1	98,1	25,3	15,7	0,1	321,8	8,4	5,3	5,7	3,1	0,5	157,4	0,0	9,3
20	30,3	37,1	24,8	59,2	83,3	29,2	98,0	25,6	15,8	0,1	319,2	10,1	5,9	6,7	4,8	1,2	126,2	0,0	9,5
21	29,5	35,6	23,0	50,9	79,0	25,6	98,0	25,9	15,3	0,1	359,2	10,2	6,2	6,6	4,7	1,6	101,4	0,0	9,7
22	29,2	35,6	23,0	45,4	79,0	25,6	97,0	25,6	14,8	0,2	367,4	11,3	5,8	7,2	4,2	1,1	116,9	0,0	9,5
23	29,3	37,6	21,8	50,2	95,0	24,2	97,1	26,9	15,8	-	375,5	8,2	5,8	5,8	4,7	0,8	121,2	0,0	9,6
24	31,2	37,8	24,0	52,0	84,2	23,8	97,3	26,2	15,8	0,1	359,6	11,6	6,0	7,2	5,1	1,1	120,6	0,0	9,9
25	31,1	38,3	24,3	53,1	85,5	26,6	97,1	26,1	15,1	0,4	307,6	10,2	4,2	6,5	4,2	0,9	143,4	0,0	9,5
26	28,1	34,6	23,9	63,5	83,1	36,8	97,1	25,3	15,1	-0,2	263,9	9,2	4,3	6,1	7,1	1,4	215,6	0,0	9,7
27	26,8	32,3	23,1	74,0	88,8	49,5	97,1	21,2	13,2	-0,7	188,3	3,8	2,2	2,8	3,7	0,9	189,7	0,0	9,1
28	27,7	33,6	23,5	71,8	88,9	43,8	97,2	22,1	14,4	0,3	279,7	7,8	2,7	5,5	6,1	1,0	171,8	0,0	9,5
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,3	8.959,0	247,1	142,6	165,3	-	-	-	2,5	261,1
MEDIA	27,1	33,5	21,1	60,8	85,8	34,4	97,6	24,5	14,5	0,3	320,0	8,8	5,1	5,9	5,2	1,4	128,0	0,1	9,3
D.P.	2,8	2,8	3,1	10,4	6,9	10,9	0,5	3,3	2,8	0,4	52,9	2,1	1,2	1,2	1,1	0,6	32,9	0,4	1,7
VAR.	7,7	7,6	9,7	109,0	47,3	118,4	0,2	10,6	7,6	0,2	2.799,1	4,3	1,4	1,4	1,2	0,3	1.080,8	0,1	3,0
V.MIN.	20,1	28,6	12,4	45,4	71,3	23,1	96,8	15,4	7,9	-0,7	188,3	3,8	2,2	2,8	3,1	0,5	75,7	0,0	1,5
V.MAX.	31,2	38,3	24,8	80,6	96,1	60,3	98,2	29,5	18,6	1,1	391,4	11,6	6,7	7,5	7,3	2,5	215,6	1,8	12,3
D.Ch.	0																		

D.P.= Desvio Padrão; VAR. = Variância; D.Ch. = Dias de Chuva >= 10 mm; V.MIN = Valor Mínimo.
N= Número de horas de brilho do sol; Eto_TCA e Eto_PN-M = Evapotranspiração por Tanque Classe A e por Penman_Monteith
Kp (Bordura, 5 m) = URM <40, Vento<2,03 = 0,6; V>2,03 = 0,55 | URM 40-70, V<2,03 = 0,7; V>2,03 = 0,65 | URM >70, V<2,03 = 0,8; V>2,03 = 0,7.
Última atualização 15/03/05 - 13:02:47 Correio eletrônico irriga@agr.feis.unesp.br
Veja os [Gráficos deste Mês](#)

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - UNESP - DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS																				
ÁREA DE ENGENHARIA RURAL - HIDRÁULICA e IRRIGAÇÃO																				
FONE: (0xx18) 3743 -1180 - URL: http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php																				
DADOS CLIMÁTICOS - F.E.P. - POMAR																				
MARÇO DE 2005																				
Dia	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATIVA DO AR %			Pressão Atm	Rad. Global	Rad. líquida	Flx de calor	PAR	Ev-TCA	ETo PN-M	ETo-TCA	Velocidade do vento (m/s)		Direção vento	Chuva	Insolação	
	-	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima									Mínima	kPa				MJ/m2.dia
1	28,9	34,4	23,5	64,0	90,4	40,9	97,2	23,9	14,4	0,8	312,0	9,3	4,9	6,5	5,7	1,2	119,4	0,0	9,7	
2	28,3	32,3	24,8	66,8	83,1	48,1	97,3	20,4	12,3	0,2	95,3	2,9	2,1	2,1	5,2	1,6	93,8	0,3	8,1	
3	26,3	31,1	22,6	67,3	83,4	46,6	97,5	20,6	12,8	0,0	274,1	8,6	4,1	6,0	5,8	2,1	85,3	0,0	8,6	
4	26,5	32,1	20,7	63,1	85,4	33,2	97,5	23,4	12,1	0,1	342,7	9,3	4,8	6,3	5,3	1,7	106,7	0,0	8,8	
5	26,8	33,0	20,6	56,1	85,8	27,6	97,6	28,0	14,9	0,3	408,9	11,8	6,0	7,3	6,0	2,1	99,4	0,0	12,4	
6	26,8	33,8	20,9	54,4	80,4	29,0	97,4	24,1	12,1	0,1	351,4	10,6	5,1	7,0	5,6	1,8	113,2	0,0	9,6	
7	28,7	35,9	22,0	48,0	78,9	24,7	97,2	26,4	14,4	0,4	387,7	11,3	6,1	7,2	4,9	1,6	103,4	0,0	11,5	
8	29,8	36,5	24,0	51,5	76,0	29,2	97,2	23,8	13,4	0,4	353,5	10,1	5,7	6,3	4,7	1,5	125,8	0,0	9,0	
9	29,2	37,4	21,8	57,4	92,5	22,3	97,1	26,5	15,4	0,5	389,7	10,3	5,9	6,4	4,3	0,8	153,8	0,0	11,5	
10	30,5	37,1	22,4	53,4	85,2	29,3	97,0	25,9	14,9	0,6	384,4	11,0	6,0	7,0	4,9	1,1	126,7	0,0	10,7	
11	30,5	37,5	24,5	57,8	81,1	29,2	97,2	25,5	14,8	0,6	382,0	8,5	5,8	5,4	4,5	0,9	140,5	0,0	10,5	
12	31,0	37,5	24,6	57,7	86,6	31,8	97,0	23,0	13,5	0,5	348,1	9,7	5,4	6,4	5,3	0,9	145,5	0,0	8,9	
13	31,1	37,0	25,5	58,7	89,4	35,7	96,9	24,0	14,4	0,5	363,8	12,6	5,8	8,4	6,0	1,5	201,4	0,8	9,1	
14	25,4	32,8	21,2	85,6	96,7	52,0	96,9	16,9	11,5	-1,0	264,4	4,0	4,1	2,9	8,5	1,1	187,6	63,0	4,9	
15	24,9	28,8	22,8	89,0	96,3	67,2	97,0	10,6	6,6	-0,5	133,7	1,4	2,3	1,1	4,6	0,5	180,8	1,8	0,0	
16	25,7	30,2	22,9	83,4	95,3	58,4	97,2	17,6	12,1	0,0	261,0	5,8	4,0	4,3	5,2	1,2	195,6	0,5	5,3	
17	27,8	34,5	23,2	72,3	91,3	36,5	97,3	22,6	15,5	0,4	332,9	7,2	5,2	5,3	4,6	0,9	162,5	0,0	8,2	
18	27,7	34,0	23,1	70,5	91,8	37,9	97,3	23,7	16,2	0,4	344,3	8,7	5,5	6,3	6,6	0,8	212,6	0,3	9,6	
19	26,4	33,0	21,9	72,4	91,5	40,7	97,3	22,3	14,9	0,0	324,5	8,0	5,2	5,7	5,7	1,0	171,3	0,0	8,5	
20	25,9	29,8	23,8	77,7	90,0	58,0	97,3	16,4	10,6	-0,3	241,7	5,4	3,7	4,1	5,0	1,3	130,0	0,0	4,5	
21	24,6	26,7	22,8	82,5	94,4	71,4	97,4	8,9	5,5	-0,8	131,0	3,0	2,2	2,3	6,6	1,6	141,0	1,8	0,0	
22	25,6	30,9	22,5	84,4	93,8	59,7	97,4	19,8	13,7	0,1	284,4	3,7	4,3	2,8	5,2	1,1	149,0	11,2	6,7	
23	25,8	31,5	23,0	83,2	94,9	51,5	97,6	16,1	10,4	-0,1	223,4	4,7	3,4	3,7	4,1	0,6	188,5	0,0	3,5	
24	24,1	28,3	21,5	87,2	96,1	66,6	97,6	10,9	6,5	-0,7	154,7	1,8	2,3	1,4	5,8	0,6	180,7	16,3	0,4	
25	26,0	31,1	22,2	78,3	91,3	55,6	97,5	16,1	10,6	-0,1	223,7	5,2	3,6	3,8	4,3	1,2	83,7	0,0	4,0	
26	25,8	31,0	21,6	71,6	87,5	52,2	97,4	22,7	15,0	0,1	317,6	8,4	5,1	6,1	5,5	1,7	86,4	0,0	8,6	
27	25,6	32,0	20,3	67,0	85,0	36,1	97,4	23,8	14,6	-0,1	325,3	7,9	5,3	5,6	5,7	1,5	98,5	0,0	8,7	
28	26,5	33,1	19,7	65,2	89,9	37,2	97,3	24,6	15,4	0,1	334,9	7,7	5,5	5,4	4,4	1,1	109,6	0,0	9,6	
29	27,9	33,0	22,5	65,5	78,9	45,9	97,2	23,6	15,3	0,3	325,9	8,5	5,6	6,0	5,3	1,7	80,0	0,0	8,9	
30	28,1	32,6	24,0	68,6	88,2	48,9	97,4	20,2	12,8	0,3	275,4	7,7	4,5	5,5	3,9	0,9	92,2	0,0	6,3	
31	28,5	33,5	24,1	64,1	80,5	46,1	97,4	22,2	14,4	0,2	307,7	8,2	5,3	5,8	4,7	1,5	76,5	0,0	8,3	
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	654,3	401,0	0,2	9.200,1	233,4	144,4	160,2	-	-	-	95,8	234,4	
MEDIA	27,3	33,0	22,6	68,5	88,1	43,5	97,3	21,1	12,9	0,1	296,8	7,5	4,7	5,2	5,3	1,3	133,6	3,1	7,6	
D.P.	2,0	2,8	1,4	11,6	5,8	13,4	0,2	4,8	2,7	0,4	81,7	3,0	1,2	1,8	0,9	0,4	40,8	11,6	3,3	
VAR.	3,8	7,9	2,0	133,8	33,9	178,9	0,0	23,3	7,5	0,2	6.671,6	9,1	1,5	3,4	0,8	0,2	1.667,9	135,6	10,8	
V.MIN.	24,1	26,7	19,7	48,0	76,0	22,3	96,9	8,9	5,5	-1,0	95,3	1,4	2,1	1,1	3,9	0,5	76,5	0,0	0,0	
V.MAX.	31,1	37,5	25,5	89,0	96,7	71,4	97,6	28,0	16,2	0,8	408,9	12,6	6,1	8,4	8,5	2,1	212,6	63,0	12,4	
D.Ch.	3																			

D.P.= Desvio Padrão; VAR. = Variância; D.Ch. = Dias de Chuva >= 10 mm; V.MIN = Valor Mínimo.
N= Número de horas de brilho do sol; Eto_TCA e Eto_PN-M = Evapotranspiração por Tanque Classe A e por Penman_Monteith
Evapotranspiração calculada a partir de tempo de varredura de 10 segundos e médias horárias.
Última atualização 01/04/2005 - 23:56:36 Correio eletrônico irriga@agr.feis.unesp.br
Veja os [Gráficos deste Mês](#)

ANEXO III – Resultados dos parâmetros de qualidade da água

DATAS	T (C°)			pH			Turb (uT)			Cor (uH)		
	LAG.	PEDR.	IPÊ	LAG.	PEDR.	IPÊ	LAG.	PEDR.	IPÊ	LAG.	PEDR.	IPÊ
10/07/04	24,80	21,95	24,70	6,15	7,01	6,43	5,55	3,10	12,50	66,00	24,00	112,00
24/07/07	25,10	22,40	25,00	7,10	6,94	6,98	6,45	1,46	20,80	84,00	34,00	134,00
07/08/04	26,20	23,70	25,40	6,77	6,82	6,02	29,30	2,60	57,00	65,00	20,00	173,00
21/08/04	25,80	24,40	25,20	6,62	6,73	6,84	4,82	1,03	30,00	101,00	21,40	142,00
04/09/04	25,10	25,40	24,70	6,55	6,61	7,10	4,75	0,88	9,40	113,00	23,00	108,00
18/09/04	27,59	26,72	26,88	6,84	6,80	6,97	5,57	1,65	8,42	126,48	41,82	107,61
02/10/04	29,00	27,00	28,00	6,86	6,73	6,57	6,17	2,36	7,11	135,00	59,00	103,00
16/10/04	26,10	25,60	26,20	7,44	6,60	6,61	5,20	2,64	4,10	89,00	34,00	64,00
30/10/04	27,38	27,66	27,88	6,40	6,12	6,18	7,08	3,18	6,22	78,00	26,20	44,00
13/11/04	28,80	29,80	29,70	5,50	5,77	5,78	3,82	1,11	4,30	71,00	21,00	26,00
27/11/04	29,90	29,00	30,20	7,81	8,15	6,06	21,80	6,23	14,00	91,00	84,00	76,00
11/12/04	31,00	29,80	30,60	6,39	7,01	5,78	14,02	5,22	8,33	74,00	58,00	63,00
25/12/04	32,50	31,20	31,40	5,11	6,17	5,75	2,96	2,65	4,77	65,00	46,00	53,00
08/01/05	29,00	29,90	30,80	5,28	5,34	5,18	5,11	2,74	3,46	89,00	60,00	61,00
22/01/05	30,40	29,15	31,25	6,65	6,80	6,52	3,62	2,63	3,39	66,33	52,00	34,00
05/02/05	32,80	28,40	31,90	7,94	8,34	7,96	2,24	2,65	3,05	40,00	24,00	15,00
19/02/05	32,00	29,10	32,00	6,88	6,89	6,44	2,10	1,90	3,88	76,00	20,00	22,00
05/03/05	32,20	29,40	32,30	5,88	5,61	5,10	1,80	1,11	4,80	105,00	11,00	38,00
19/03/05	31,70	28,40	31,70	5,76	5,87	6,12	2,58	1,49	6,14	68,00	36,00	94,00

DATAS	SS (mg/l)			ST (mg/l)			SD (mg/l)			CF (NMP/100ml)		
	LAG.	PEDR.	IPÊ	LAG.	PEDR.	IPÊ	LAG.	PEDR.	IPÊ	LAG.	PEDR.	IPÊ
10/07/04	32,00	20,00	24,00	60,00	120,00	62,02	28,00	100,00	38,02	0,00	100,00	100,00
24/07/07	26,00	38,00	24,83	40,00	140,00	80,00	14,00	102,00	55,17	0,00	0,00	0,00
07/08/04	27,06	33,81	27,30	195,00	195,00	230,00	167,94	161,19	202,70	0,00	500,00	200,00
21/08/04	34,00	55,00	33,00	140,00	155,00	210,00	106,00	100,00	177,00	700,00	100,00	400,00
04/09/04	38,00	61,00	43,00	88,00	138,00	70,00	50,00	77,00	27,00	600,00	100,00	300,00
18/09/04	64,00	76,00	70,00	90,00	194,00	96,00	26,00	118,00	26,00	800,00	100,00	300,00
02/10/04	87,00	88,00	94,00	90,00	242,00	118,00	3,00	154,00	24,00	1.000,00	0,00	300,00
16/10/04	25,13	28,15	27,50	77,40	85,02	61,25	52,28	56,86	33,75	100,00	600,00	100,00
30/10/04	14,00	15,00	15,00	72,00	108,00	66,00	58,00	93,00	51,00	200,00	300,00	100,00
13/11/04	3,00	4,00	2,00	64,00	138,00	66,00	61,00	134,00	64,00	300,00	100,00	100,00
27/11/04	470,00	474,00	486,00	516,00	1.058,00	1.028,00	46,00	584,00	542,00	100,00	700,00	300,00
11/12/04	234,00	256,00	314,00	280,00	578,00	604,00	46,00	322,00	290,00	200,00	600,00	300,00
25/12/04	4,00	2,00	3,00	54,00	116,00	66,00	50,00	114,00	63,00	0,00	700,00	300,00
08/01/05	8,00	17,00	29,00	300,00	384,00	344,00	292,00	367,00	315,00	700,00	100,00	0,00
22/01/05	6,00	16,00	20,00	180,00	258,00	210,00	500,00	100,00	500,00	500,00	100,00	500,00
05/02/05	3,00	7,00	7,00	66,00	142,00	86,00	63,00	135,00	79,00	0,00	0,00	0,00
19/02/05	11,00	10,00	19,00	66,00	142,00	86,00	300,00	1.000,00	100,00	300,00	1.000,00	100,00
05/03/05	16,00	13,00	34,00	26,00	152,00	98,00	10,00	139,00	64,00	0,00	3.200,00	100,00
19/03/05	12,00	15,00	25,00	14,00	144,00	46,00	2,00	129,00	21,00	0,00	0,00	0,00

DATAS	CT (NMP/100ml)			OD (mg/l)			DBO (mg/l)			DQO (mg/l)		
	LAG.	PEDR.	IPÉ	LAG.	PEDR.	IPÉ	LAG.	PEDR.	IPÉ	LAG.	PEDR.	IPÉ
10/07/04	600,00	1.100,00	1.300,00	6,91	6,48	6,65	0,83	1,10	1,11	26,00	8,00	8,00
24/07/07	300,00	600,00	2.600,00	5,45	4,40	5,15	2,78	0,31	0,46	31,00	13,00	10,00
07/08/04	1.100,00	1.200,00	700,00	5,62	7,56	6,96	0,19	2,18	1,22	24,00	20,00	21,00
21/08/04	1.000,00	600,00	1.500,00	6,49	5,36	5,55	5,09	2,78	1,62	18,00	13,00	11,00
04/09/04	1.200,00	300,00	1.300,00	7,66	7,01	7,19	5,63	3,52	2,39	1,00	4,00	3,00
18/09/04	1.200,00	400,00	900,00	7,42	6,98	7,33	3,61	2,81	1,39	10,71	7,65	9,69
02/10/04	1.200,00	500,00	500,00	6,88	6,67	7,19	1,45	1,99	0,31	20,00	11,00	16,00
16/10/04	2.100,00	400,00	1.500,00	7,73	7,18	7,17	2,69	1,14	1,02	11,00	7,00	5,00
30/10/04	1.200,00	200,00	800,00	8,47	6,58	8,85	1,99	0,78	1,31	33,00	7,00	13,00
13/11/04	400,00	100,00	100,00	8,82	7,03	8,75	1,42	0,30	1,42	58,00	5,00	27,00
27/11/04	1.200,00	800,00	300,00	7,54	6,73	7,48	2,29	0,34	1,00	1,00	9,00	1,00
11/12/04	900,00	800,00	200,00	7,42	6,55	7,33	2,47	0,88	0,13	42,00	28,00	2,00
25/12/04	800,00	500,00	200,00	7,56	7,14	7,10	2,71	1,01	0,83	66,00	44,00	2,00
08/01/05	2.700,00	400,00	700,00	7,20	5,16	7,25	0,21	0,15	0,15	31,00	29,00	25,00
22/01/05	1.200,00	400,00	0,00	6,35	4,26	6,81	0,31	0,25	0,38	32,00	16,00	10,00
05/02/05	300,00	400,00	1.500,00	5,95	3,63	6,33	0,39	0,42	0,52	31,00	10,00	7,00
19/02/05	300,00	200,00	500,00	6,70	4,80	7,10	1,31	0,79	1,23	26,20	6,88	6,39
05/03/05	300,00	100,00	100,00	7,68	5,53	7,95	2,32	1,15	1,84	20,00	14,00	13,00
19/03/05	800,00	800,00	600,00	6,14	5,66	6,87	0,69	2,59	1,09	17,00	5,00	12,00

DATAS	P (mg/l)			Fe (mg/l)			N (mg/l)			Q (m ³ /s)		
	LAG.	PEDR.	IPÉ	LAG.	PEDR.	IPÉ	LAG.	PEDR.	IPÉ	LAG.	PEDR.	IPÉ
10/07/04	0,16	0,32	0,21	0,11	0,26	0,57	0,90	1,50	0,70	0,06	0,05	0,04
24/07/07	0,21	0,26	0,56	0,13	0,09	0,58	0,70	1,00	2,40	0,06	0,05	0,04
07/08/04	0,23	0,36	0,23	0,09	0,19	1,55	0,40	0,60	0,50	0,05	0,04	0,03
21/08/04	0,23	0,40	0,19	0,14	0,20	0,97	0,54	0,42	0,31	0,05	0,04	0,03
04/09/04	0,24	0,65	0,15	0,29	0,23	0,83	0,80	0,30	0,20	0,05	0,04	0,04
18/09/04	0,19	0,54	0,31	0,38	0,72	0,86	0,77	0,15	0,10	0,05	0,04	0,04
02/10/04	0,14	0,42	0,47	0,46	1,18	0,86	0,70	0,00	0,00	0,06	0,04	0,04
16/10/04	0,19	0,37	0,10	0,14	0,46	0,47	0,01	0,02	0,20	0,06	0,04	0,04
30/10/04	0,20	0,23	0,09	0,15	0,35	0,49	0,08	0,05	0,23	0,06	0,04	0,04
13/11/04	0,26	0,14	0,11	0,24	0,36	0,49	0,10	0,10	0,30	0,09	0,04	0,04
27/11/04	0,13	0,15	0,22	0,27	0,09	0,77	0,60	0,80	0,90	0,11	0,04	0,04
11/12/04	0,14	0,17	0,12	0,25	0,12	0,48	0,89	0,09	0,09	0,11	0,04	0,06
25/12/04	0,15	0,20	0,09	0,21	0,16	0,33	1,20	0,10	1,00	0,11	0,04	0,07
08/01/05	0,24	0,36	0,12	0,28	0,24	0,43	1,40	0,80	0,70	0,16	0,05	0,09
22/01/05	0,18	0,26	0,12	0,18	0,12	0,22	1,00	0,62	0,44	0,11	0,03	0,06
05/02/05	0,14	0,13	0,12	0,02	0,03	0,08	0,40	0,50	0,10	0,07	0,01	0,02
19/02/05	0,13	0,11	0,11	0,08	0,12	0,16	0,58	0,52	0,16	0,08	0,01	0,03
05/03/05	0,13	0,11	0,10	0,12	0,17	0,19	0,70	0,60	0,20	0,09	0,02	0,03
19/03/05	0,12	0,13	0,19	0,21	0,35	0,50	0,09	0,10	0,10	0,10	0,03	0,05