

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE UM TRECHO DO
CÓRREGO BONIFÁCIO, APA JUNDIAÍ- SP**

LUCIA HELENA ROMITELLI

CAMPINAS –SP
AGOSTO DE 2006

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE UM TRECHO DO
CÓRREGO BONIFÁCIO, APA JUNDIAÍ- SP**

Dissertação de Mestrado submetida à
banca examinadora para obtenção do título de
Mestre em Engenharia Agrícola,
na área de concentração em Água e Solo

LUCIA HELENA ROMITELLI

Orientador: Prof. Dr. José Euclides Stipp Paterniani

CAMPINAS –SP
AGOSTO DE 2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE -
UNICAMP

R664d Romitelli, Lucia Helena
Diagnóstico ambiental de um trecho do córrego
Bonifácio, APA Jundiá – SP / Lucia Helena Romitelli. -
-Campinas, SP: [s.n.], 2006.

Orientador: José Euclides Stipp Paterniani
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Bacias hidrográficas. 2. Água - Qualidade. 3.
Água na agricultura. I. Paterniani, José Euclides Stipp.
II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Agrícola. III. Título.

Título em Inglês: Environmental assessment of a stretch of the Bonifácio creek,
Jundiá environmental protection area, SP

Palavras-chave em Inglês: Watershed, Bonifacio creek, water quality and
quantity

Área de concentração: Água e Solo

Titulação: Mestre em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: Denis Miguel Roston, Carlos Eduardo Matheus

Data da defesa: 22/08/2006

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Agrícola

**O único parâmetro que realmente mede
o desenvolvimento de um povo
é o seu grau de felicidade.
Samuel Murgel Branco.**

DEDICATÓRIA

Ao meu filho Olavo Neto,
Aos meus pais Olavo e Anadir (*in memoriam*),
Às minhas irmãs Ana Luiza e Maria Silvia,
Aos meus alunos.

AGRADECIMENTOS

A Deus;

Ao Centro Paula Souza;

A todos meus amigos da ETE Benedito Storani; em especial a Renata, pela paciência com os ensinamentos sobre computador;

Ao Eduardo Alvarez, por ser meu “irmão”;

Ao Toninho e Jerre, porque sem eles não haveria dados;

À Angélica pela valiosa colaboração;

Aos professores, direção e Comissão de Pós-Graduação da FEAGRI;

Aos professores Carlos Roberto Espíndola , Rogério Stacciarini e Paulo Romera , pelo incentivo.

SUMÁRIO

RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1 IMPLICAÇÕES LEGAIS	5
3.2 GESTÃO	6
3.3 AGRICULTURA E VALORAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	7
3.4 CICLO HIDROLÓGICO E BACIA HIDROGRÁFICA	9
3.5 QUALIDADE E QUANTIDADE DE ÁGUA	11
3.5.1. Indicadores de qualidade da água	12
3.5.2. Parâmetros de qualidade da água	16
3.5.3. Quantidade de água	23
3.5.4. Qualidade de água do Rio Jundiá	24
3.6 INTERPRETAÇÃO ESTATÍSTICA	25
4. MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 LOCAL DE ESTUDO	26
4.1.1. Descrição dos pontos de coleta	27
4.1.2. Área e forma de ocupação da bacia do Córrego Bonifácio	32
4.1.3. Parâmetros de monitoramento	36

4.2	COMPILAÇÃO DOS RESULTADOS	38
4.3	AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO E USOS DA ÁGUA	39
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1	CARACTERÍSTICAS DA BACIA DO CÓRREGO BONIFÁCIO	40
5.2	VAZÃO DO CÓRREGO BONIFÁCIO	43
5.3	QUALIDADE DA ÁGUA DO CORREGO BONIFACIO	45
	5.3.1.Avaliação dos dados obtidos ao longo do tempo	45
	5.3.2.Avaliação do Enquadramento do Córrego Bonifácio	57
	5.3.3.Comparação dos dados obtidos nos períodos seca e chuva	58
6.	CONCLUSÃO	66
6.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES	66
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
	ANEXOS	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Ponto de coleta 1	28
Figura 2:	Ponto de coleta 2	28
Figura 3:	Ponto de coleta 3	29
Figura 4:	Ponto de coleta 4	30
Figura 5:	Foto Vertedouro da ETE	31
Figura 6:	Esquema da trajetória da água ao longo do Córrego Bonifácio	33
Figura 7:	Foto Córrego Bonifácio a montante da represa	33
Figura 8:	Foto Barramento - represa	34
Figura 9:	Foto abaixo da represa	34
Figura 10:	Foto detalhe da atividade agrícola	35
Figura 11:	Foto vista geral da prática agrícola	35
Figura 12:	Figura APAs Cabreúva Jundiá	41
Figura 13:	Foto de ponto abaixo de área agricultável	42
Figura 14:	Gráfico de Vazões médias mensais	44
Figura 15:	Gráfico pH nas estações de seca e chuva	58
Figura 16:	Gráfico Oxigênio Dissolvido nas estações de seca e chuva	59
Figura 17:	Gráfico Nitrogênio Total nas estações de seca e chuva	60
Figura 18:	Gráfico NH ₃ – amônia nas estações de seca e chuva	60
Figura 19:	Gráfico NO ₃ – nitrato nas estações de seca e chuva	61
Figura 20:	Gráfico Coliformes Totais nas estações de seca e chuva	61
Figura 21:	Gráfico Coliformes Fecais nas estações de seca e chuva	62
Figura 22:	Gráfico Turbidez nas estações de seca e chuva	62
Figura 23:	Gráfico Cor nas estações de seca e chuva	63
Figura 24:	Gráfico Condutividade Elétrica nas estações de seca e chuva	64
Figura 25:	Gráfico Temperatura da água nas estações de seca e chuva	64
Figura 26:	Gráfico Temperatura do ar nas estações de seca e chuva	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Qualidade da água em função do IQA	13
Tabela 2:	Associação entre usos da água e requisitos de qualidade	15
Tabela 3:	Limites legais para coliformes	22
Tabela 4:	Evolução do consumo de água	23
Tabela 5:	Valores médios anuais do IAP – Rio Jundiá	24
Tabela 6:	Esquema de amostragem na Bacia do Córrego Bonifácio	26
Tabela 7:	Datas das coletas	30
Tabela 8:	Principais formas de uso da água do Córrego Bonifácio	32
Tabela 9:	Variáveis analisadas e metodologias empregadas	37
Tabela 10:	Médias mensais da vazão do Córrego Bonifácio – ano 2005	43
Tabela 11:	Resultados médios dos parâmetros analisados	57
Tabela 12:	Comparação dos resultados obtidos com Resolução CONAMA nº357/2005	57

LISTA DE ABREVIATURAS, SIMBOLOS.

ANA	Agencia Nacional de Águas
APA	Área de Proteção Ambiental
CBH- PCJ	Comitê de Bacias Hidrográfica Hidrográficas Piracicaba, Capivari e Jundiaí
ETE BS	Escola Técnica Estadual Benedito Storani
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

RESUMO

A crescente discussão sobre questões ligadas à disponibilidade hídrica implica na necessidade de estudos e compreensão da dinâmica desta substância, na escala de referência físico-territorial denominada *Bacia Hidrográfica*. Um trecho de uma pequena bacia hidrográfica de 2,98Km², do Córrego Bonifácio, afluente do Rio Jundiáí foi escolhida para avaliar que levantamentos expeditos de qualidade e quantidade de água poderão viabilizar a gestão deste recurso, atendendo ao seu principal uso atual – irrigação de hortaliças.

Com este estudo foram avaliadas a qualidade e quantidade da água nos períodos da seca e chuvoso.

Para a avaliação da quantidade foram realizadas medições no vertedouro triangular de 120°, situado na represa da Escola Técnica Benedito Storani, pertencente ao Centro Paula Souza, no município de Jundiáí- SP.

Para a qualidade foram avaliados os parâmetros: pH, condutividade, temperatura do ar e água, oxigênio dissolvido, turbidez, cor, coliforme total e fecal e as formas de nitrogênio – N Total, NO₃ e NH₃.

Conforme foi verificado, alguns parâmetros analisados extrapolaram os padrões previstos na Resolução CONAMA 357/2005 para a classe do rio, especialmente Coliformes Totais e Cor. Foi também verificada elevada concentração de nitrato nos períodos estudados. No estudo, o perfil topográfico, a ocorrência de mata ciliar e uma área de várzea natural na Escola Técnica Benedito Storani, podem estar proporcionando a redução da poluição, como verificado nas remoções de cor e turbidez.

Acredita-se que os usos a montante do trecho estudado, a existência de um “spa”, a criação de animais e diversas outras atividades antrópicas estejam contribuindo com um grande afluxo de poluentes, elevando suas concentrações e assim tornando a qualidade da água não adequada para o uso a que se destina.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica, Córrego Bonifácio, Qualidade e Quantidade de água.

ABSTRACT

The growing discussion on topics related to water availability reveals the need of studies and understanding of the dynamics of this substance in a watershed scale. A small watershed (2,98Km²) of the Bonifácio Creek, tributary of the Jundiaí River, was chosen to be examined.

The purpose of this work was to evaluate if expedite assessments on water quality and quantity would provide a better management of the water resources, aiming its main use – horticulture.

Measurements of quantity and quality of water were carried out during dry and wet season. Water quantity was daily measured during a whole year, in a triangular weir located in the Technical School (ETE) reservoir. pH, conductivity, air and water temperature, dissolved oxygen (OD), turbidity, color, total and fecal coliforms, and nitrogen (Total, NO₃, NH₃) were measured in four sites (ETE entrance, reservoir, after the vegetable garden, ETE exit) in twelve samplings.

Results indicated that some parameters extrapolated the water standards defined for the Creek in CONAMA Resolution 357/2005. Also high concentrations of nitrates were verified during dry and wet seasons. It is believed that the upland water uses, such as the presence of a hotel, animal farms and other human activities are contributing with a large amount of pollutants, hindering the water uses downstream. However, the topographic profile, the riparian forest and a natural wetland in the Technical School sector of the basin are contributing for the water pollution abatement, as indicated by the readings on color and turbidity.

Finally, it was concluded that this study, if done with the students' participation, will have a very positive impact in their formation on Environmental Education concepts, making them transformation agents, capable of promoting a better management of the water resources in the region.

Key words: watershed, Bonifácio Creek, water quality and quantity.

1. INTRODUÇÃO

É recente a percepção de que os recursos naturais não são inesgotáveis e que o desenvolvimento econômico deve harmonizar-se com o meio ambiente, sob pena de graves riscos para a sobrevivência do ser humano. Essa possibilidade é particularmente grave no que diz respeito aos recursos hídricos. Se às margens dos grandes rios surgiram as primeiras civilizações, é hoje, junto às suas águas poluídas, que aquelas que as sucederam perigam e podem perecer, é preciso estar atento a essa nova consciência.

De acordo com as Nações Unidas, mais de um bilhão de pessoas já não tem acesso à água fresca para beber. (BIO, 2001). No ano de 1995 foi publicado que 1,5 bilhão de pessoas não tinham acesso à quantidade mínima de água potável, e que, esse número deve quase duplicar nos próximos anos. (BIO, 1999).

No Brasil, a publicação da Lei das Águas – nº 9433/97, implica em uma total reformulação do setor e das premissas para o planejamento e gestão dos recursos hídricos (PROÁGUA/ANA, 2001).

No Estado de São Paulo, de acordo com MIRANDA (2003), o tema gerenciamento dos recursos hídricos começou a ser discutido em 1983, com a realização, no Instituto de Engenharia de São Paulo, do Seminário de Política Estadual de Recursos Hídricos. Neste, associações técnicas especializadas em recursos hídricos parecem despertar para a questão, passando a discuti-la em seus respectivos fóruns, notadamente na Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS), na Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH) e na Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES).

A implementação do Plano Nacional de Recursos Hídricos, pela Agência Nacional de Águas – ANA, tem entre suas atribuições a operacionalização dos instrumentos de gestão, por sua vez, a Lei nº 9433/97, estabelece que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e da sociedade civil, mas para tanto é preciso se conhecer e obter informações dos recursos hídricos.

Garantir efetivação destes princípios na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos é certamente um dos maiores desafios a superar por todos os segmentos que integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (ANA, 2001).

GARJULLI (2001) considera que, de um modo geral, a legislação brasileira de recursos hídricos, Nacional e Estadual, tem refletido preocupações da sociedade, tais como: o respeito às questões ambientais, a inserção da parcela social nas discussões de gestão, no estabelecimento de regras, e procedimentos para preservação e uso.

A conservação da qualidade da água para consumo humano é foco mundial de observações e estudos, visto que, esse recurso natural tem se tornado cada vez mais escasso e cada vez mais vulnerável diante de diversas fontes de contaminação das atividades antrópicas. (PESSOA, 2004).

De acordo com SANTOS (2004), já é reconhecido por muitos autores, à adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Esse critério é aceito porque a bacia hidrográfica se constitui um sistema natural delimitado, conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso d'água e seus afluentes, com interações físicas e assim, de mais fácil interpretação. No Brasil, a seleção da bacia hidrográfica como área de trabalho para a avaliação ambiental está assumida em diversos estudos acadêmicos, planejamentos oficiais e na Resolução CONAMA 357/05. Há também uma recomendação da FAO, desde a década de 70, de que para a conservação dos solos tropicais aconteça é necessário o planejamento adequado de bacias hidrográficas, assim como, os documentos que têm sido produzidos no âmbito da Comissão Econômica para a Europa, pelo Comitê das Políticas do Ambiente, datados de 1994 e 1995, consagram o princípio de que a unidade básica de gestão dos recursos hídricos é a bacia hidrográfica (RAMOS,1997).

De acordo com SÃO PAULO (2004), o Município de Jundiaí-SP é importante pólo econômico regional, articulado com os centros metropolitanos de São Paulo e Campinas. Apresenta um alto índice de urbanização e um parque industrial desenvolvido.

A Área de Proteção Ambiental (APA) Jundiaí-SP foi regulamentada junto com a APA Cabreúva-SP pelo Decreto Estadual N. ° 43.284, de 03 de Julho de 1998, o qual estabeleceu para ambas, as normas e diretrizes para uso e ocupação do solo e o Colegiado Gestor. Consta na legislação que o atributo natural a ser protegido constitui o maciço montanhoso formado pelas serras: do Japi, Guaxinduva e Cristais e os recursos hídricos que as compõe.

O contexto dessa região não deve, na oportunidade desta pesquisa ser tratado isoladamente; integra também a Bacia Hidrográfica do Rio Jundiaí, importante manancial da

alçada de atuação dos Comitês de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – CBH-PCJ. Trata-se do pioneiro Comitê de Bacias Hidrográficas para a realidade brasileira e que tendo sido criado em 1992, em muito avançou nas discussões acerca da implementação de ações e atributos para a gestão integrada dos recursos hídricos. Todavia, ainda são incipientes os diagnósticos, dados de monitoramento e critérios específicos sobre as formas de usos da água para condições locais e nesse caso, atendendo ao propósito da Lei N.º 43.284/98. O Capítulo IV deste texto legal trata da *Zona de Conservação Hídrica*, que no Art. 23 descreve “A zona de conservação hídrica é destinada à proteção de e conservação da qualidade e quantidade dos recursos hídricos superficiais utilizados para o abastecimento público”, e dando outras diretrizes para formas de usos e disposição de resíduos e relação com a classificação CONAMA nº357/05.

Nesses termos, insere-se a Bacia Hidrográfica do Córrego Bonifácio, como importante área de produção de água em garantia da continuidade do desenvolvimento econômico e social. Mas que deve atender às premissas legais da APA Jundiaí-SP e assim, compor o *mosaico* das características ambientais, hidrográficas e antrópicas do CBH-PCJ, que na atualidade, é propenso alvo de investigações técnicas e científicas.

Logo, identificados problemas de falta de diagnóstico de quantidade e qualidade dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Córrego Bonifácio, este trabalho tem como hipótese que “o estudo de um trecho desta bacia, que está localizado dentro da Escola Técnica Estadual Benedito Storani, viabilizará a gestão deste recurso, nesta área, atendendo ao principal uso – a irrigação, de hortaliças que são consumidas *in natura*”.

2. OBJETIVOS

Geral

O presente projeto de pesquisa teve como objetivo principal, apresentar uma avaliação do cenário ambiental, de um trecho, da Bacia Hidrográfica do Córrego Bonifácio – APA Jundiaí-SP, usando-se como indicadores a quantidade e características da qualidade das reservas de água, visando a utilização para fins de irrigação.

Para se atingir o objetivo geral, foram explorados os aspectos:

- ✓ Contextualização do atual cenário da Bacia Hidrográfica do Córrego Bonifácio e sua inserção na APA Jundiaí-SP, com descrição das atividades desenvolvidas nesta área;
- ✓ Indicação do potencial quantitativo de águas nesta Bacia Hidrográfica, com uso de vertedouro triangular;
- ✓ Diagnóstico da qualidade da água, por meio da determinação dos parâmetros temperatura, turbidez, cor, condutividade elétrica, pH, formas de nitrogênio, oxigênio dissolvido, coliformes totais e fecais.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Implicações legais

A Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, estabelece como missão da Agência Nacional de Águas – ANA a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, estando, portanto, entre suas atribuições a operacionalização dos instrumentos de gestão – outorga de direito de uso dos recursos hídricos, cobrança pelo uso da água, planos de recursos hídricos, sistema de informações, enquadramento dos corpos de água, fiscalização, monitoramento quantitativo e qualitativo e o cadastro dos usuários – e o apoio à instalação e funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica.

Por sua vez, a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, em seu artigo 1º, Inciso VI, estabelece que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e da sociedade civil.

Garantir efetivação destes princípios na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos é certamente um dos maiores desafios a superar por todos os segmentos que integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

No Estado de São Paulo, transformações aconteceram desde 1987, quando foi instituído o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, que contava somente com a participação de representantes de Secretarias do Estado.

O Conselho então existente foi adaptado à Lei nº 7663/91 e sua composição passou a ser tripartite, tiveram papel relevante nas negociações os Consórcios Intermunicipais de Bacias Hidrográficas; a estratégia paulista foi a criação de 22 UGRHIs – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos, pela Lei nº 9035/94 que aprovou o Plano Estadual de Recursos Hídricos para esse período. Essa divisão hidrográfica levou em conta os aspectos físicos, isto é, os divisores hidrográficos, a hidrologia, o clima, o solo, os aspectos ambientais, etc., mas em um segundo momento, o critério básico foi sócio político; desenvolvimento econômico e social, coesão política, áreas e distâncias máximas, etc. houve outros planos, foram criados os primeiros comitês de bacias, foi apresentado no Plano Estadual de Recursos Hídricos referente ao período 1966 a 1999, objeto de Projeto de Lei nº 5/96, que teve como grande inovação seminários e discussões com participantes de todas as bacias do estado.

Quando se fala do sistema de informações, da elaboração dos planos, tudo isso, são trabalhos que já vinham acontecendo e que são atribuições da ANA e SRH que já trabalhava há mais de 5 anos definindo metodologias para esses instrumentos.

O enquadramento dos corpos d'água em classes em nível federal ainda não foi implementado, mas procedimentos técnicos de como este enquadramento deve ocorrer já foram aprovados. A outorga do direito de uso dos recursos já vinha acontecendo. De um modo geral, a legislação brasileira de recursos hídricos (nacional e estaduais) tem refletido preocupações fundamentais da sociedade atual, tais como: de gestão, o estabelecimento de regras, normas e procedimentos para o uso e preservação dos recursos hídricos.

O estabelecimento de políticas públicas com a participação da sociedade civil é a forma mais eficaz de tratamento dos problemas gerados pelos conflitos de uso da água (FINK e SANTOS, 2003).

3.2 Gestão

O Projeto de Lei Estadual nº 676/2000, que atualmente tramita em regime de urgência na Assembléia Legislativa de Estado de São Paulo, tem por um dos seus objetivos o estímulo ao uso racional e sustentável da água.

O objeto do desenvolvimento sustentável é um novo estilo de desenvolvimento que coloca que a consecução das mudanças sociais, institucionais, tecnológicas e culturais exigidas pelo desenvolvimento relacionam-se com o desenvolvimento de estratégias e aplicação de instrumentos sociais e ecologicamente compatíveis que conduzam às mudanças de comportamento requeridas. Para se situar no conceito dos conceitos e paradigmas de sustentabilidade, o planejamento da ocupação do espaço geográfico deve se basear no reconhecimento das potencialidades e fragilidades dos fatores físicos, biológicos e antrópicos que compõem o meio ambiente ante as características e especialidades das atividades a serem acomodadas.

Conforme SANTOS (2004), o planejamento é um processo contínuo que envolve a coleta, organização e análise sistematizadas das informações, por meio de procedimentos e métodos para chegar a decisões ou a escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis.

Para AB'SÁBER (1994), a etapa da caracterização ambiental é de grande interesse para a previsão de impactos, pois, além de fornecer dados, fornece informações sobre uma determinada região delineando a área de influencia a ser afetada direta ou indiretamente por diferentes atividades.

Cabe observar que a caracterização ambiental proporciona uma visão pró-ativa dos projetos. Afinal tendo em mãos o conhecimento do meio ambiente e da atividade a ser implantada, é possível uma análise ambiental preventiva e não apenas uma que busque medidas corretivas.

A partir das informações sobre caracterização ambiental e da atividade, é possível um estudo das possibilidades do meio ambiente ante as exigências da atividade.

Deve ser notada a grande importância da existência de informações e dados, para que a caracterização ambiental possa ser devidamente realizada. A falta de informações pode comprometer a gestão, os usos, a interferência do homem no seu meio e todas outras atividades correlatas.

O desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1991). Mas só se pode ter certeza da sustentabilidade físicas se as políticas de desenvolvimento considerarem a possibilidade de mudanças, quanto ao uso dos recursos.

3.3 Agricultura e valoração de recursos hídricos

Uso da terra pressupõe a interação entre território e atores sociais que fazem parte dele. Em inúmeras regiões do nosso planeta as disponibilidades hídricas estão sendo superadas pelas demandas (TELLES, 1999). Indústrias não podem desenvolver suas atividades, animais e pessoas morrem anualmente por falta de água, sendo comprometida a produção agropecuária em todo planeta. A explosão no crescimento das populações e as expansões, descontroladas e equivocadas das ações agrícolas e industriais trouxeram consigo a degradação dos recursos hídricos. Há um consenso entre especialistas da necessidade de racionalizar o uso dos recursos hídricos.

A irrigação é uma técnica milenar que nos últimos anos tem-se desenvolvido

acentuadamente. A história da irrigação se confunde com a prosperidade econômica dos povos. Atualmente, mais da metade da população mundial depende de alimentos produzidos na agricultura irrigada (BERNARDO, 2005). A irrigação não deve ser considerada isoladamente, mas sim como parte de um conjunto de técnicas utilizadas para produção econômica. Portanto, deve-se levar em conta os aspectos de sistemas de plantios, de possibilidades de rotação de culturas, de manejo integrado de pragas e doenças, de proteção dos solos, com adequado manejo dos recursos naturais.

No conceito antigo, irrigação era vista como um meio que basicamente lutava contra seca. Em uma visão mais atual, a irrigação é uma estratégia para elevar a rentabilidade de uma propriedade agrícola, por meio da produtividade, de forma sustentável.

Não obstante a importância da irrigação para aumentar o suprimento de alimentos para a população, existe sérios problemas no que diz respeito ao impacto ambiental que ela pode ocasionar. Estudo tem revelado, que a maioria das grandes áreas irrigadas, no mundo, sofre efeitos de salinização. Estimativa da FAO adverte que no mundo, aproximadamente, 50% dos 250 milhões de hectares irrigados já apresentam problemas de salinização e saturação do solo e que cerca de 10 milhões são abandonados, em virtude desses problemas. Há que se considerar, também como um problema sério, a contaminação de rios e córregos e da água subterrânea.

Do ponto de vista ambiental os impactos gerados pela produção agrícola, estimulado pelo governo e modo capitalista de ser, levou à degradação em larga escala do meio ambiente rural. Isto porque o processo de modernização da agricultura brasileira ter se atrelado à importação irrestrita de um pacote tecnológico desenvolvido em países temperados, foi determinante para o comprometimento das propriedades dos solos tropicais.

Há muitas maneiras de uma sociedade se tornar menos capaz de atender no futuro às necessidades básicas de seus membros – a exploração excessiva dos recursos é uma delas. Dependendo da orientação do progresso tecnológico, alguns problemas imediatos podem ser resolvidos, mas podem surgir outros ainda maiores. Uma tecnologia mal empregada pode marginalizar amplos segmentos da população (Nosso Futuro Comum, 1991).

De acordo com MARTINS (2003), estima-se que a erosão no Estado carrie para os corpos d'água superficiais cerca de 130 milhões de toneladas de solo por ano, provocando

assoreamento de rios, várzeas e reservatórios, além de desencadear processos de eutrofização dessas águas (COSTA & MATOS, 1997). Além da erosão, o mau emprego de técnicas de irrigação, tem provocado a contaminação de recursos hídricos do Estado por meio do carreamento de resíduos agroquímicos para a água. No que se refere ao consumo de água, dados do Relatório de Situação de Recursos Hídricos do estado de São Paulo, este segmento usuário é responsável por 40% da demanda total de águas do Estado.

Algumas UGRHIs do Estado, se encontram em situação alarmante, com atividade agrícola sendo responsável por 70% de consumo de águas superficiais e subterrâneas. Além disso, o mau aproveitamento da água captada é um dos desafios a ser enfrentado pela agricultura estadual. Isto não precisaria ocorrer; no mínimo o desenvolvimento sustentável não deve por em risco os sistemas naturais que sustentam a vida na Terra.

O Projeto de Lei Estadual nº676/2000, que atualmente tramita em regime de urgência na Assembléia Legislativa do estado, tem por um dos seus objetivos o uso racional e sustentável da água. Esse projeto supõe que o valor econômico proporcionado pela cobrança da captação e da emissão de efluentes sobre os corpos d'água, deverá levar ao usuários a alterarem seus padrões de consumo e descarte do recurso. Além de consumir grandes quantias de água para irrigação, a agricultura é uma atividade que pode contaminar águas rurais, aumentando artificialmente a concentração de nutrientes e provocando eutrofização (BRANCO e ROCHA, 1980). Em regiões de intenso uso do solo, a aplicação de fertilizantes químicos e produtos tóxicos de ação inseticida pode ser elevada. Nessas áreas, de acordo com NATAL et al (2005), a alteração ambiental, pela perda da cobertura vegetal e revolvimento da terra, acelera o fluxo das águas de precipitação. Com o aumento do escoamento superficial há carreamento dos contaminantes que são levados mais rapidamente aos fundos de bacia, atingindo os corpos d'água.

Segundo TUNDISI, 2003, o aumento da retirada de água tem significado para muitos países perdas substanciais e desequilíbrios no ciclo hidrológico.

3.4 Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica

O ciclo hidrológico é o princípio unificador de tudo o que se refere à água no planeta.

É o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associado à gravidade e à rotação terrestre (SILVEIRA, 2002).

Os componentes do ciclo hidrológico são: precipitação, evaporação, transpiração, infiltração, percolação, drenagem. A água que atinge a superfície de uma bacia hidrográfica pode ser drenada, ser reservada em lagos e represas e daí evaporar para a atmosfera ou infiltrar-se e percolar-se no solo.

Para conhecimento e controle, o Ciclo Hidrológico pode ser traduzido em uma equação matemática, denominada Equação do Balanço Hídrico. (equação 1)

$$P_p - E_v - I_n = E_s$$

Equação 1.

Onde: P_p = Precipitação; E_v = Evaporação; I_n = Infiltração; E_s = Escoamento Superficial.

O estudo científico dependerá da identificação e determinação precisa e histórica dos parâmetros hidrológicos, que de acordo com TUCCI (1993) dividem-se basicamente em três categorias:

- Parâmetros climáticos (precipitação, evapotranspiração, radiação solar, temperatura, umidade do ar, ventos);
- Parâmetros do escoamento (descarga líquida e sólida, velocidade, nível da água, área da bacia, características da rede de drenagem, qualidade da água) e;
- Parâmetros de características do meio receptor (geologia, topografia, solos, vegetação, urbanização).

O balanço hídrico envolve a continuidade de massa e a troca de energia dos sistemas envolvidos no tempo e espaço.

O ciclo hidrológico é mais estudado na fase terrestre, onde o elemento fundamental de análise é a bacia hidrográfica.

Segundo SILVEIRA (2002), a bacia é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório.

A bacia pode ser considerada um sistema físico onde a água entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado, e se considerar como perdas intermediárias os volumes evaporados e transpirados, bem como os infiltrados profundamente.

O critério de bacia hidrográfica é comumente usado por se constituir um sistema natural bem delimitado no espaço, composto por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso de água e seus afluentes, onde as interações, pelo menos físicas, são mais facilmente interpretadas (SANTOS, 2004). Em alguns planejamentos que enfocam os recursos hídricos, ainda segundo Santos (2004), a água tem sido vista ora como um bem renovável da natureza, que circula continuamente da atmosfera ao subsolo, ora como um ecossistema. Sob a visão ecossistêmica, a definição dos limites de uma área de estudo que abrangesse fragmentos naturais interativos do território era considerada difícil, até BORMANN e LIKENS (2000) proporem a bacia hidrográfica como a unidade básica de trabalho. Assim, sob ambas as perspectivas, apesar das diferenças conceituais, é comum a proposta de gestão da água a partir da bacia hidrográfica tal como ela é definida hidrologicamente, ou seja, área de contribuição da drenagem natural.

3.5 Qualidade e quantidade de água

O conceito de qualidade do meio ambiente contém um certo grau de subjetividade, visto ser um juízo de valor sobre as condições temporais e espaciais de uma determinada realidade ambiental. PORTO 2002, apud PHILIP JR e SILVEIRA, 2005 argumenta que existe uma enorme complexidade de fatores determinando a qualidade da água e que uma das maneiras de conceituação é associar a qualidade ao uso que se faz do recurso. Decorrendo desse fato, é que a qualidade de água passa do conceito de bom ou ruim para adequada ou inadequada para determinado uso.

O homem para realizar suas atividades políticas, econômicas, sociais e de desenvolvimento realiza diferentes usos, e estes são classificados em usos consuntivos e usos não consuntivos. Nas atividades econômicas do homem, o conceito de qualidade é invariavelmente associado ao uso de um bem ou serviço.

A caracterização dos mananciais deve ser feita sempre em relação ao uso a que se

destina. Segundo BRANCO (1993), podemos considerar os recursos hídricos sob 3 aspectos distintos em função de sua utilidade: como elemento ou componente físico da natureza; como ambiente para a vida: o ambiente aquático; como fator indispensável à manutenção da vida terrestre.

Uma fonte de abastecimento deve ser considerada como um ecossistema, e suas características podem variar, com o tempo e mesmo durante seu período de utilização. Daí decorre que a escolha do manancial deve obedecer a critérios relativos a que se usa, segundo DI BERNARDO (1993), esta escolha deve ser precedida de um levantamento sanitário da bacia hidrográfica e de um profundo estudo da qualidade da água para que a tecnologia de tratamento seja mais econômica possível.

Dados do Banco Mundial (Revista BIO – Jan/mar-99) aproximadamente há 17 milhões de pessoas no Brasil, vivendo em áreas urbanas e que não dispõem de água encanada, e cerca de 46 milhões não tem acesso aos serviços de coleta de esgoto.

São dados alarmantes, especialmente quando se considera que a legislação brasileira (Resolução CONAMA N°357/05, Portaria 36/GM e Portaria 1.469 de 2000), classificou e enquadrou os corpos de água, em níveis de qualidades exigidos para seus usos preponderantes. DI BERNARDO (2002) considerou que no Brasil há grandes diferenças regionais, e dificilmente a caracterização das águas poderá ser concretizada.

A distinção entre padrão de qualidade e padrão de potabilidade é importante. O primeiro diz respeito a todos os usos possíveis da água e o segundo somente à sua utilização para alimentação (BRANCO,1971).

É muito importante a diferenciação entre Critérios e Padrões de Qualidade das Águas. Enquanto os Critérios representam os requisitos científicos, com caráter de propostas, de sugestões ou tentativas a serem testadas quanto à sua exequibilidade, os Padrões consistem nos critérios transformados em lei sendo, portanto, inapeláveis (BATALHA & PARLATORRE,1977).

3.5.1. Indicadores de qualidade das águas -CETESB.

Para simplificar o processo de avaliação e divulgação dos dados de qualidade das águas para a população a CETESB vem utilizando, desde 1974, o IQA -Índice de Qualidade

das Águas, adaptado do índice desenvolvido pela National Sanitation Foundation em 1970 nos Estados Unidos.

O IQA foi desenvolvido a partir de uma pesquisa de opinião realizada com profissionais de distintas especialidades, os quais indicaram os parâmetros a serem analisados, com seus respectivos pesos relativos bem como a condição em que se apresentava cada parâmetro, segundo uma escala de valores. Dos 35 parâmetros de qualidade de água indicados, apenas nove foram selecionados para compor o índice, a saber, temperatura (T), potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes fecais (coli), nitrogênio total (NT), resíduo total (RT), fósforo total (FT) e turbidez (Tbd). O IQA geral foi definido através de uma formulação geométrica dada pelo produtório ponderado dos referidos parâmetros:

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

Equação 2.

onde,

- IQA = índice de qualidade de água, número de 0 a 100;
- n = número de parâmetros;
- q = qualidade da água para o iésimo parâmetro;
- w_i = peso atribuído para o parâmetro i.

De acordo com o valor obtido do IQA (número absoluto, variando de 0 a 100), conceitua-se a qualidade da água conforme a Tabela T1.

Tabela 1 – Qualidade da água em função do IQA.

Qualidade da Água	Valor do Índice – IQA calculado
Excelente	80 – 100
Boa	52 – 79
Aceitável	37 – 51
Ruim	20 – 36
Péssima	0 – 19

Fonte: CPRH, 1997

Com vistas ao aperfeiçoamento da avaliação ambiental, e em cumprimento à Resolução SMA-65, de 13/08/1998, a CETESB iniciou, a partir de 1998, o desenvolvimento de dois novos índices de qualidade de água: o **IAP** (Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público) e o **IVA** (Índice de Proteção da Vida Aquática). Como entre os usos mais nobres da água estão o abastecimento público e a preservação do equilíbrio das comunidades aquáticas, esses dois índices específicos irão compor, em conjunto com o índice de balneabilidade, o **IBQA** (Índice Básico de Qualidade das Águas). A aplicação destes índices na rede de monitoramento irá permitir uma abordagem mais completa e fidedigna da qualidade das águas, fornecendo um instrumento importante para o controle e o gerenciamento dos recursos hídricos.

Na interpretação do IQA devem ser levados em consideração que a qualidade das águas muda ao longo do ano; em função de fatores meteorológicos e da eventual sazonalidade de lançamentos poluidores e das vazões.

Na tabela 2 , podemos observar os requisitos de qualidade de água para diferentes usos.

Tabela 2. Associação entre os usos da água e os requisitos de qualidade.

Usos gerais	Uso específico	Qualidade requerida
Aspectos de água doméstico	-----	Isenta de substancias químicas prejudiciais à saúde. Isenta de organismos prejudiciais à saúde. Adequada para serviços domésticos. Baixa agressividade e dureza.esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor; ausência de macrorganismos).
Abastecimento industrial	A água é incorporada ao produto A água entra em contato com o produto A água não entra em contato com o produto	Isenta de substancias químicas prejudiciais à saúde. Isenta de organismos prejudiciais à saúde. Adequada para serviços domésticos. Esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor) Variável de acordo com o tipo de produto. Baixa dureza. Baixa agressividade.
Irrigação	Hortaliças, produtos ingeridos crus ou com casca. Demais plantações	Isenta de substancias químicas prejudiciais à saúde. Isenta de organismos prejudiciais à saúde. Salinidade não excessiva. Isenta de substancias químicas prejudiciais ao solo e às plantações.
Dessedentação de animais	-----	Isenta de substancias químicas prejudiciais à saúde dos animais. Isenta de organismos prejudiciais à saúde dos animais.
Preservação da flora e da fauna	-----	Variável com os requisitos ambientais da flora e da fauna que se quer preservar.
Recreação e lazer	Contato primário: Contato secundário:	Isenta de substancias químicas prejudiciais à saúde. Isenta de organismos prejudiciais à saúde Baixos teores de sólidos em suspensão e de óleos e graxas. Aparência agradável
Geração de energia elétrica	Usinas hidrelétricas e nucleares	Baixa agressividade , baixa dureza
Transporte	-----	Baixa presença de presença de materiais grosseiros que possam por em risco as embarcações
Diluição de despejos	-----	-----

Fonte: Von Sperling (1995-a) in Nuvolari 2003.

3.5.2. Parâmetros de qualidade da água

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas.

Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento – CONAMA – resolução nº 357 de 17/03/2005.

Destaca-se da Res.nº 357:

Seção I

Das águas doces

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

II – 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.

3.5.2.1. Parâmetros físicos

Temperatura:

É a medição da intensidade de calor. (Von Sperling, 2005).

Unidade de medida: °C

Os rios podem ser classificados, também, quanto à temperatura de suas águas. A temperatura é um importante fator ecológico, pois pode influenciar diretamente os organismos aquáticos, bem como pela relação existente entre a temperatura e o teor de gases existentes na água. Variações de temperatura estão relacionadas às variações de oxigênio, economia de gás carbônico, pH etc.

A medição da temperatura na água superficial não oferece grandes dificuldades. A imersão de um termômetro, com subdivisão em 0,1°C é suficiente para esse fim.

Além da temperatura da água, deverá ser medida a temperatura do ar no mesmo local, tomando o cuidado, para que o termômetro esteja seco, caso contrário, os resultados obtidos poderão apresentar erros grosseiros. (MORAES, 2001).

Turbidez:

A turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma (Von SPERLING, 2005).

As formas dos constituintes responsáveis pela turbidez são os sólidos em suspensão, podendo ser sua origem natural ou origem antropogênica.

Natural - partículas de rocha, argila e silte, algas ou outros microorganismos, não traz inconvenientes sanitários diretos. Porém é esteticamente desagradável na água potável, e os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microorganismos patogênicos. Antropogênica – despejos domésticos, despejos industriais, microorganismos e erosão, pode estar associada a compostos tóxicos e organismos patogênicos.

A utilização freqüente do parâmetro é para caracterização de águas de abastecimento brutas e tratadas.

De acordo com a Res. Nº 357, art.14, I-condições de qualidade de água: j) turbidez até 40 UNT (unidades nefelométrica de turbidez).

Cor

É definida pelo grau de redução da intensidade que a luz sofre ao atravessar a água. A cor de uma água é conseqüência de substancias dissolvidas. Quando pura, e em grandes volumes é azulada. Quando rica em ferro, é arroxeadada. Quando rica em manganês, é negra e quando rica em ácidos húmicos, é amarela.

Os sólidos dissolvidos são os constituintes responsáveis pela coloração nas águas.

A cor tem origem natural e antropogênica.

Natural: decorrente da decomposição da matéria orgânica, principalmente vegetais, e minerais – ferro e manganês.

Antropogênica: resíduos industriais e esgotos domésticos.

A importância do parâmetro, quando de origem natural, quase sempre, não representa

riscos à saúde, quando de origem industrial pode ou não apresentar toxicidade. A medida da cor de uma água é feita pela comparação com soluções conhecidas de platina-cobalto ou com discos de vidro corados calibrados com a solução de platina-cobalto.

A cor é influenciada por matérias sólidas em suspensão (turbidez), que devem ser eliminadas antes da medida.Quando nos resultados, deve-se distinguir entre cor aparente e cor verdadeira. No valor da cor aparente pode estar incluída uma parcela devida a turbidez da água. Quando esta é removida por centrifugação, obtém-se a cor verdadeira.

De acordo com a Res nº 357, art.14 – cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mgPt/L.

Condutividade Elétrica

Capacidade da água em conduzir eletricidade. A condutividade elétrica da água constitui uma das variáveis mais importantes nos estudos de qualidade da água, uma vez que fornece informações sobre o metabolismo do ecossistema aquático, bem como sobre os fenômenos (principalmente os derivados de atividades antrópicas) que ocorrem em sua bacia de drenagem. (MORAES, 2001).Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água. Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são, entre outros, o cálcio, o magnésio, o potássio, o sódio, carbonatos, carbonetos, sulfetos e cloretos. O parâmetro condutividade elétrica não determina, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para os possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, etc. (PROGRAMA PRÓ-CIÊNCIAS-2006).

3.5.2.2. Parâmetros químicos

pH

Potencial hidrogeniônico. Representa a concentração de íons de hidrogênio (em escala algorítmica) dando indicação sobre a condição de acidez, neutralidade e alcalinidade da água. A faixa é de 0 a 14.

O pH da água pode ser considerado uma das variáveis ambientais mais importantes. Sua interpretação é complexa, pois nos valores de pH da água influenciam inúmeros fatores, tais como concentração de íons H^+ originados da dissociação do ácido carbônico, que gera valores baixos de pH, e pelas reações de carbonatos e bicarbonatos com a molécula de água, que elevam os valores do pH.

Valores elevados de pH em um corpo d'água podem estar associados à proliferação de algas, indicativo da presença de efluentes e a sua variação influencia o equilíbrio de compostos químicos.

De acordo com a Res. Nº 357, art.14, I- condições de qualidade de água: pH: 6,0 a 9,0.

Formas de Nitrogênio

As águas naturais, em geral, contem nitritos em solução e, além disso, principalmente tratando-se de águas que recebem esgotos, podem conter quantidades variáveis de compostos mais complexos, ou menos oxidados, tais como: compostos orgânicos quaternários, amônia e nitritos. em geral a presença destes denuncia a existência de poluição recente.

Dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, este se alterna entre várias formas e estados de oxidação. No meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas:

- (a) nitrogênio molecular (N_2), escapando para a atmosfera,
- (b) nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão)
- (c) amônia (livre NH_3 e ionizada NH_4^+)
- (d) nitrito (NO_2^-) e
- (e) nitrato (NO_3^-).

Os sólidos em suspensão e os sólidos dissolvidos são os constituintes responsáveis pelo nitrogênio na água.

Pode ser de origem natural, quando constituintes de proteínas e vários compostos biológicos e também de nitrogênio de composição celular de microrganismos. É de origem antropogênica por despejos domésticos e industriais, excrementos de animais e fertilizantes.

Estudos sobre a natureza química dos compostos nitrogenados revelaram que quase a totalidade do nitrogênio orgânico presente na água de lagos se acha na forma de proteínas ou produto da degradação destas. (BRANCO, 1971).

As diversas formas de nitrogênio ocorrentes na água dá-nos as seguintes indicações:

- Nitrogênio orgânico (NH_2 , uréia) – faz parte das moléculas de proteínas (vegetais e animais). A sua presença caracteriza poluição recente na água;
- nitrogênio amoniacal – já sofreu decomposição por microrganismos heterótrofos, caracteriza poluição recente;
- nitrito (NO^{-2}) – aparece após oxidação da amônia pelas bactérias nitrossomonas;
- nitrato (NO^{-3}) – forma oxidada a partir do nitrito pelas bactérias nitrobacter, é característico de poluição mais antiga.

Importância no meio aquático:

. É um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir ao crescimento exagerado desses organismos (eutrofização). Nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste o nitrato, implica no consumo de oxigênio dissolvido no meio;

. sob a forma de amônia livre é diretamente tóxico a peixes;

. em um corpo d'água , a determinação da forma preponderante do nitrogênio fornece informações sobre o estágio da poluição (recente está associada ao nitrogênio na forma orgânica ou de amônia, enquanto mais remota, está associada ao nitrogênio na forma de nitrato).

De acordo com a Res.CONAMA nº 357/05 , art.14, I- condições de qualidade de água.

Parâmetro	Unidade	Valor máximo
Nitrato	mgN/L	10,0
Nitrito	mgN/L	1,0
Nitrogênio amoniacal total	mgN/L	3,7 para pH 7,5 2,0 para pH 7,5 < 8,0 1,0 para pH 8,0 < 8,5 0,5 para pH >8,5

Oxigênio Dissolvido

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio dissolvido é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização dos ecossistemas aquáticos, seus valores como indicadores da qualidade da água. O oxigênio é indispensável à quase totalidade das funções vitais, encontrando-se na água em quantidade variável, mas quase sempre em concentração muito superior à dos demais gases dissolvidos na água.

O oxigênio dissolvido é uma das variáveis limnológicas que apresentam maior variação diária, porque este gás está diretamente relacionado ao fotoperíodo, à intensidade luminosa e à temperatura.

Baixas concentrações de oxigênio na água podem indicar poluição ou degradação da matéria orgânica.

A quantidade de OD na água é diretamente proporcional à pressão atmosférica e inversamente proporcional à temperatura. A matéria orgânica na água é a condição para crescimento de microrganismos aeróbicos, no entanto ao se alimentarem dessa MO, consomem OD.

Concentrações abaixo de 4,0mg O₂/L causa morte em peixes, e, ecossistemas eutrofizados podem apresentar concentrações de OD superiores a 10 mg/ L, que acontece devido ao processo fotossintético dos organismos produtores.

Há vários métodos para determinação do OD na água. A escolha do método depende do tipo de amostragem, dos interferentes presentes e dos recursos disponíveis.

O Método de Winkler, modificado pela azida sódica, é o mais amplamente utilizado, podendo servir, inclusive, para avaliar a produção primária e a respiração dos ecossistemas aquáticos.

De acordo com a Res. CONAMA nº 357/05, art.15 – OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂, conforme classe 2 .

3.5.2.3. Parâmetros biológicos

As bactérias do grupo coliforme, por estarem presentes, em grande número, no trato intestinal humano e outros animais de sangue quente, sendo eliminadas em grande número pelas fezes, constituem o indicador de contaminação fecal mais utilizado em todo mundo,

sendo empregadas como parâmetro bacteriológico básico, na definição de padrões para monitoramento da qualidade das águas destinadas ao consumo humano, bem como para a caracterização e avaliação da qualidade das águas em geral.

Ainda segundo CAVALCANTI (1999), 95% dos coliformes existentes nas fezes humanas e de outros animais são de *Escherichia coli*. Normalmente, esses microrganismos não existem em águas não poluídas. Alguns membros do grupo coliforme podem ocorrer, às vezes com abundância, no solo e mesmo em plantas (*Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*), mas ainda assim, as águas não poluídas, praticamente não apresentam essa bactéria.

Segundo a CETESB (1991-a), os organismos coliformes são definidos como gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, que fermentam a lactose com a produção de ácido e gás em 24-48 horas e à temperatura de 35°C. Neste grupo estão os gêneros: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*.

De acordo com a Res. Nº 357, art. 14, I-condições de qualidade de água.

Coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA n.274, de 2000.

Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 milímetros 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.

Conforme Tabela 3 , os limites legais estabelecidos são:

Tabela 3- Limites legais para coliformes, nos corpos de água doce.

Parâmetro	unidade	Padrões de qualidade dos corpos d'água conforme suas classes (Res CONAMA 357/2005)			
		Classe 1	Classe 2	Classe3	Classe 4
Coliformes termotolerantes	org/ml	Não > 200	Não > 1000	Não > 2500	NF

3.5.3. Quantidade de Água

Segundo TELLES (2002), em todas as partes do mundo o uso agrícola da água ocupa um lugar de destaque. A Tabela 4 apresenta a evolução do uso nos últimos 100 anos, onde se observa que atualmente 70% da água é destinada ao aproveitamento agrícola.

Tabela 4 - evolução do consumo de água (km³/ano) (-) sem dados; (*) estimativa (**) previsão

Ano	1900	1920	1940	1960	1980	2000*	2020**
Tipo/uso							
Doméstico	-	-	-	30	250	500	850
Industrial	30	45	100	350	750	1350	1900
Agrícola	500	705	1000	1580	2400	3600	4300
Total	530	750	1100	1960	3400	5450	7050

Fonte : PADILLA,1999 in Telles,2002.

O inter-relacionamento do uso da água na agricultura e na pecuária deve ser enfocada, segundo quatro aspectos:

- uso na agricultura irrigada;
- uso na dessedentação de animais;
- uso de águas residuárias na agricultura e
- efluentes agrícolas e da pecuária.

Ainda segundo TELLES (2002), a irrigação além de exigir grandes volumes de água é um uso do tipo consuntivo, sendo que cerca de 98% do volume retirado com essa finalidade é transferido diretamente para a atmosfera através da evapotranspiração das culturas. Os demais 2% são transformados em matéria orgânica, então nada retorna a jusante. Na dessedentação de animais, há um retorno parcial de água para o manancial, sendo que o maior prejuízo se dá na qualidade, considerando que de 60 a 70% do que volta é sob a forma de urina e outros dejetos. Os efluentes líquidos provenientes de áreas agricultadas podem conter substâncias poluentes oriundas do mau ou do excessivo uso de insumos agrícolas.

3.5.4. Qualidade de água do Rio Jundiaí

O Córrego Bonifácio compõe a bacia hidrográfica do Rio Jundiaí, que nasce na região serrana de Maiporã e tem um percurso de cerca de 123Km até a confluência com o Rio Tiete na cidade de Salto. É a menor bacia do estado (1.180km²) e também uma das mais industrializadas. Além dos afluentes urbanos da cidade de Jundiaí, o curso d'água recebe os lançamentos de indústrias de chapas duras de madeira, alimentícias, de bebidas e outras (ZULAUF et al, 1986).

Em 1983, conscientes dos benefícios do desenvolvimento econômico e social, bem como da pouca disponibilidade de água da bacia do Rio Jundiaí (em volume e qualidade compatíveis com seus usos múltiplos) os diferentes segmentos comunitários que constituem a região, decidiram estabelecer um Protocolo de Intenções para uma política de controle da poluição da referida bacia. Foi constituída uma comissão para implantação de um plano efetivo (1985-2005) de recuperação de qualidade da água do Rio Jundiaí a fim de garantir: suprimento de água bruta para abastecimento, aumento da disponibilidade de água para uso industrial e agrícola e melhoria da qualidade de vida dos usuários.

Entretanto os valores do IAP determinados pelo Relatório de Qualidade de Águas de Interiores do Estado de São Paulo, conforme é mostrado na Tabela 5, em 2003, publicados em 2004 para a bacia do PCJ, dentre os três pontos com menor IAP, dois se encontram no curso médio-baixo do Rio Jundiaí.

Tabela 5 -Valores médios anuais do IAP na bacia do rio Jundiaí

Ponto *	rio	IAP médio anual	classificação
IRIS02900	Rib. Pirai	44	Regular
JUNA02020	Jundiaí	37	Regular
JUNA04270		17	Péssimo
JUNA04900		12	Péssimo

(relatório síntese 2002/2003 PCJ) * nomenclatura adotada pela CETESB

O índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público – IAP é o produto da ponderação dos resultados do Índice de Qualidade das Águas – IQA medido pela CETESB desde 1974, e do Índice de Substancias Tóxicas e Organolépticas (ISTO), composta pelo grupo de parâmetros físicos, químicos e biológicos básicos e pelo grupo de substancias que afetam a qualidade organoléptica, o grupo de substancias tóxicas, incluindo metais, o potencial de formação de trihalometanos e mutagenicidade.

De acordo com o IAP (Cetesb, 2003b) as classificações são relacionadas da seguinte forma: Ótima : $79 < IAP \leq 100$

Boa : $51 < IAP \leq 79$

Regular : $36 < IAP \leq 51$

Ruim : $19 < IAP \leq 36$

Péssima: < 19

3.6. Interpretação estatística

PATERNIANI (1991) desenvolveu um monitoramento de dados sobre o comportamento de um sistema de filtração lenta com uso de mantas sintéticas não tecidas, que mais tarde foram submetidos a um delineamento estatístico, de acordo com STACCIARINI (1998); estes resultados foram fundamentais na compreensão da variabilidade e ampliando as discussões em resultados monitorados em sistemas de qualidade de águas em ambientes controlados.

Em 2002, PATERNIANI e STACCIARINI, publicaram os resultados de novas pesquisas, nesse caso, discutindo o comportamento da variabilidade da qualidade da água em sistemas externos (não controlados); se tratando de mananciais superficiais e obedecendo a uma série temporal.

Os métodos estatísticos multivariados, implementados em programas de computador e baseado em cálculos matriciais, permitem correlacionar com maior clareza os diferentes aspectos científicos naqueles estudos que exigem ou geram grande número de variáveis (BATISTA E MARTINEZ, 1989; FERNADEZ et al. 1991, apud RIZZI e REMONATTO, 1994).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local de Estudo

A descrição do cenário de estudo e seus aspectos, foi desenvolvida usando-se os textos técnico-científicos publicados e instrumentos legais pertinentes, a exemplo do Decreto nº 43.284/98, Lei nº 7663/91 e Resolução CONAMA nº 357/05.

Para atender a Lei nº 7633/91 o CBH-PCJ elaborou nos anos de 1993 a 1995, relatórios dos recursos hídricos da denominada UGRHI-5. Os relatórios têm por objetivo a avaliação da eficácia dos Planos de Bacia previstos na lei, que estabeleceu normas de orientação tendo em vista atingir índices progressivos de recuperação, proteção e conservação dos recursos hídricos. Os estudos realizados pelo comitê apontam para a necessidade de melhor se conhecer esta área, da implementação de um banco de dados a fim de se atingir o proposto na Lei (Relatório Síntese – 2002-2003).

O desenvolvimento desta pesquisa considerou como principal indicador ambiental às características de qualidade da água, representada pela identificação de parâmetros físicos, químicos e biológicos, por meio da realização de amostragens de águas em 4(quatro) pontos estrategicamente localizados dentro da área da Bacia Hidrográfica do Córrego Bonifácio, e identificados na Tabela 5, nesse caso atendendo a variações de sazonalidade.

Fez parte do critério de escolha o tipo de uso e ocupação de solo nas margens e na bacia, a facilidade de acesso e pontos críticos.

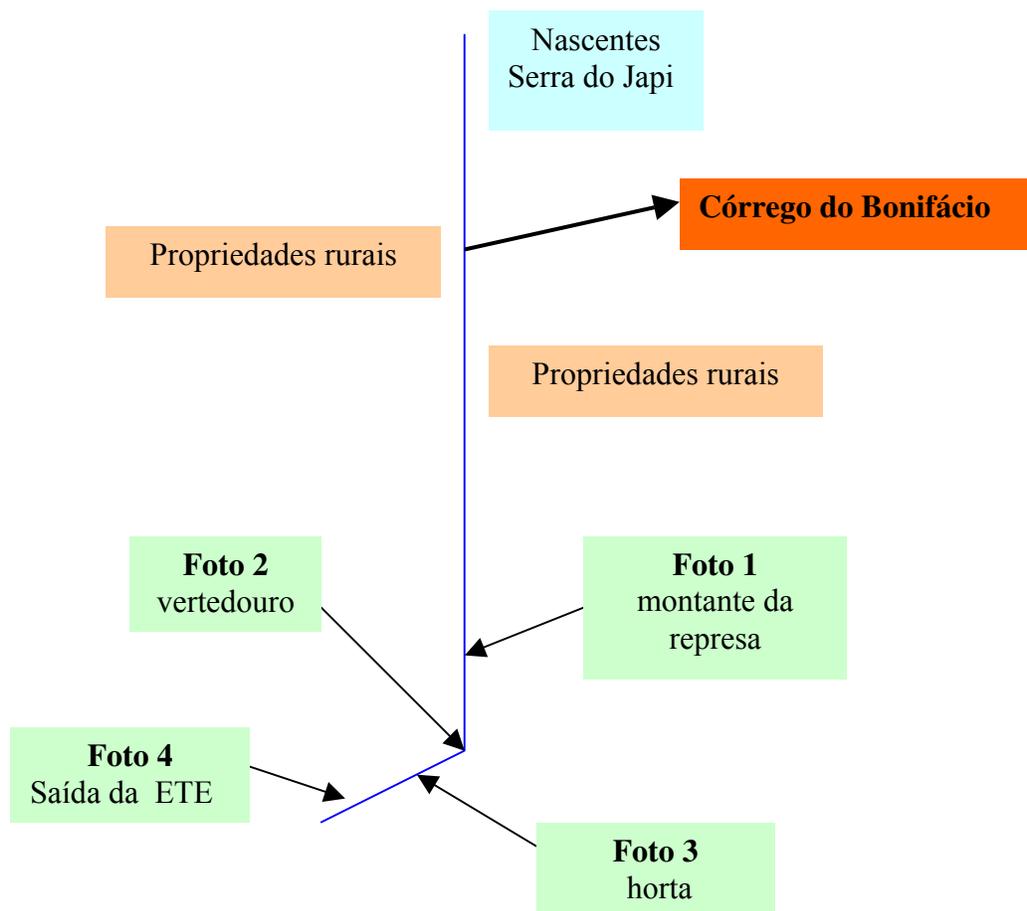
Esses pontos foram considerados estratégicos, porque são pontos onde se se identifica no local atividades antrópicas que podem interferir qualitativa e quantitativamente no manancial.

Tabela 6 – Esquema das amostragens de água na Bacia Hidrográfica do Córrego Bonifácio com descrição dos pontos de coleta

Identificação dos pontos de amostragens de água para qualidade	Denominação do ponto
Ponto 1	Entrada da ETE
Ponto 2	Represa
Ponto 3	Horta
Ponto 4	Saída da ETE

Esquema dos Pontos de Coletas – ano 2005/2006

Córrego do Bonifácio



4.1.1.Descrição dos pontos de coleta

Ponto 1 – Entrada da ETE

O Córrego Bonifácio se encontra em área alagadiça, sem um canal único, área esta densamente povoada por vegetação aquática (taboa *Typha spp*). Nos anos 70, sofreu grandes alterações para construção da represa. Possui em suas margens (direita a montante da represa) um pequeno maciço florestal remanescente de Mata Atlântica, que ainda hoje se encontra em recuperação.



Figura 1 – ponto de coleta 1

Ponto 2 – Represa

O Córrego Bonifácio foi represado ocupando uma área de 2,2ha. Por ocasião do Projeto Água e Educação, desenvolvido na ETE Benedito Storani, foi instalado um vertedouro triangular de 120°, que dá suporte a essa pesquisa para o cálculo de vazão (análise quantitativa). Em sua margem esquerda encontra-se uma mata ciliar em processo de recuperação (implantada em 2004, em parceria com a ONG Associação Mata Ciliar). A margem direita possui o mesmo maciço florestal citado no ponto 1.



Figura 2- ponto de coleta 2

Ponto 3 – Horta

Desde 1996, a Prefeitura Municipal tem instalado em área da ETE uma horta (4ha) para produção da merenda das escolas municipais. O córrego a jusante da represa forma um vale e suas águas são utilizadas para irrigação de verduras consumidas *in natura*. As margens do córrego são totalmente utilizadas em canteiros, nada restando de vegetação ciliar.



Figura 3 – ponto de coleta 3

Ponto 4 – Saída da ETE

Após a horta o córrego tem sua área mais extensa dentro da ETE. No seu trajeto há uma série de casas (colônia) construídas em alvenaria ocupadas por funcionários e familiares. Há neste local fossa séptica para coleta de esgoto gerado na colônia.



Figura 4 – ponto de coleta 4

As amostragens ocorreram da seguinte forma; de acordo com a Tabela 7.

: a primeira estação - seca (meses de julho e agosto de 2005) e a segunda – chuvosa (meses de dezembro de 2005 e janeiro de 2006).

Tabela 7- Datas das coletas calendário

Época	Meses	Dias
Seca	Julho/05	13-19-25
	Agosto/05	9-16- 23
Chuvosa	Dezembro /05	7-13-20
	Janeiro / 06	5-11-18

Para cada ponto de coleta (em um total de 4) foram feitas duas repetições, perfazendo assim um total de 288 dados.

A distribuição temporal foi baseada no regime pluviométrico que influencia diretamente o nível hidrológico. As medidas físico-químicas são consideradas instantâneas de uma dada condição ambiental.

As análises de *pH*, *condutividade elétrica* e *temperatura do ar e água* foram realizadas *in situ*;

As medidas de *OD e turbidez* foram realizadas no laboratório da ETE (instalado em parceria com CTH/ FAPESP) e as análises de N, NO₃, NH₃, Coliformes Total e Fecal e Cor foram realizadas no Laboratório de Saneamento da FEAGRI/UNICAMP.

Para as coletas, foi seguido um protocolo adaptado do CRHEA-USP-São Carlos e ficando estabelecido que as coletas seriam realizadas sempre às 10h.

Do ponto de vista metodológico, as visitas *in situ*, realizadas antes da pesquisa, foram fundamentalmente necessárias e já indicavam, como interferências barramentos e captações, sobretudo para usos agrícolas; também foi verificado o lançamento de efluentes *in natura*, o que implica diretamente nas decisões sobre os pontos selecionados para amostragens de água.

A construção do cenário, também se alicerça no desenvolvimento de um projeto da Escola Técnica Benedito Storani em parceria com o Centro de Tecnologia em Hidráulica da Universidade de São Paulo/USP e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo/FAPESP, Processo N. ° 2000/11738-0.

O desenvolvimento deste projeto permitiu a instalação de um Vertedouro na forma triangular, identificado na Figura 6 e, que foi utilizado no monitoramento dos dados fluviométricos, quantificando-se assim, a vazão na área de estudo. É um vertedouro de soleira delgada que tem ângulo de 120 graus entre suas soleiras. Aceita uma faixa de variação de vazão maior que os vertedouros com ângulo de 90graus.



Figura 5 - vertedouro da ETE

4.1.2. Área e Forma de ocupação da Bacia Hidrográfica do Córrego Bonifácio

A Bacia hidrográfica do Córrego Bonifácio, localizada no contexto da APA Jundiaí-SP é ocupada principalmente por propriedades agrícolas. No trecho inferior da bacia encontra-se a Escola Técnica Estadual (ETE) Benedito Storani, que pertence ao Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – CEETESP.

A área total da Bacia Hidrográfica do Córrego Bonifácio é de 2,89 km², verificada pelo método da *grelha* para cálculo, o que condiz com os resultados obtidos pelo desenvolvimento do Projeto Fapesp, nesse caso usando-se ferramentas digitais.

A área da ETE de cerca de 300 ha de terra, estando localizada entre as Rodovias Anhangüera (Km 58) e Bandeirantes (Km 61) representa importante influência nas dimensões de usos da água para a referida área de estudo.

O cálculo da área de estudo foi realizado usando-se carta temática (1:10.000), resultante de levantamento planialtimétrico realizado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente- Jundiaí. O resultado foi comparado aos cálculos realizados com o desenvolvimento do projeto Fapesp, parceria ETE/CTH/USP.

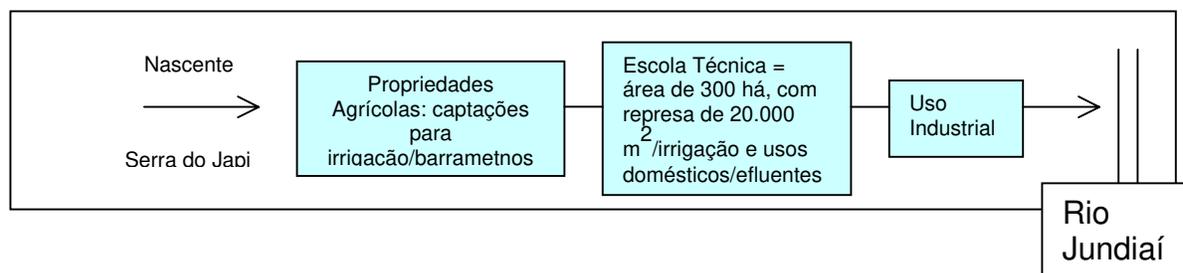
A Tabela 8 explica as principais formas de uso detectadas na área de estudo e sua classificação, de acordo com a categoria de uso.

Tabela 8 – Principais formas de uso da água verificadas na Bacia Hidrográfica do Córrego Bonifácio, APA Jundiaí-SP.

Forma de Uso	Classificação/Forma de uso
Agricultura e Pecuária	Consuntivo
Preservação da Fauna e Flora	Não Consuntivo e Local
Diluição e transporte de efluentes	Não Consuntivo
Abastecimento Doméstico	Consuntivo

A figura 6 apresenta a seqüência espacial dos usos verificados ao longo da bacia. O Córrego Bonifácio é tributário do Rio Jundiaí com uma bacia de 1.150 km² e uma demanda crescente, região ambientalmente impactada pelo crescimento econômico, tendo sido assumida como crítica desde a promulgação da Lei Estadual nº 7663/91.

Figura 6 - Esquema da trajetória da água ao longo da Bacia Hidrográfica do Córrego Bonifácio – APA Jundiá SP



Percebeu-se desde o início da pesquisa, que para as demandas de água na Bacia do Córrego Bonifácio, o volume produzido naturalmente já não se adequava às formas de uso, como indica a Figura 6.

Na seqüência tem-se um conjunto de ilustrações que tem como objetivo representar o cenário diagnosticado nesta pesquisa mostrada nas figuras de 7 a 11.



Figura 7 – Córrego Bonifácio à montante da represa, localização em área com vegetação natural e indicação de boa qualidade da água.



Figura 8 – Obra de barramento da água (represa), indicação de grande interferência antrópica nos recursos hídricos.



Figura 9 – Ponto abaixo da represa, interferência na calha original do manancial, adequação para o principal uso na bacia hidrográfica – a irrigação.



Figura 10 – Detalhe da atividade e produção agrícola na área de estudo – uso da água para irrigação de produtos de consumo *in natura*.



Figura 11 – Vista geral da prática da agricultura na área da Bacia Hidrográfica do Córrego Bonifácio – APA Jundiaí-SP.

Os aspectos de quantidade dos recursos hídricos nesta bacia foram interpretados por meio da construção dos resultados de precipitação identificados em posto hidrometeorológico localizado na abrangência desta bacia e associados aos dados fluviométricos, ora apresentados e também em fase de quantificação – meses: Dezembro (2004); Janeiro e Fevereiro (2005).

Inclui a interpretação dos resultados uma discussão entre dados de precipitação, fluviométricos, e estima-se relacionar o diagnóstico de qualidade dos recursos hídricos, podendo assim gerar as primeiras conclusões para esta área, e relacioná-las ao cálculo do balanço hídrico.

4.1.3. Parâmetros de Monitoramento

4.1.2.1. Os parâmetros de qualidade dos recursos hídricos, previstos para monitoramento nesta pesquisa e que devem ser relacionados aos aspectos de quantidade, associando-se os usos e seus requisitos específicos quanto à classificação da água são:

- Físicos: temperatura, condutividade, cor e turbidez;
- Químicos: pH, formas de Nitrogênio (total e amoniacal), Oxigênio Dissolvido (OD);
- Biológicos: Coliformes Fecais e Totais.

Os parâmetros estudados são relevantes para o uso principal que se faz do Córrego do Bonifácio, irrigação de hortaliças, consumidas *in natura*. Nesse sentido estes parâmetros deverão atender a legislação vigente:– Resolução CONAMA – nº 357 de 17/03/2005, que trata da classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento

Para as coletas foi utilizado metodologia desenvolvida no CRHEA USP/ SÃO CARLOS, no anexo se encontra um modelo em anexo 1.

Na tabela 9, apresenta-se as variáveis analisadas e as respectivas metodologias empregadas na realização das análises.

Tabela 9. variáveis analisadas e metodologia

Variável	Método	Equipamentos
pH	eletrométrico	pHmetro portátil, Digimed – DM-2
Temperatura Ar, Água (°C).	Termômetro de contato	Termômetro c/ coluna de Hg. Certificado, escala de 0 a 100°C c/ variação de 0,1°C.
Turbidez NTU	Nefelométrico	Turbidímetro Digital AP-2000
Condutividade elétrica (µS/cm)		Condutivímetro Portátil, DM-3.
OD (mg/L)	Método de Winkler Modificado	Titulador
Coliformes Totais e Fecais (NMP/100ml)	Substrato definido/Colilert	
Cor	Platina-cobalto	Aparato filtrante/leitura
N (mg/L)	Digestão com persulfato	Reator COD
NO3 (mg/L)	Digestão com persulfato	Reator COD
NH3 (mg/L)	Digestão com persulfato	Reator COD

Adaptado de CRUZ (2002)

4.1.2.2. O parâmetro de quantidade foi dimensionado através da vazão.

Diversos métodos de medida de vazão são utilizados de acordo com as dimensões do curso d'água e com a precisão desejada para a medida. Assim para pequenos cursos d'água, é comum utilizar-se um vertedouro para medir a vazão. Vertedouros são obstáculos colocados no caminho da corrente líquida para provocar um pequeno represamento.

Por ocasião do projeto em parceria CTH-USP/FAPESP/ETE Bendito Storani, foi desenvolvido para a medição da vazão do Córrego Bonifácio um Vertedouro Triangular de 120° com a equação dada abaixo, onde Q= Vazão e h = altura em cm , dada na régua.

Equação geral do vertedouro proposto

$$Q = 2,302 * (h)^{2,449} * 1000$$

Fonte: Medidores de Vazão para Pequenos Cursos D'água- Manual do Usuário

4.2. Compilação dos resultados

O período de amostragem dos resultados foi desenvolvido entre os meses de Janeiro a Dezembro de 2005. Ressalta-se que resultados preliminares da vazão na Bacia Hidrográfica do Córrego Bonifácio, de acordo com identificação no vertedor triangular, foram caracterizados em Dezembro de 2003, Janeiro e Fevereiro de 2004.

Procedeu-se durante todo o ano de 2005 nos períodos de seca e chuvoso, coletas para análises. Nesse período foi também registrado o índice pluviométrico na estação meteorológica instalada na ETE.

Estes índices serviram para a análise quantitativa (Q = vazão) do Córrego Bonifácio.

Os resultados foram trabalhados, observando-se a sazonalidade, em planilha eletrônica. Foram inicialmente verificados os seguintes parâmetros:

- mínimo - o menor valor verificado nos dados amostrados;
- máximo - o maior valor verificado nos dados amostrados;
- média – soma de todos os valores amostrados dividido pelo número de dados;
- desvio padrão – valor obtido para se estabelecer relações entre as médias aritméticas.
- o coeficiente de variação – desvio padrão dividido pela média.

Os resultados foram agrupados em dois grupos principais – dados de comportamento da quantidade da água e dados de qualidade, associados às características de sazonalidade. Foram construídos gráficos de vazões nas estações.

Os resultados monitorados como indicadores da qualidade do cenário ambiental da APA Jundiá-SP, sob a ótica da caracterização das condições da Bacia Hidrográfica do Córrego Bonifácio, foram submetidos a uma interpretação estatística.

O monitoramento da qualidade, enfatizando informações temporais e espaciais, permite avaliar os efeitos de fontes de poluição sobre os ecossistemas aquáticos e evidenciar as relações entre as variáveis estudadas e sua expressão sobre a variabilidade total dos dados (períodos de seca e chuvoso).

4.3 Avaliação do comportamento e usos da água

A área de estudo é provida de Estação Hidrometeorológica, e nesse caso, com instalação de pluviômetro, a ser usado para verificação de dados de precipitação no mesmo período das análises de qualidade da água.

Destaca-se que as referências dos dados de precipitação foram utilizadas como principal referência associação aos dados fluviométricos, organizando a partida ao banco de dados proposto na hipótese desta pesquisa e assim, enriquecendo a discussão dos resultados previstos.

O cruzamento das informações de quantificação da disponibilidade dos recursos hídricos, ainda foi fundamentado em pesquisas bibliográficas na busca por conclusões conjuntas em conformidade aos resultados de qualidade.

Do ponto de vista da qualidade, o levantamento desses resultados, atendendo aos quatro pontos de amostragem foram sujeitos a um tratamento estatístico e classificação atendendo aos preceitos de enquadramento dos corpos d'água previstos na Resolução Conama n.º 357/05.

A identificação das interferências na Bacia do Córrego Bonifácio, relacionando os diferentes usos e os resultados assim identificados (quantidade e qualidade), foi alvo das conclusões finais da pesquisa, relacionando-se as políticas públicas vigentes e diretrizes sobre o atual cenário assim verificado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Características da Bacia Hidrográfica do Córrego Bonifácio

Esta área de estudo, preliminarmente identificada por meio de visitas *in situ*, apresenta características de ocupação fragmentada, com relevância para a exploração agrícola e ocupações humanas em baixa escala. Deve-se destacar que, a maior parte da Bacia Hidrográfica coincide com a área da Escola Técnica Estadual Benedito Storani, unidade de formação técnica do *Centro Paula Souza*.

O Município de Jundiaí-SP confronta espacialmente com os Municípios de Louveira, Jarinu, Campo Limpo Paulista, Várzea Paulista, Franco da Rocha, Cajamar, Pirapora do Bom Jesus, Cabreúva e Itupeva, sendo importante ícone de referência na aglutinação do contexto *Hidrogeopolítico*. Jundiaí está inserido na divisão hidrográfica do Estado na UGRHI 5 – Piracicaba, Capivari, Jundiaí, sendo um importante pólo regional articulado com os centros metropolitanos de Campinas e São Paulo. Apresenta um alto índice de urbanização e um parque industrial desenvolvido.

A Bacia Hidrográfica do Córrego Bonifácio tem suas nascentes localizadas na Serra do Japi e está inserida na Zona de Conservação Hídrica na APA Jundiaí-SP.

Características da APA – área de 43.200ha, relevo apresenta vertentes abruptas e declividades altas, com cobertura densa e a fauna a ela associada.

O córrego Bonifácio atravessa três propriedades agrícolas particulares, entra na Escola Técnica Estadual Benedito Storani e é represado (represa com área de 2,2ha). O uso preponderante até sua entrada na ETE é de exploração agropecuária (criação de cabras, cavalo, peixes e flores).

No vizinho mais próximo da ETE, o córrego é represado, e o uso é para harmonia paisagística e para balneabilidade, sendo que este proprietário construiu um “spa”. Estas propriedades não tratam os efluentes produzidos (exploração animal e esgoto doméstico).

Ressalta-se que nenhum dado concreto do uso, quantitativo ou qualitativo do trecho a montante, foi possível de obter, pois os três proprietários impediram a entrada para realização de coletas e ou outros estudos.

A sobreutilização das terras é sugerida pela degradação do meio físico, que vem ocorrendo a montante da represa.

O relevo da bacia se caracteriza por uma topografia de morros, com cotas variando de 1133 a 726m.

O solo se compõe de horizontes de rocha cristalina alterada e semi-alterada, podendo comportar-se como aquíferos de porosidade granular. Há predominância gnaisses, granitos e outras rochas metamórficas. (relatório Síntese do PCJ – 25002/2003).

O clima, pela classificação de Köppen, corresponde ao Cwb – tropical de altitude (site de Jundiá visitado em 6/10/2005).

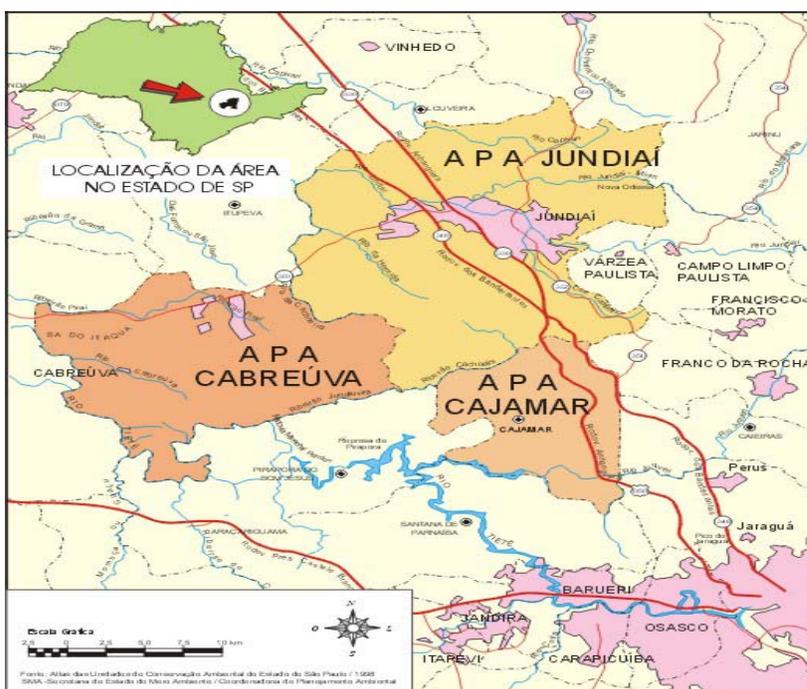


Figura 12 – APAs Cabreúva Jundiá



Figura 13 – Ponto abaixo da área agricultável – o detalhe indica a divisão da vazão do Córrego Bonifácio, a indicação da seta mostra o sentido da calha do manancial.

Os resultados verificados nas formas de usos da água na Bacia do Córrego Bonifácio denotam uma expressiva ocupação, em associação às características verificadas e previstas para preservação, quanto à designação de Área de Proteção Ambiental – APA. Todavia, a realidade observada em campo, pela oportunidade do desenvolvimento desta pesquisa, expressa que, as formas de ocupação em áreas de mananciais, datam de períodos anteriores aos registros das publicações de legislações vigentes para a questão da gestão de recursos hídricos e, nesse caso também, a publicação da Lei N. ° 43.284/98 que regulamenta a APA Jundiaí-SP.

Um dos desafios para implementação das políticas e ações previstas para avanços no setor de planejamento e gestão de recursos hídricos centra-se na conciliação entre uma realidade já instalada, quanto às formas de apropriação e uso do território, e suas reais características de aptidão.

5.2. Vazão do Córrego Bonifácio.

De acordo com o Decreto nº 10.755, de 22 de novembro de 1987, que dispõe sobre o enquadramento dos corpos d'água, o Córrego Bonifácio pertence a Classe 2.

A vazão foi dimensionada no ponto 2 – represa. A quantificação foi realizada através da leitura da régua e do vertedouro ali instalados, e o volume médio da vazão calculada foi de 28,06L/s.

Com os dados da vazão apresentados abaixo (tabela 10) pode-se observar que em fevereiro de 2005 há um desnível acentuado na vazão, o que foi comparado com pesquisas de anos anteriores e notou-se uma grande discrepância em volume de água no período chuvoso. Foi comparado também, com os dados pluviométricos e o mês de fevereiro apresentou um baixo índice de chuva.

Tabela 10 – médias mensais da vazão do Córrego Bonifácio (ano de 2005)

Meses/2005	Meses	VMN L/s	DP	CV
janeiro	1	52,26	23,25	2,25
fevereiro	2	25,33	7,43	3,41
março	3	51,56	42,92	1,20
abril	4	28,60	12,85	2,23
maio	5	7,95	10,36	0,77
junho	6	19,02	13,73	1,39
julho	7	13,25	16,49	0,80
agosto	8	10,43	2,67	3,91
setembro	9	26,17	15,34	1,71
outubro	10	49,61	56,46	0,88
novembro	11	25,61	37,84	0,68
dezembro	12	26,95	28,32	0,95

VMM L/s – vazão média mensal, litros/seg; DP- desvio padrão; CV- coeficiente de variação

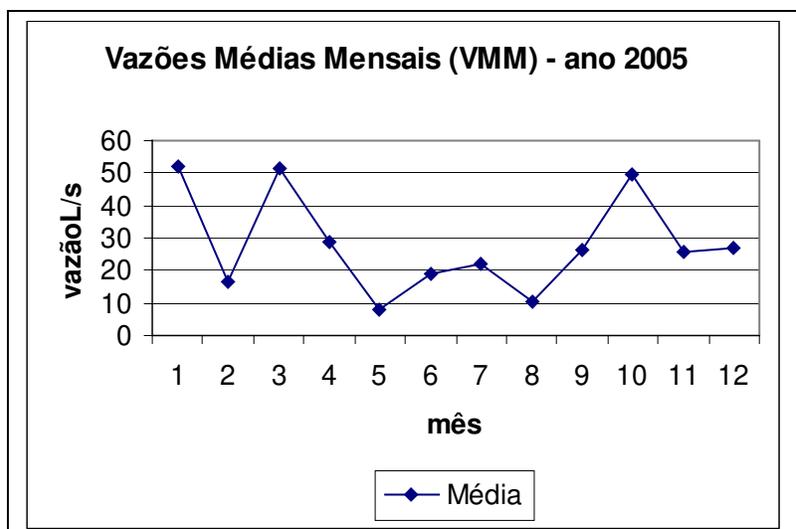


Figura14 – VMM- vazões médias mensais.

Observa-se na figura que nos meses de menores índices de vazão (meses de maio, junho, julho e agosto) a média é de 14 L/s. Considerando que só no Projeto Vale Verde, localizado na área da ETE o consumo para irrigação de hortaliças é em torno de 11 L/s (dado fornecido pelo Eng. Agrônomo responsável pelo projeto) há um limite para utilização do Córrego Bonifácio. Nos meses de maio e agosto de 2005, os usuários a montante da ETE, fizeram uso de água para irrigar 1ha de palmito pupunha, e a vazão ficou baixa, atingindo nível de 7,95 L/s.

Essa demanda é agravada pela APTA – IAC Jundiáí, que bombeia água da represa com a finalidade de consumo humano (após realização de um pós-tratamento). Não foi possível obter dados do volume de água que é retirado.

Indústrias localizadas à jusante da ETE apresentaram dados, de total ausência de água para suas atividades, quando na estação seca de 2004. Durante a pesquisa foram realizadas visitas ao longo do curso do Córrego Uirapuru (que recebe o Córrego Bonifácio), e estas visitas revelaram um total descaso dos responsáveis pela implantação da duplicação da Rodovia Dom Gabriel Bueno Couto, o que em muito colaborou para a ausência de água nas indústrias.

Fica evidenciada, pelas exposições acima, a necessidade de realizar uma gestão compartilhada dessa água, considerando que a capacidade de produção de água pelo Córrego Bonifácio, não é garantida na seca.

5.3. Qualidade das Águas do Córrego Bonifácio

5.3.1. Avaliação dos Dados Obtidos ao Longo do Tempo

As variações dos resultados obtidos nas amostragens ao longo do tempo estão apresentados nas figuras A.1.1. ao A.1.12.

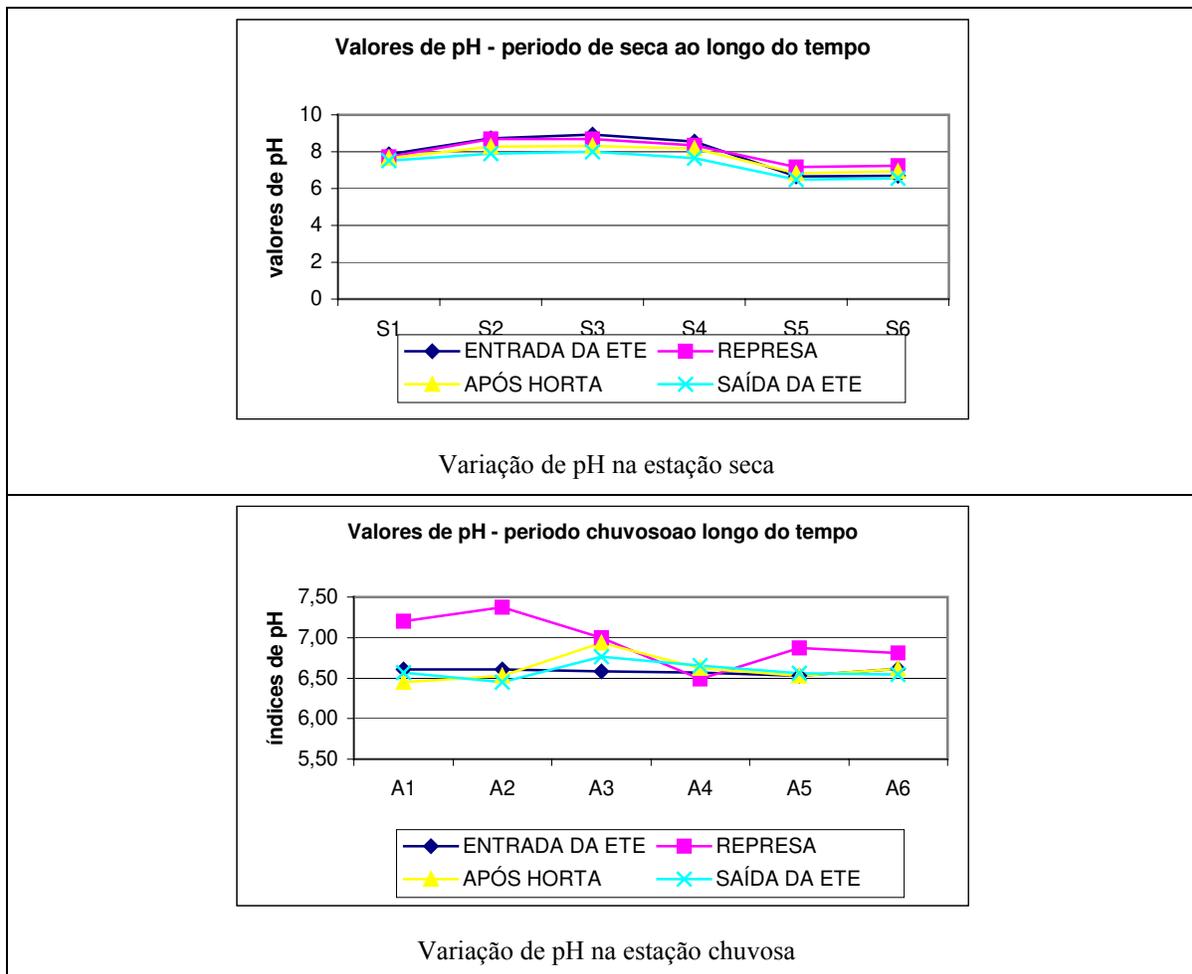
Os dados são apresentados conforme a estação amostrada e datas de amostragem, ou seja:

S1	Valor médio dos dados referentes a coletas de 13/julho/ 2005
S2	Valor médio dos dados referentes a coletas de 19/julho /2005
S3	Valor médio dos dados referentes a coletas de 25 / julho /2005
S4	Valor médio dos dados referentes a coletas de 9 / agosto /2005
S5	Valor médio dos dados referentes a coletas de 16/ agosto / 2005
S6	Valor médio dos dados referentes a coletas de 23/ agosto / 2005
A1	Valor médio dos dados referentes a coletas de 7/ dezembro / 2005
A2	Valor médio dos dados referentes a coletas de 13/ dezembro / 2005
A3	Valor médio dos dados referentes a coletas de 20/ dezembro/ 2005
A4	Valor médio dos dados referentes a coletas de 5/ janeiro/ 2005
A5	Valor médio dos dados referentes a coletas de 11/ janeiro/ 2005
A6	Valor médio dos dados referentes a coletas de 18/ janeiro/ 2005

Ao longo do tempo, de acordo com as figuras abaixo, alguns dos parâmetros estudados demonstraram resultados com aspectos relevantes, tais como:

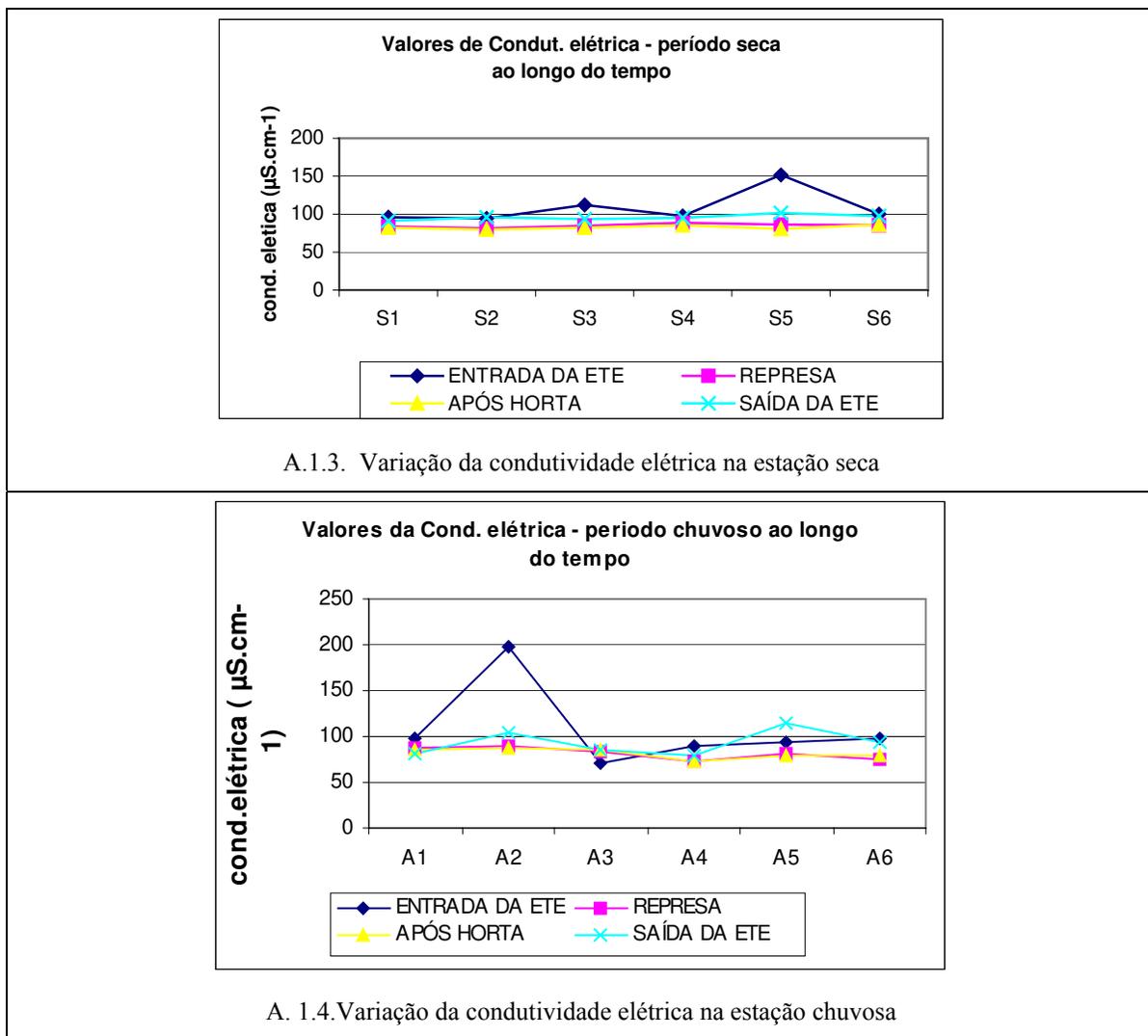
- Na figura A.1.1. verifica-se que o valor de pH nas amostras S1, S2 e S3 (julho de 2005) estiveram sempre igual ou superior a 8, sendo mais elevado nas amostras coletadas na represa. Trata-se, portanto, de valores de pH relativamente elevados e provavelmente em função da grande incidência de luz no período que favorece a proliferação de algas. As algas quando realizam fotossíntese utilizam carbonato das águas, que é a principal fonte de acidez das águas.

Figura A.1.1. – variação de pH nas estações de seca e chuvosa.



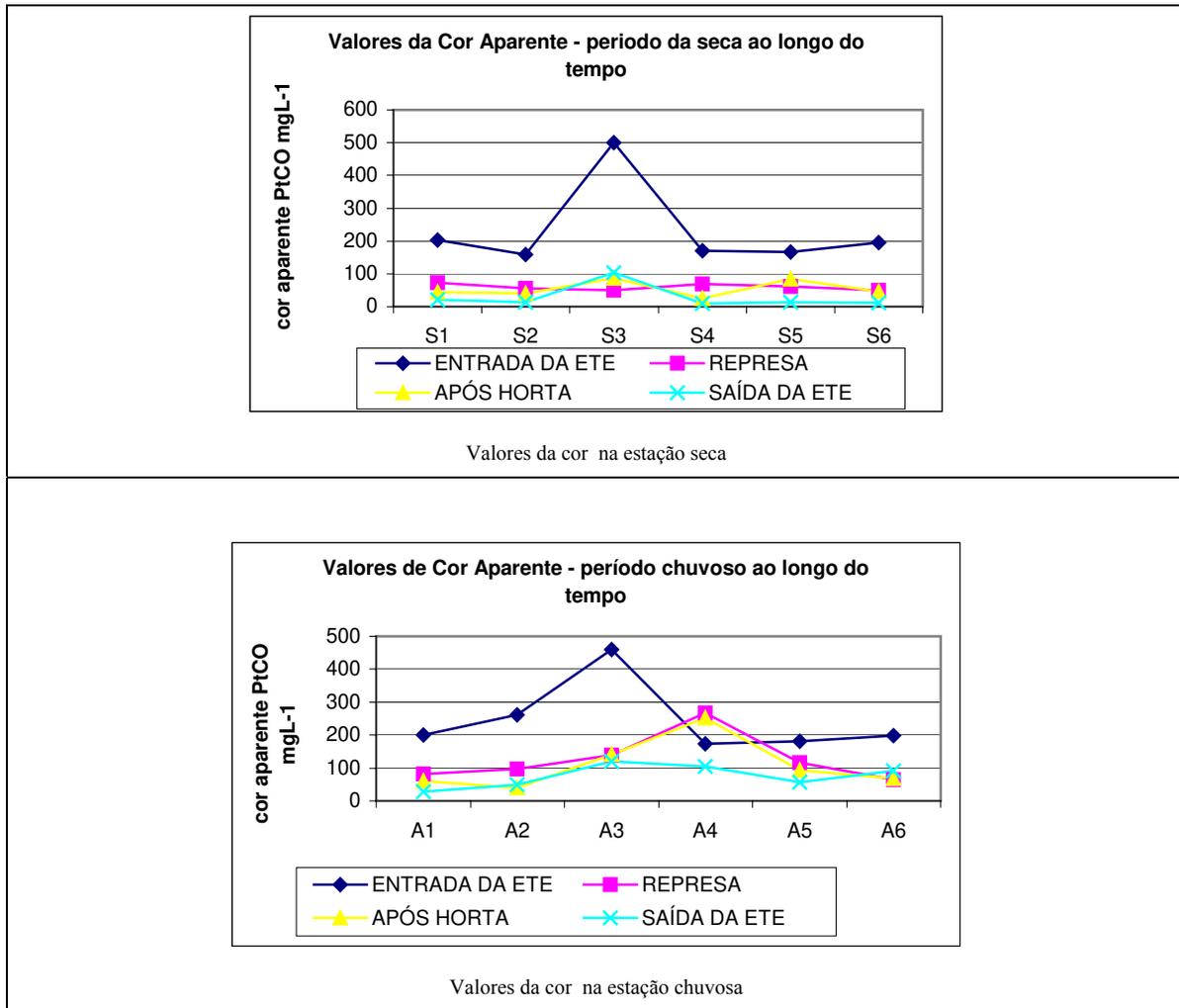
- Os valores de condutividade elétrica apresentados na figura A.1.2. , estiveram a maior parte do tempo próximos a $100\mu\text{S}/\text{cm}$, tendo ocorrido apenas 2 eventos (A5 e A2) quando os limites obtidos na Entrada da ETE alcançaram valores superiores a $150\mu\text{S}/\text{cm}$. Considerando que a condutividade mede a quantidade de íons dissolvidos na água e é um indicador dos impactos ambientais do corpo d'água, pode-se inferir que a represa está funcionando como um depurador da qualidade das águas. Em S5 2 A2 são mostrados altos valores de condutividade elétrica. Vale observar que este parâmetro é sempre mais elevado no ponto Entrada da ETE.

Figura A.1.2 . variação de condutividade elétrica estações de seca e chuvosa.



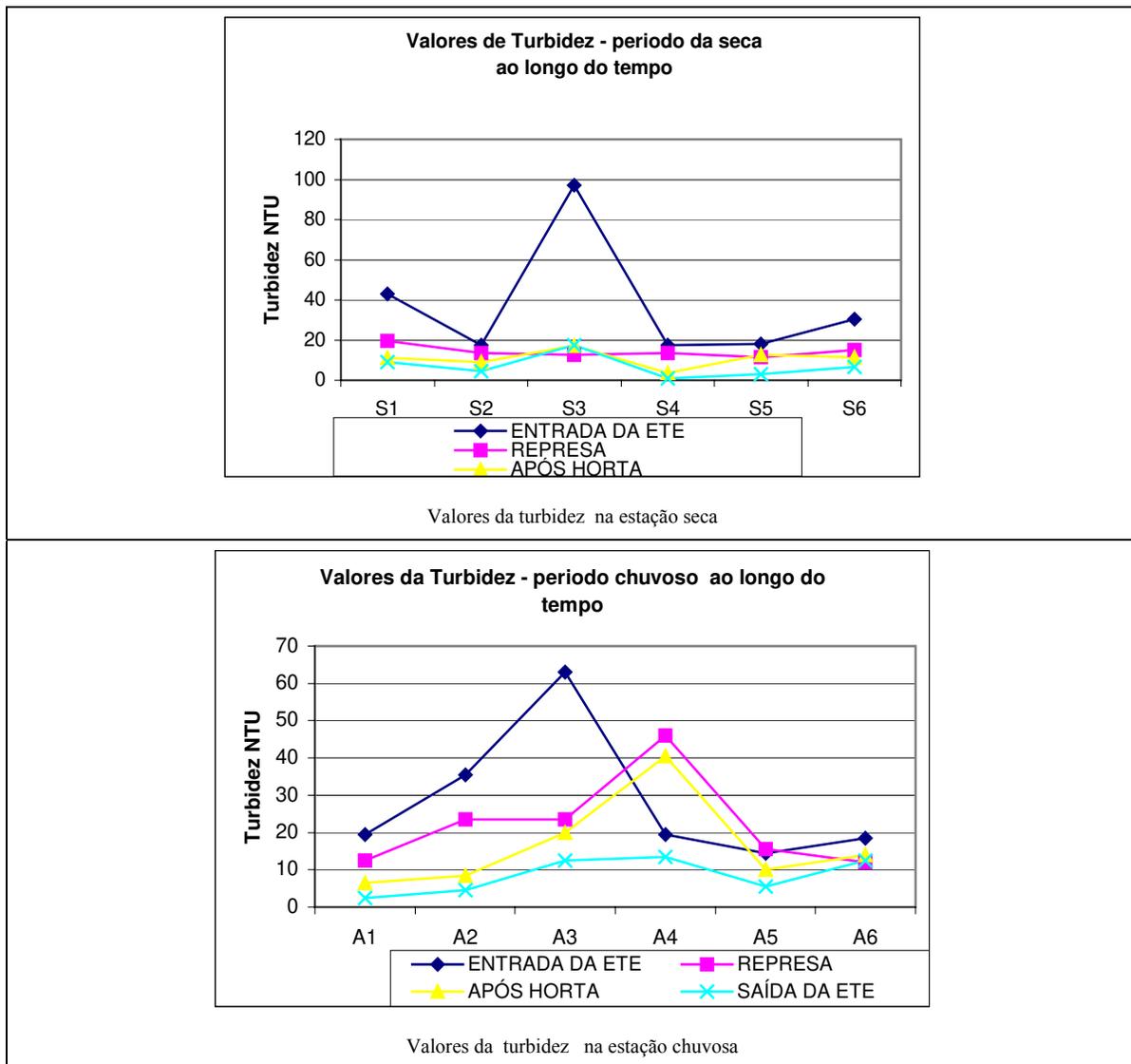
- Na figura A.1.3 onde são representadas as leituras de cor, verifica-se valores máximos nas datas S3(25/07) e A3(20/12) nas amostras coletadas na Entrada da ETE. As demais leituras estiveram abaixo de 100mg/LPtCo para o período da seca, e variando até 300mg/LPtCo para amostras da represa em A4(05/01). Os resultados sugerem que os valores mais elevados verificados na Entrada da ETE são decorrentes da presença de “wetland” no local, cuja decomposição de vegetação contribui com formação de colóides, que são responsáveis pela cor das águas. (KADLEC e KNIGHT,1995)

Figura A.1.3 . Variação da cor nas estações de seca e chuvosa.



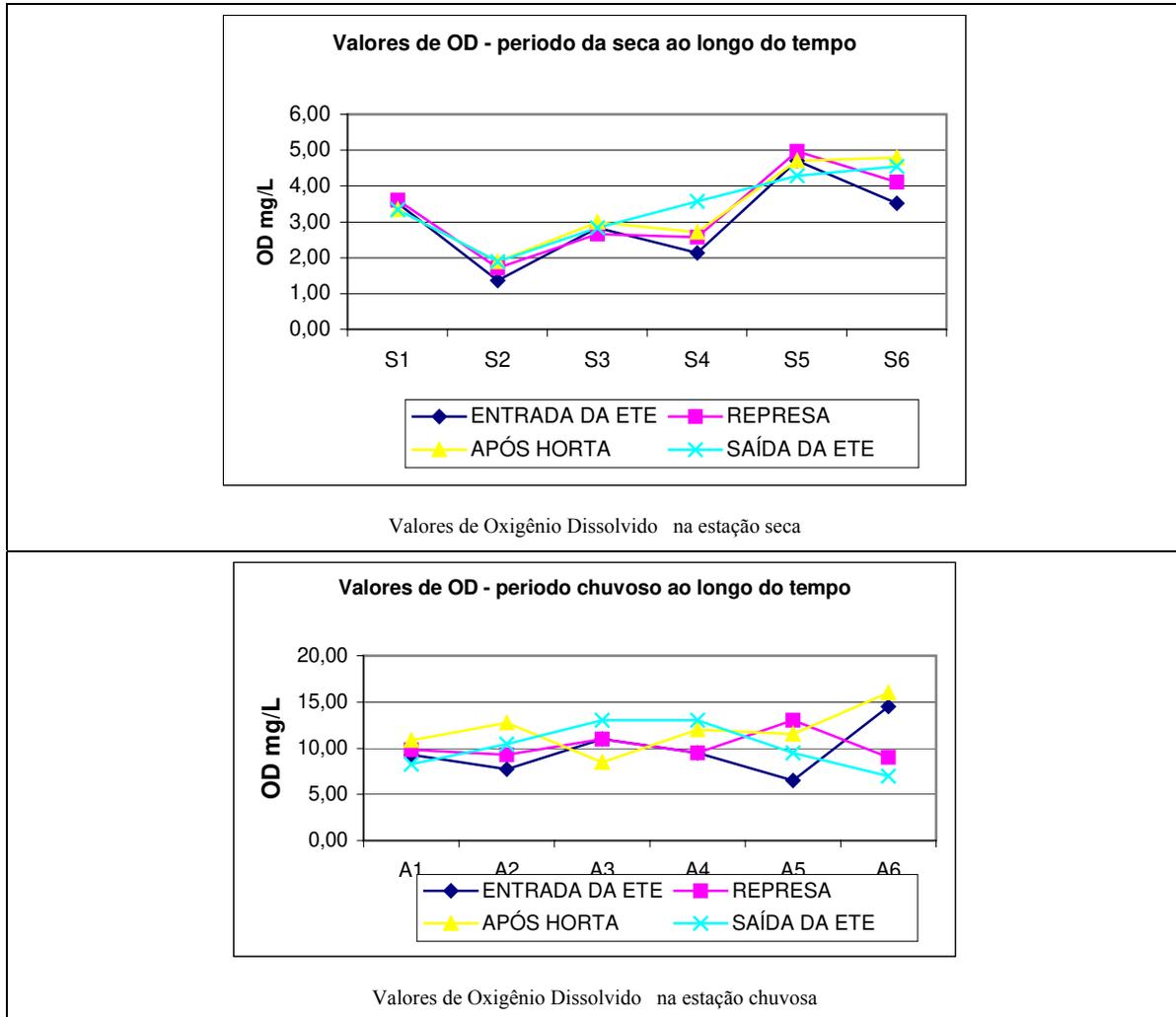
- No gráfico A.1.4 os valores altos de turbidez coincidem com os eventos altos da cor, também para amostras obtidas no ponto1 – entrada da ETE. Os valores variaram mais no período chuvoso, quando ocorre carreamento de material particulado para corpo d’água. Em S3 observa-se alto valor da Turbidez (perto de 100NTU), valor esse muito próximo da condição de qualidade da água, de acordo com Resolução nº 357/05 que indica valor máximo de .100.NTU.. A alta Turbidez é também observada em A3, e se explica, pois houve um evento (chuva) de 80mm na noite anterior à coleta .

Figura A.1.4. Variação da Turbidez nas estações de seca e chuvosa.



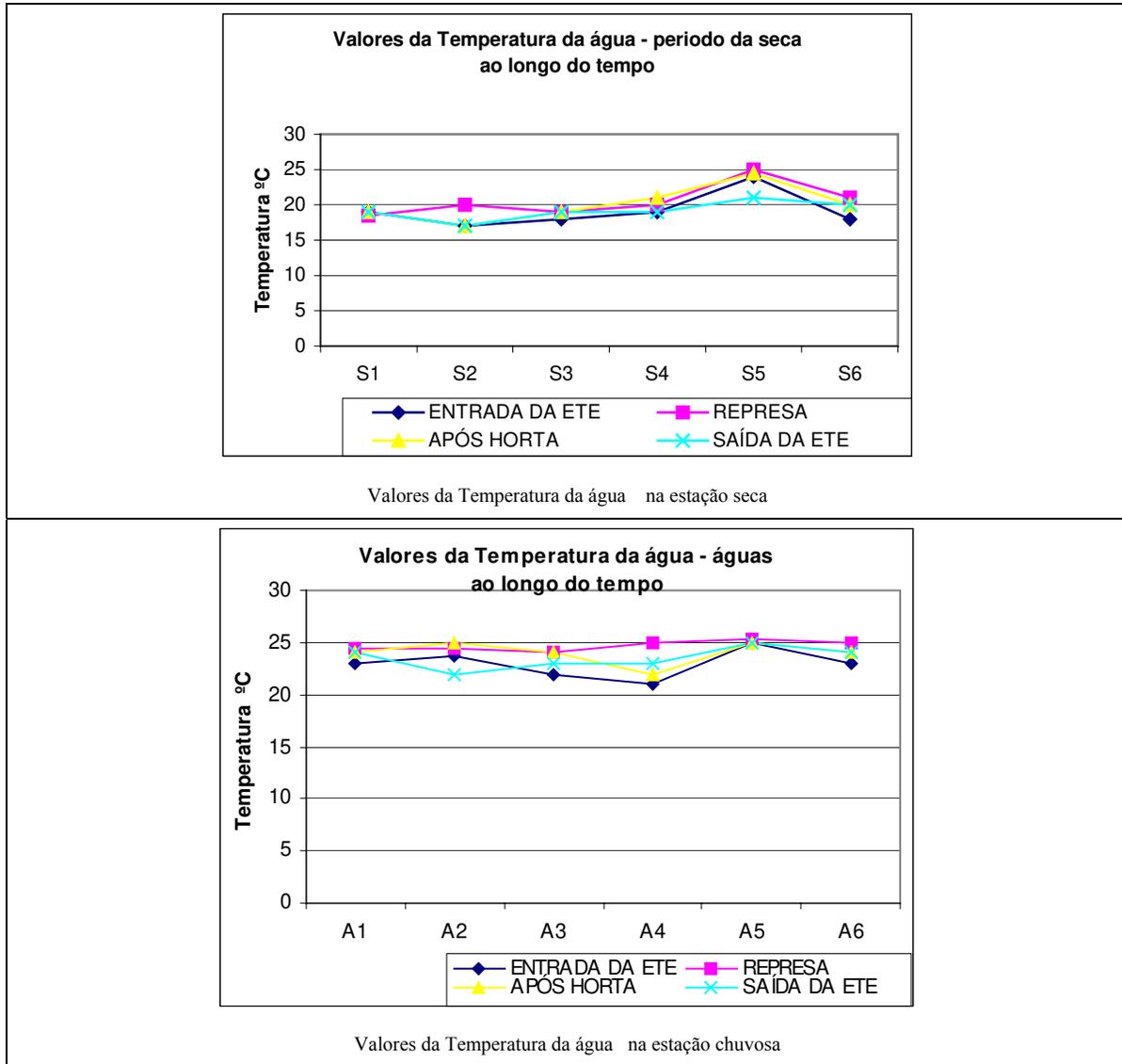
- No gráfico A.1.5. as concentrações de Oxigênio Dissolvido estiveram entre 4 e 5mg/L no período da seca para todas as amostras coletadas. No período chuvoso, essas concentrações ficaram bem mais elevadas para todas as amostras coletadas, com concentrações próximas e acima de saturação, o que indica um processo de eutrofização.

Figura A.1.5. Variação do Oxigênio Dissolvido nas estações de seca e chuvosa.



- No gráfico A.1.6 a temperatura das águas estiveram em torno de 20°C no período da seca e em torno de 25°C no período das águas.

Figura A.1.6. Variação da Temperatura da água nas estações de seca e chuvosa.



- Conforme gráficos A.1.7 e gráfico A.1.8 a maioria das leituras das concentrações de coliformes totais estiveram em torno de 10.000 NMP/100mL no período das secas e acima deste valor no período das chuvas. Trata-se de valores muito elevados, especialmente considerando o uso para irrigação de hortaliças preconizado pela Res CONAMA nº357/05 que deve ser não maior de 200 NMP/100ml. Já as leituras de coliformes fecais, que melhor caracterizam as condições sanitárias do corpo d'água, apresentam um cenário um pouco mais favorável. Durante o período da seca, das amostras coletadas na represa e após a horta apresentaram concentrações inferiores a 100 NMP/100mL; no período das chuvas somente em 2 eventos (A3 e A4). As concentrações das amostras coletadas após a horta estiveram acima de 100 NMP/100mL.

Figura A.1.7 . Variação de Coliformes Totais nas estações de seca e chuvosa.

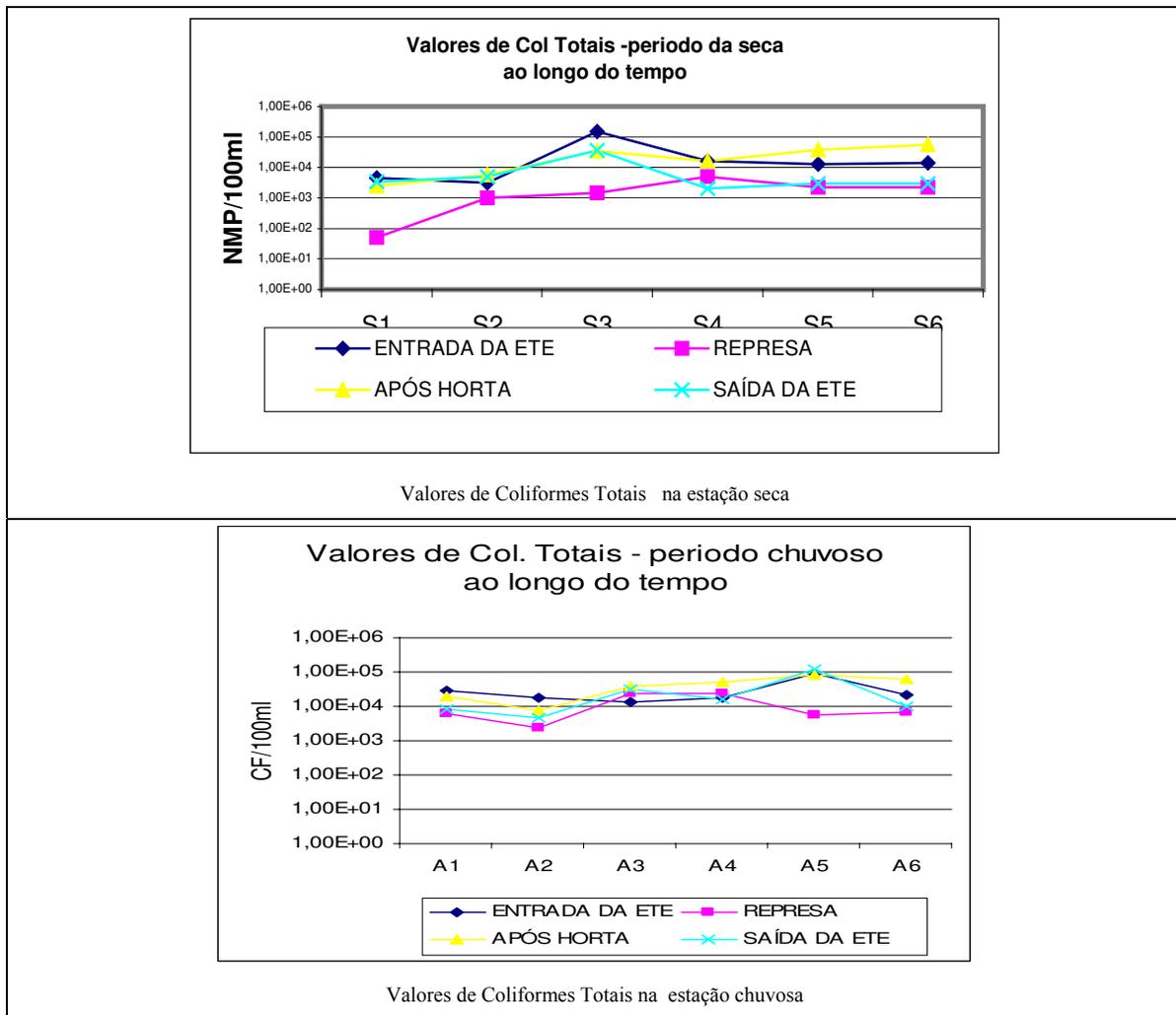
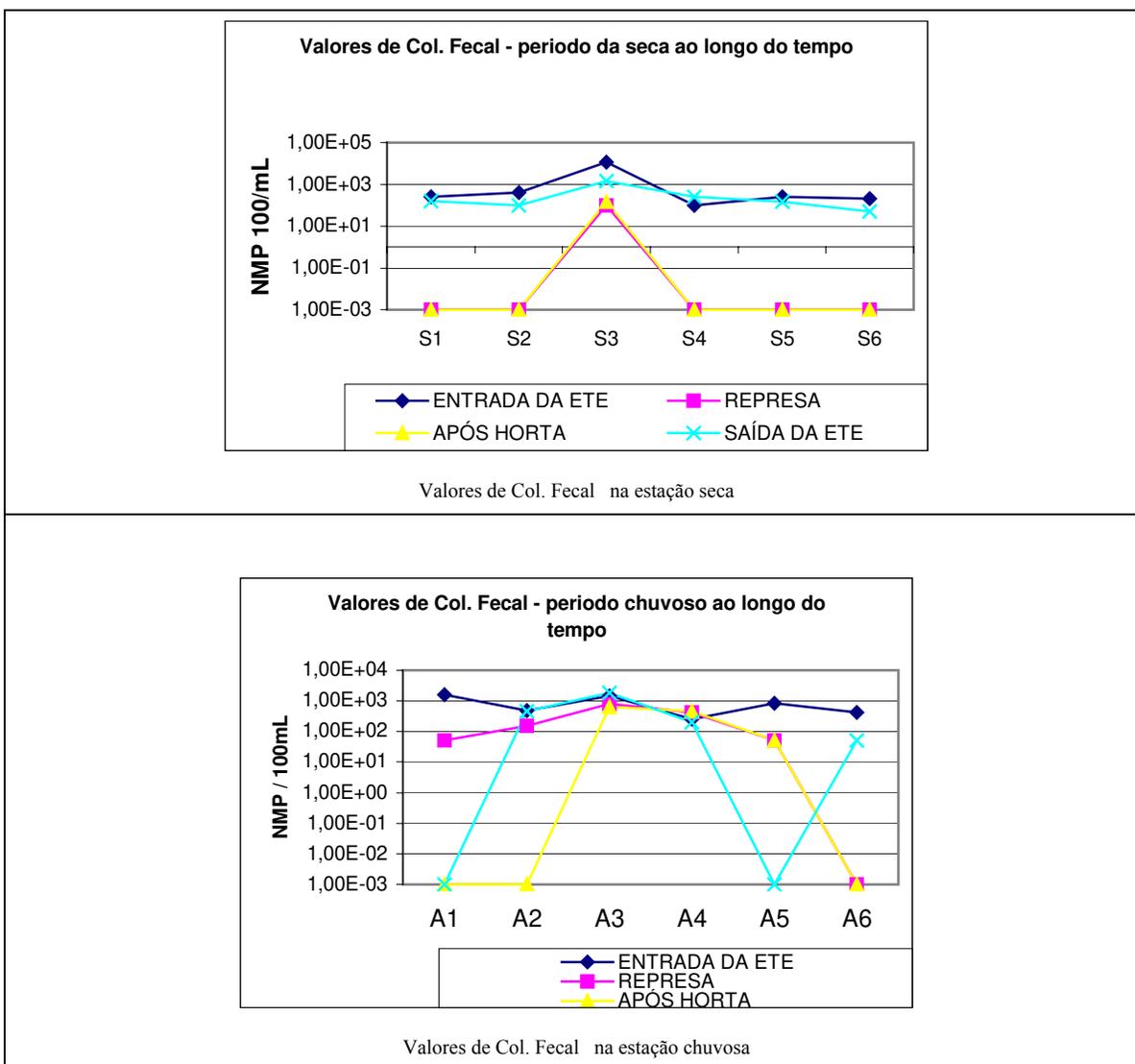


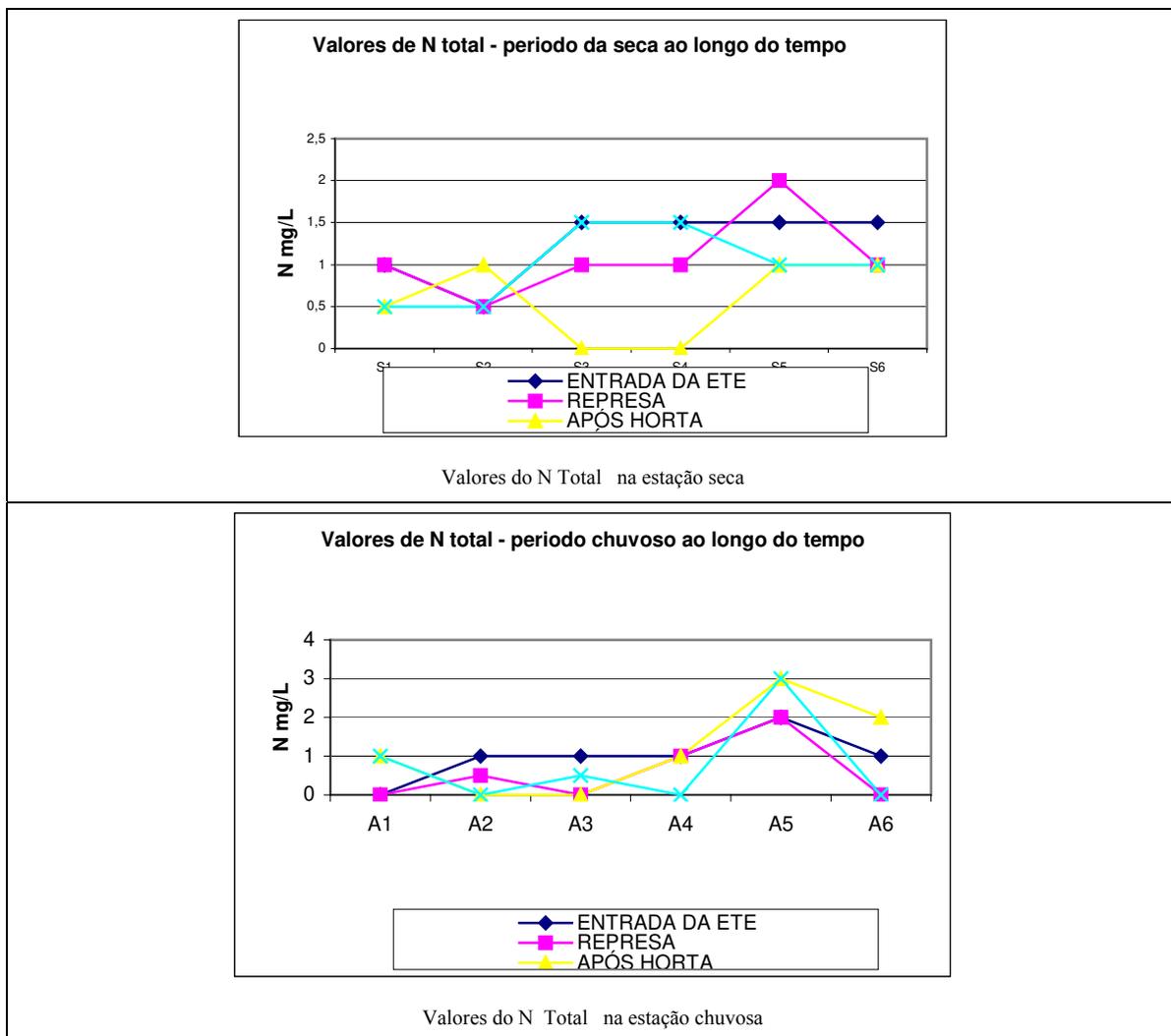
Figura A.1.8. Variação de Coliformes Fecais nas estações de seca e chuvosa.



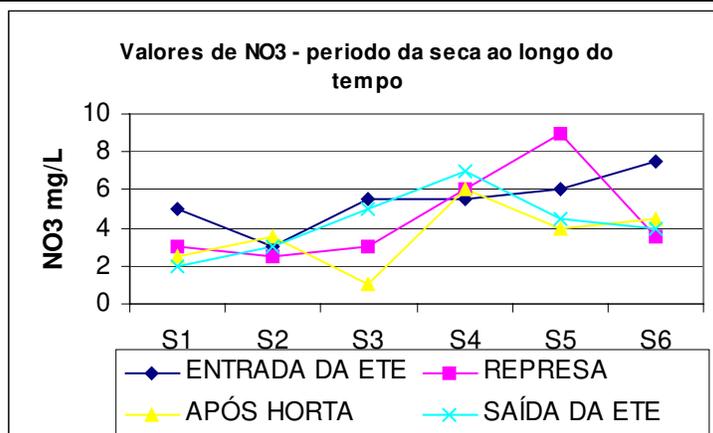
- Vários são os fatores verificados no campo que podem estar contribuindo para os elevados concentrações de coliformes verificados:
 - criação de animais (cavalos e cabras) realizadas a montante da entrada da ETE;
 - descarga *in natura* de fossas do “spa” construído a montante da entrada da ETE;
 - presença de animais silvestres (especialmente capivaras);
 - produção de hortaliças (Projeto Vale Verde) faz uso de grande quantidade de Matéria orgânica (compostagem).

- Nos gráficos A.1.9, A.1.10 e A.1.11 as concentrações de N total apresentaram grande variação entre as diferentes amostras coletadas nos períodos da seca e chuva.
- As concentrações estiveram sempre abaixo de 2,0mg/L em todo período da seca e abaixo ou igual a 1,0mg/L nas 4 primeiras amostras do período das águas. As concentrações de N, NO₃ e NH₃ na represa apresentam um incremento nas duas estações (chuva e seca), apresentando pouca concentração no eventos S3 e A5. Esse padrão sugere que a Represa também funciona como um filtro acumulador de nutrientes.

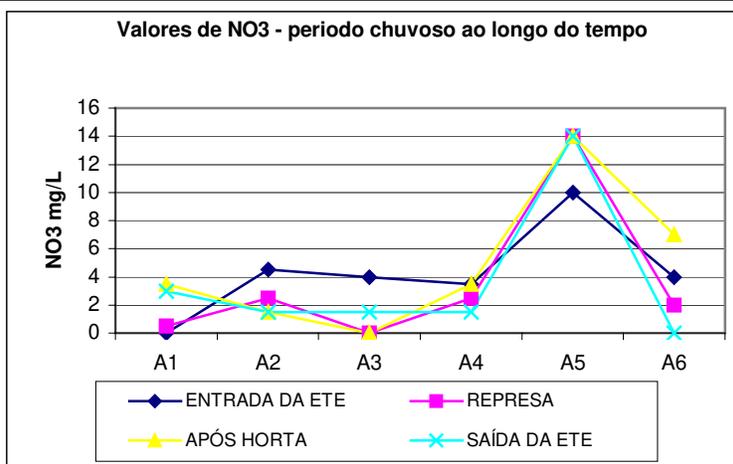
Figura A.1.9. Variação do Nitrogênio Total nas estações de seca e chuvosa.



Figuras A.1.10. Variação do Nitrato nas estações de seca e chuvosa

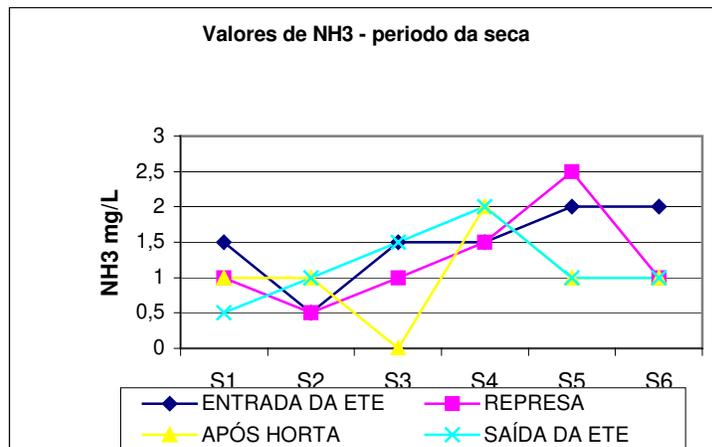


Valores do Nitrato na estação seca

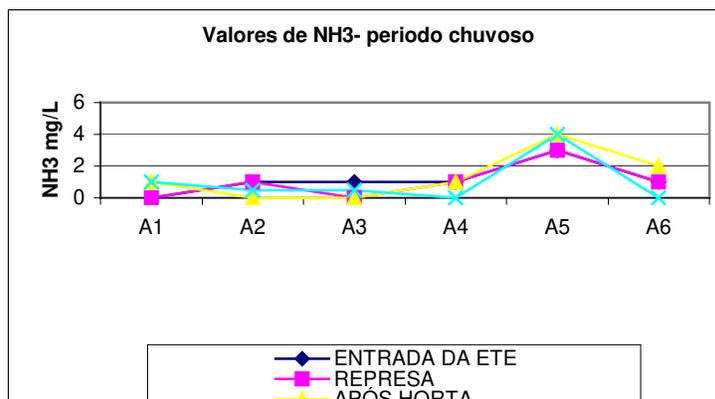


Valores do Nitrato na estação chuvosa

Figura A.1.11. Variação da Amônia nas estações de seca e chuvosa



Valores de Amônia na estação seca



Valores de Amônia na estação chuvosa

Os resultados médios relativos aos 12 parâmetros estudados são apresentados na tabela 11.

parâmetro/ unidade	Seca					Chuva				
	mínimo	máximo	média	D.P.	C.V.	mínimo	máximo	média	D.P.	C.V.
NO3 (mg/L)	0,0001	15	7,5	10,61	1,41	0,0001	14	7	9,9	1,41
N (mg/L)	0,0001	2	1	1,41	1,41	0,0001	3	1,5	2,12	1,41
NH3 (mg/L)	0,0001	4	2	2,83	1,41	0,0001	4	2	2,83	1,41
CT (CF/100ml)	0,0001	92080	46040,00	65110,39	1,41	1350	241920	121635,00	170108,68	1,4
CF (CF/100ml)	0,0001	12230	6115,00	8647,92	1,41	0,0001	2460	1230,00	1739,48	1,41
Cor (PtComg/L)	6	501	253,50	350,02	1,38	29	463	246,00	306,88	1,25
Turb (NTU)	0,001	97	48,50	68,59	1,41	2	199	100,5	139,3	1,39
pH	6,48	8,93				6,44	7,35			
CE (mS/cm)	79,2	196,7	137,95	83,09	0,6	70,8	198,8	134,80	90,51	0,67
OD (mg/L)	3,6	5	4,30	0,99	0,23	3,6	16,2	9,90	8,91	0,9
T° ar (°C)	16	32	24,00	11,31	0,47	20	27	23,50	4,95	0,21
T° água (°C)	17	25	21,00	5,66	0,27	20	25	22,50	3,54	0,16

Tabela 11 – valores dos dados físicos, químicos e biológicos do Córrego Bonifácio. NO3 – nitrato, N= nitrogênio total, NH3= amônia livre, CT= coliforme total, CF= coliforme fecal, Cor= cor aparente, Turb= turbidez, pH = potencial hidrogeniônico, CE =condutividade elétrica, OD= oxigênio dissolvido, T°ar= temperatura do ar e T°água= temperatura da água. DP – desvio padrão; CV coeficiente de variação.

5.3.2. Avaliação do Enquadramento do Córrego Bonifácio

Para verificar o enquadramento do corpo d'água com o definido pela Resolução 357/2005 foram comparadas às médias dos resultados obtidos no período da seca e chuva com os valores definidos na citada Resolução CONAMA nº 357/05, conforme apresentado na Tabela 12 abaixo.

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo	Média Seca	Média Chuvas
pH		6,0 a 9,0	7,7	6,9
Coli Total	CT/100 ml	1000	46040,0	121635,0
Coli Fecal	CF/100 ml		6115,0	1230,0
Cor	PtCo mg/l	75	253,0	246,0
Turbidez	NTU	100	48,5	100,5
Condutividade	mS/cm		138,0	134,8
Nitrogênio Total	mg/L		1,0	1,5
N Amoniacal	mg/L	****	2,0	2,0
Nitrato	mg/L	10	7,5	7,0
O D	mg/L		4,20	8,75

**** Nitrogênio Amoniacal Total- é definido em função do pH, sendo 3,7 mg/l para $pH \leq 7,5$; 2,0 mg/l para $7,5 \leq pH \leq 8,0$; 1,0 mg/l para $8,0 \leq pH \leq 8,5$ e 0,5 para $pH > 8,5$

Conforme verificado, os parâmetros analisados que extrapolaram os padrões previstos na Resolução CONAMA 357/2005 para a Classe do rio foram os Coliformes Totais e a Cor. Com relação aos Coliformes Totais, os valores obtidos extrapolaram 46 vezes a 121 vezes o valor permitido na legislação. Vale ressaltar, no entanto, que felizmente somente cerca 1 a 10% desses coliformes eram de origem fecal. Ainda assim esses valores são preocupantes considerando a destinação das águas para irrigação de hortaliças.

Com relação a cor, os valores médios verificados extrapolaram aos padrões permitidos em cerca de 150%. Além disso, as concentrações de oxigênio dissolvido estiveram abaixo do valor mínimo permitido (5,0mg/L) no período da seca, provavelmente em função da elevada demanda de oxigênio verificada a montante do trecho analisado. Já os demais parâmetros analisados estiveram dentro dos valores máximos permitidos na citada Resolução, tendo o nitrogênio amoniacal atingido os valores limite no período seco e a turbidez no período das chuvas.

5.3.3. Comparação dos Dados Obtidos nos Períodos Seca e Chuva

Já a distribuição dos resultados destes parâmetros durante as fases de monitoramento (seca/água) é apresentada nas Figuras abaixo. Os gráficos representam sempre a situação de seco (estiagem) e período de água (chuvoso).

Parâmetros Químicos

Valores de pH

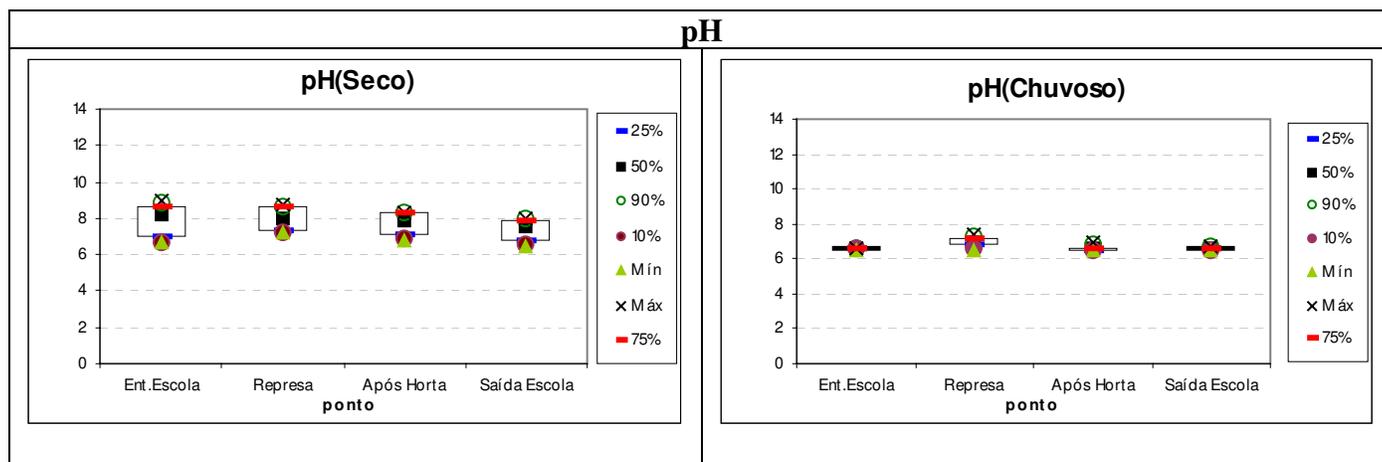


Figura 15

Na figura 15 pH (seca) observa-se maior elevação do pH no período da seca do que no período chuvoso. Na seca há maior incidência de luz, isto se explica pela ausência de dias nublados e presença de nutrientes na represa favorecem a proliferação de algas. O pH em geral apresenta valores elevados comparados com outros valores da região (Córrego Pirai - 6,8 ; CETESB 2005). Uma provável explicação dessas concentrações elevadas de pH pode ser associada aos efluentes do “spa” encontrado a montante, onde existe criação de peixes e piscinas, que requerem águas mais alcalinas.

Valores de Oxigênio Dissolvido

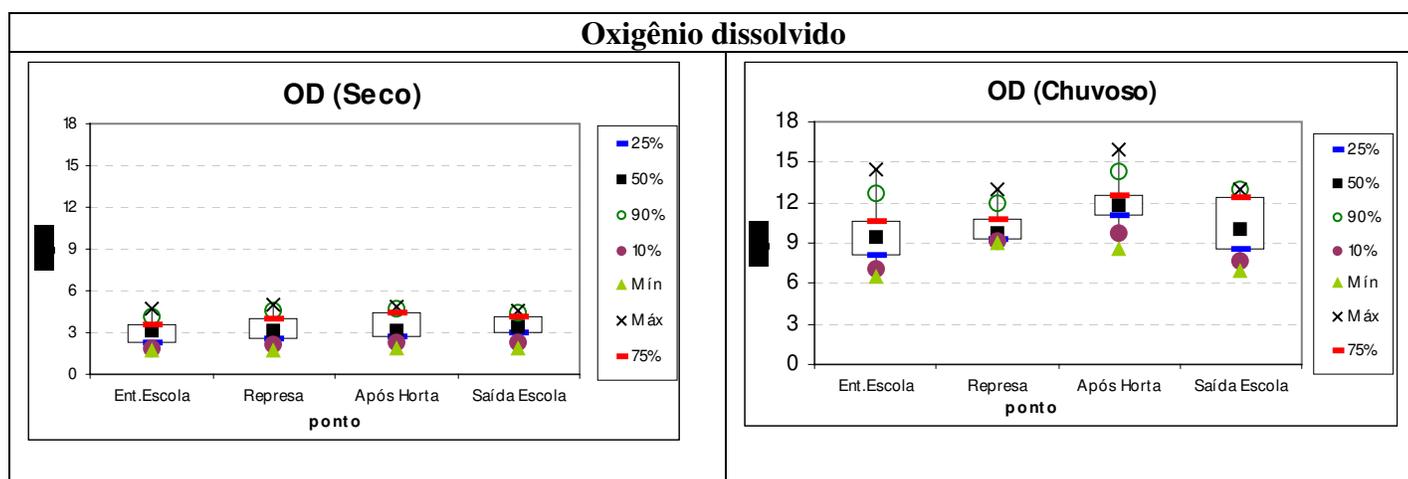


Figura 16

Pela figura 16, os dados do parâmetro OD apresentam menor dispersão, independentemente da época de chuva ou seca estudados. No período da seca os valores estiveram em todas as amostras, bem abaixo dos valores do período das chuvas. Os gráficos mostram que há saturação de OD no período chuvoso. Essa elevação pode ser devido à presença de algas na amostra que levam a supersaturação. (von SPERLING, 2005).

Valores de Nitrogênio

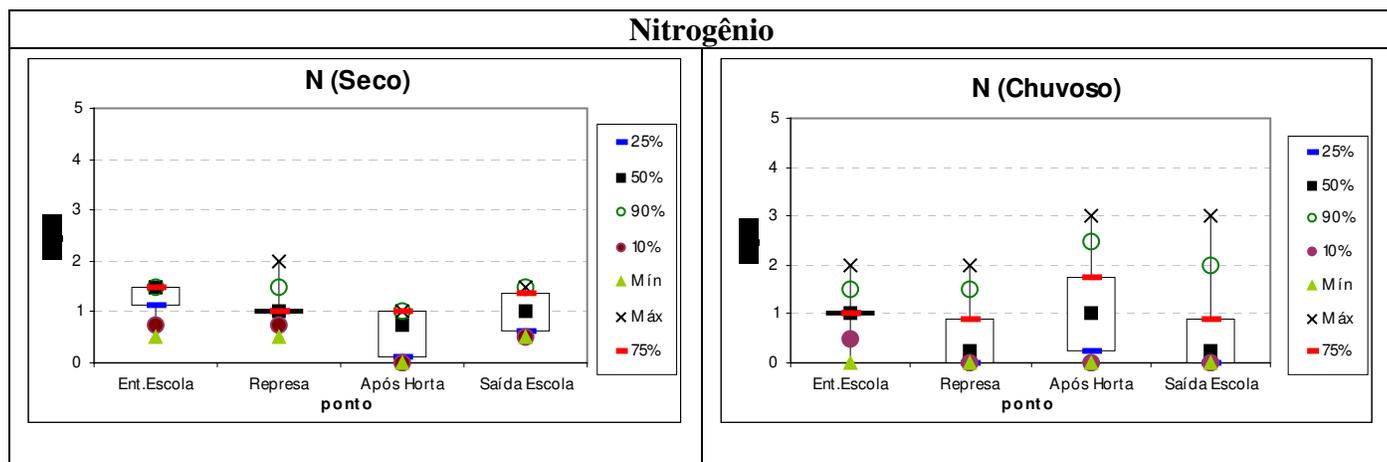


Figura 17

Valores de Nitrogênio Amoniacal

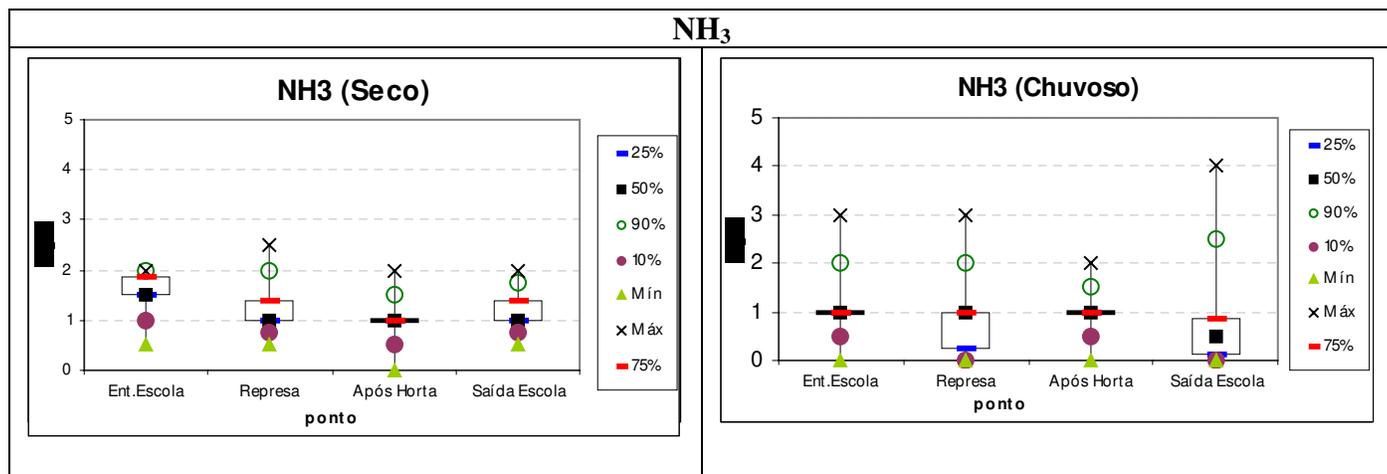


Figura 18

Os valores do Nitrogênio amoniacal apresentaram sempre relativamente elevados nos períodos de seca e chuvas. Essas concentrações aliadas a temperaturas e pH elevados, como os verificados no trecho estudado, podem ser tóxicos para peixes (www.educar.se.usp.br/ visitado em 12/12/05)

Valores de Nitrato

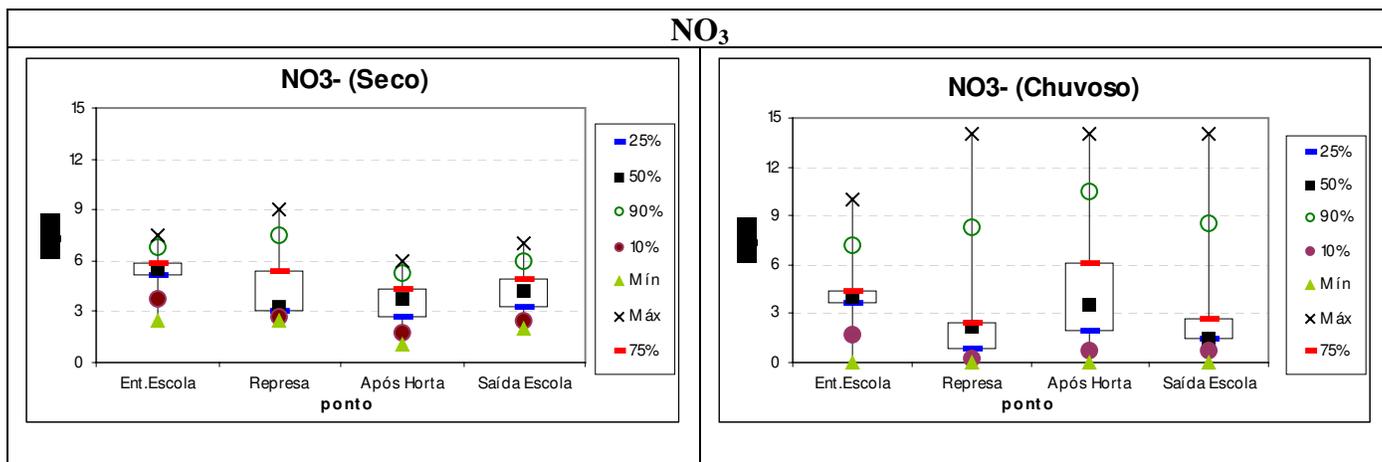


Figura 19

Conforme as figuras 17,18 e 19 que representam as concentrações das formas de nitrogênio ao longo do trecho analisado verificam-se um pequeno incremento das concentrações de N total e nitrato no ponto após a horta (ponto 3). Isso se deve provavelmente ao uso de compostagem e irrigação realizada na horta aliado à erodibilidade e conseqüente carregamento de materiais pelo curso do Córrego.

No ponto 1 (entrada da ETE) verifica-se elevada concentração de nitrato nos períodos estudados, mostrando que os usos a montante estão contribuindo com um grande afluxo de poluentes para o trecho estudado.

Parâmetros Biológicos

Valores de Coliformes Totais

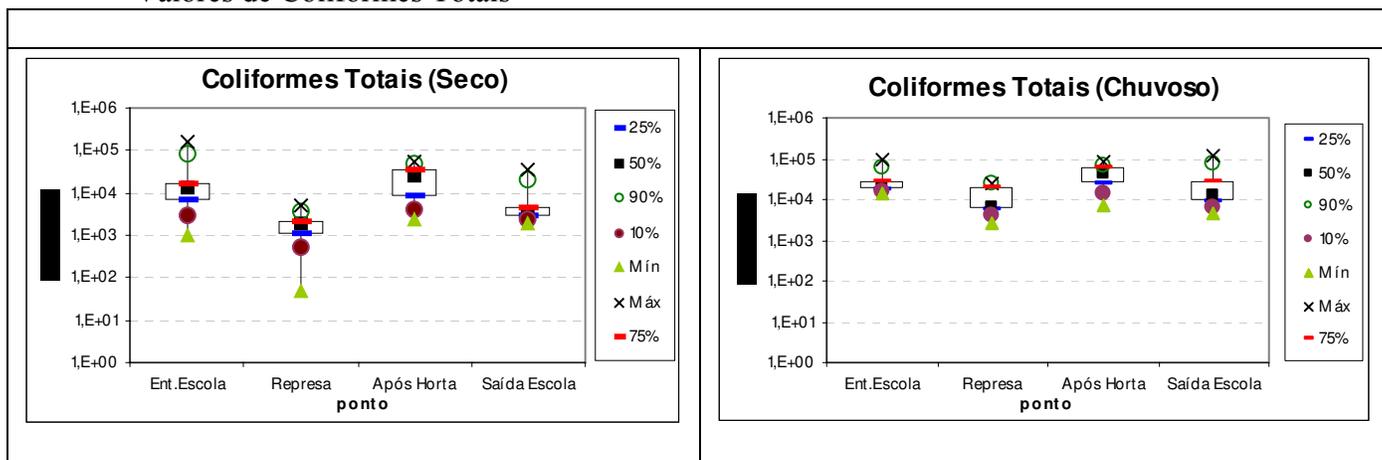


Figura 20

Valores de Coliformes Fecais

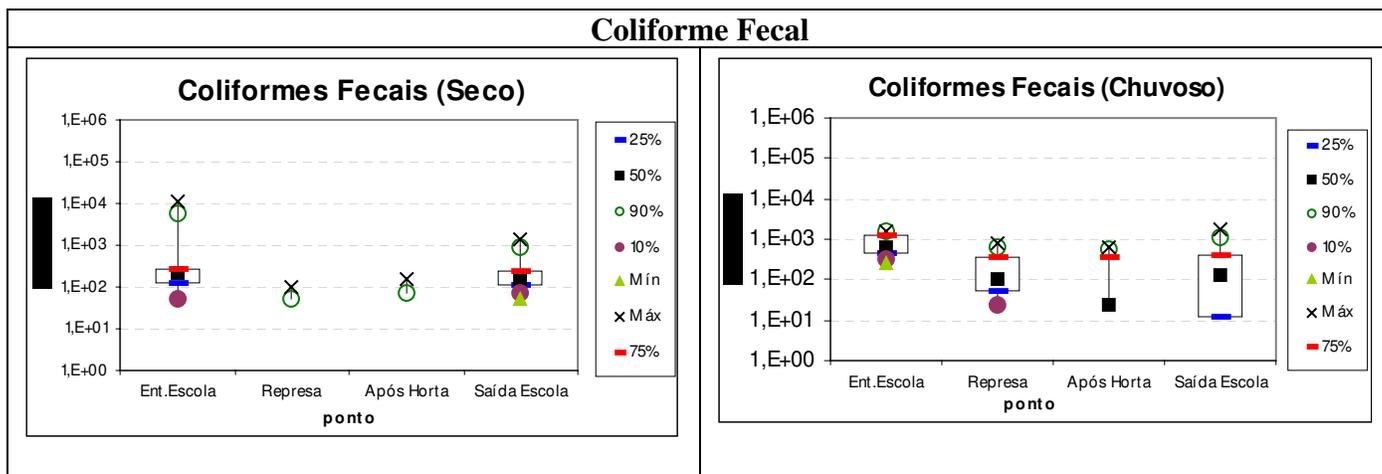


Figura 21

De acordo com as figuras 20 e 21 os dados apresentados permitem destacar o papel depurador exercido pela represa, onde ocorre uma deposição de microorganismos. A elevação das concentrações de coliformes após a horta pode ser justificada pelo uso de compostagem excessivo, que é lixiviado pela irrigação inadequada (água em excesso). No gráfico de Coliformes Fecais, a concentração mais elevada na Entrada da ETE, aponta para que as condições sanitárias inadequadas do Córrego Bonifácio são devidas aos usos d'água à montante da ETE.

Parâmetros Físicos

Valores de Turbidez

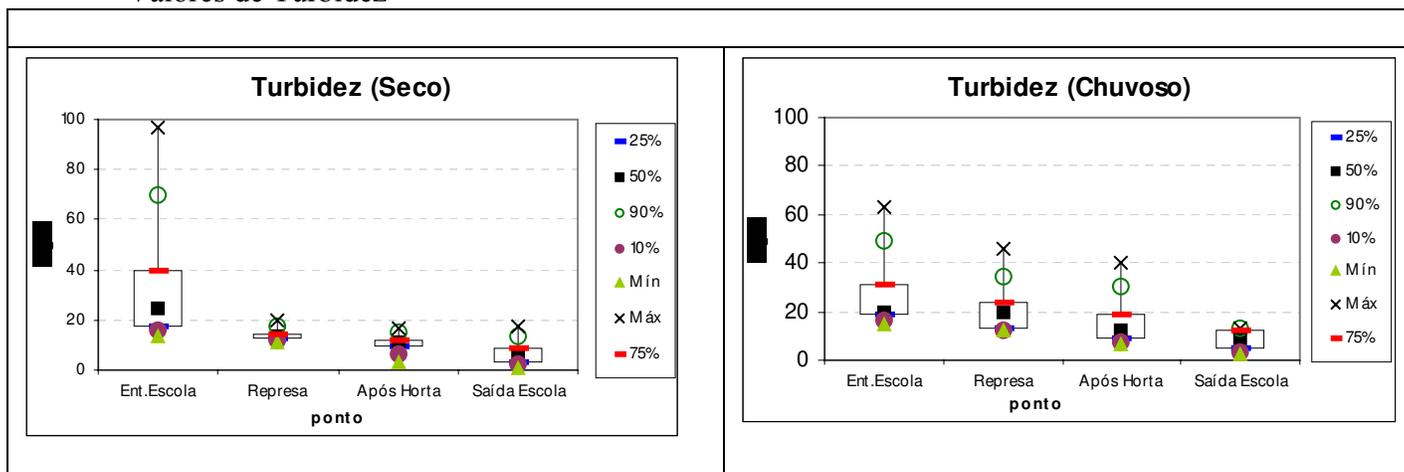


Figura 22

Os dados verificados tanto no período de seca como de chuva, apresentam uma redução gradativa das concentrações de sólidos suspensos das águas, refletindo nos valores de turbidez medidos. Tal redução pode ser explicada pelo perfil topográfico no trecho da bacia avaliado. A montante da ETE o terreno é íngreme, ocorre também uma maior exposição do solo em função do uso (plantio de pupunha) que propicia o carreamento de sedimentos. Enquanto que na ETE, o terreno plano, favorece a deposição de materiais. Além disso, contribuem para a deposição de sólidos em suspensão, a passagem das águas através da mata ciliar, pela várzea e a decantação dos sólidos na represa.(Chapman,1992).

Valores de Cor

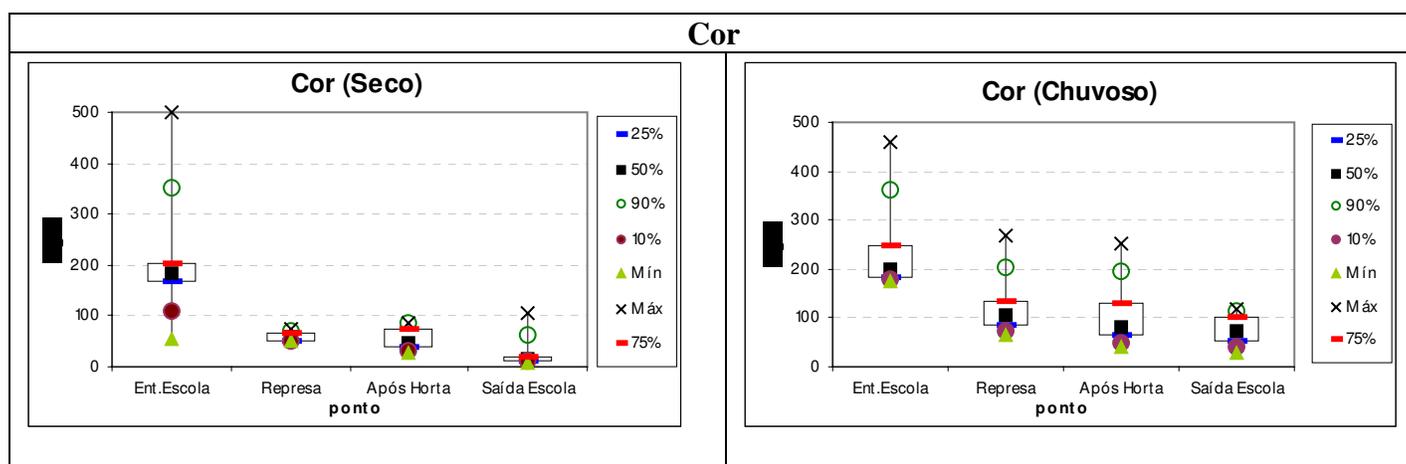


Figura 23

As amostras do parâmetro Cor seguem o padrão verificado para as leituras de turbidez, isto é, ocorre uma redução da concentração da cor no trecho percorrido.

Valores da Condutividade Elétrica

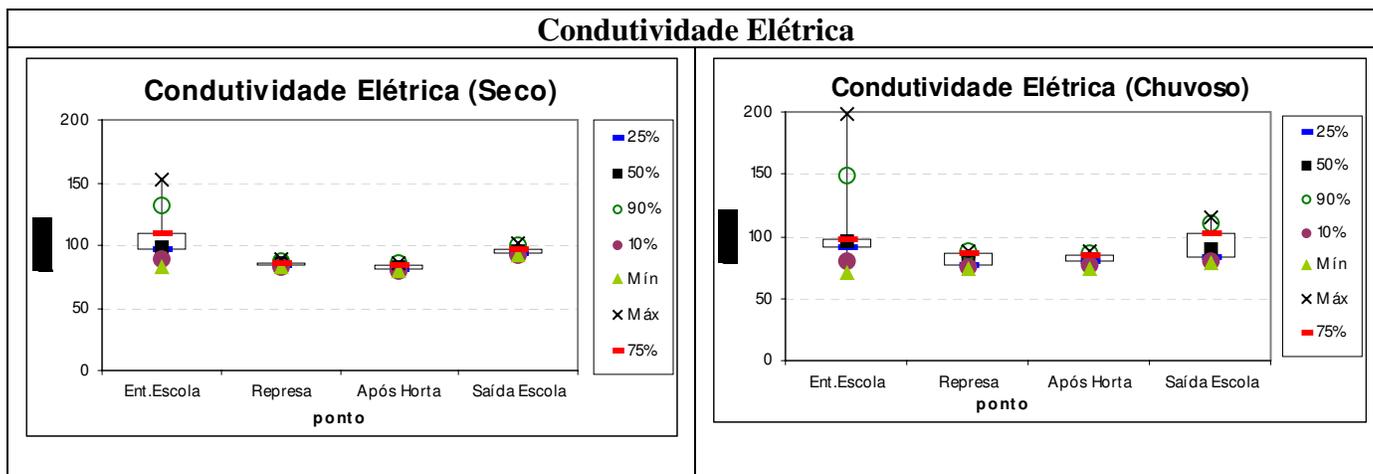


Figura 24

Conforme a figura 24, os valores de condutividade foram semelhantes nos períodos de seca e chuva, sendo relativamente elevados (próximos a $100\mu\text{S}/\text{cm}$). Esses valores sugerem que há contribuição de íons dissolvidos na água, fruto das atividades antrópicas verificadas a montante da represa (principalmente adubação química, tratamento de piscinas).

Valores da Temperatura da Água

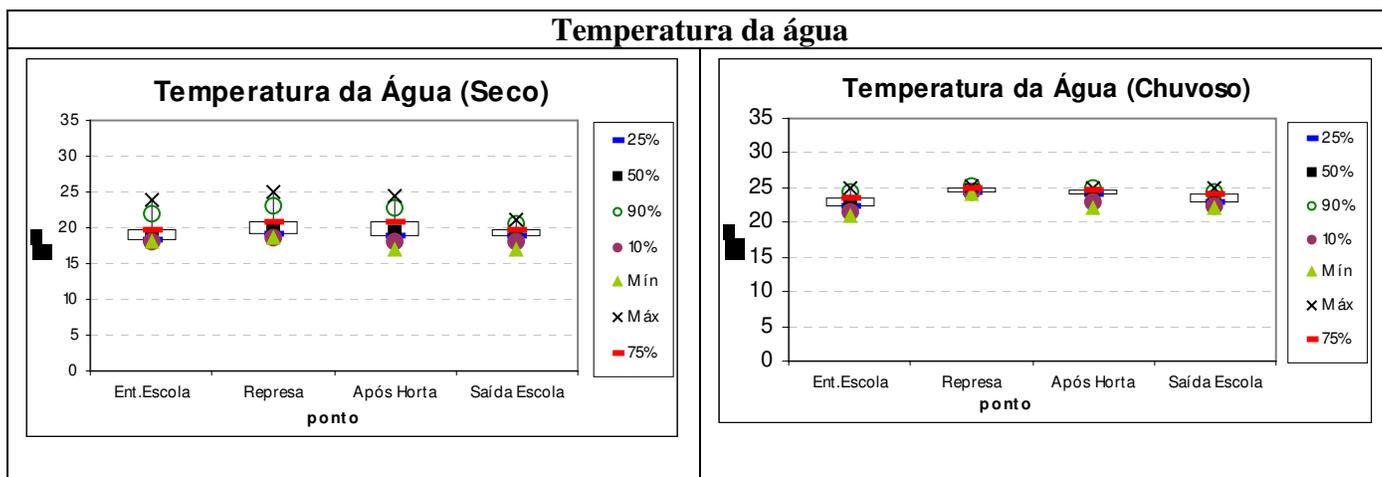


Figura 25

Valores da Temperatura do Ar

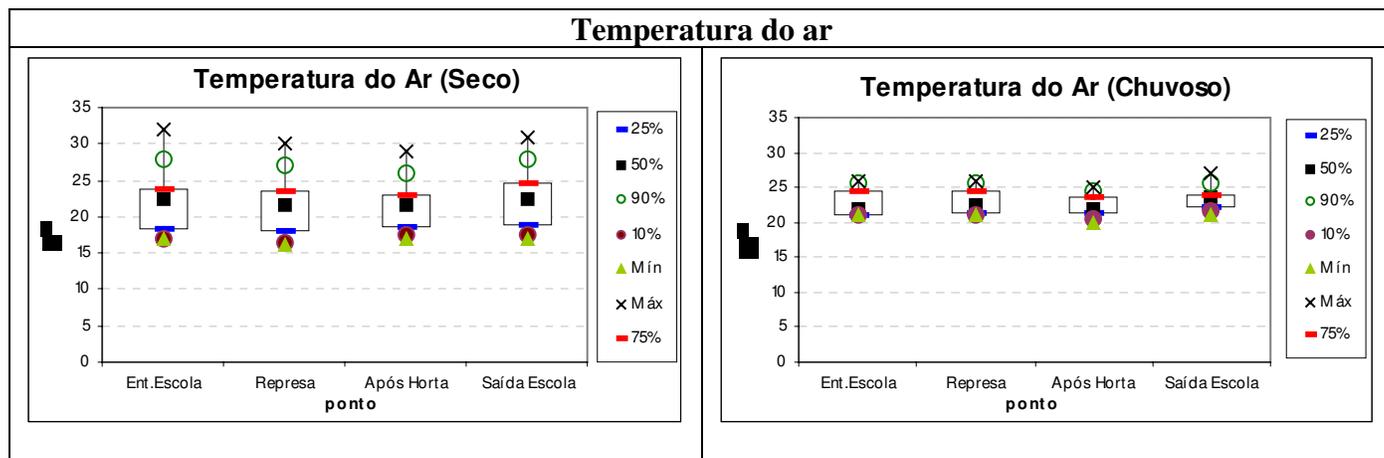


Figura 26

Acredita-se que as pequenas variações entre as temperaturas da água e do ar, quando coletadas, foi devido às mudanças pouco perceptíveis da temperatura durante a estação da seca., que foi observada na estação meteorológica instalada na ETE Benedito Storani.

6. CONCLUSÃO

Considerando os resultados anteriormente discutidos podemos afirmar que os mesmos contribuíram com a água do recurso do Córrego Bonifácio no trecho analisado, conforme propunha o objetivo desse trabalho.

Foram obtidas informações sobre a quantidade e qualidade da água no trecho.

Verificou-se que ocorre atualmente um consumo excessivo de água especialmente no período da seca. Foi observada uma redução acentuada da vazão no mês de fevereiro, e dois fatores podem ter contribuído: irrigação a montante do vertedouro e evapotranspiração elevada.

Com relação à qualidade da água, foram verificadas algumas tendências: Córrego Bonifácio apresentou índices elevados de pH em relação a outros corpos d'água da região (Ribeirão Piraiá- SP); os parâmetros Coliformes fecais e totais apresentaram-se muito elevados, isso implica que devem ser tomadas medidas mitigadoras urgentes para que possa ser utilizado e preservado, especialmente o uso de irrigação prevista na ETE; a redução da Turbidez e Cor na área da ETE (trecho estudado) contribuem para a melhoria da qualidade do Rio Jundiá (o Córrego Bonifácio é tributário).

6.1 Considerações finais e sugestões.

Esta pesquisa mostrou que na Bacia do Córrego Bonifácio, o número de interferências antrópicas é grande. Os produtores rurais localizados a jusante da entrada da ETE, fizeram e fazem os mais diferentes usos. Há barramentos e represas que interferem na seca (estiagem) na quantidade (volume) e na qualidade da água. Os barramentos existentes não possuem outorga. A represa situada dentro da ETE de onde é retirado um grande volume de água/dia, para abastecer o Centro de Mecanização Agrícola e é utilizada como depósito de água para irrigação do projeto Vale Verde, também não possuem outorga.

Quanto a deterioração da qualidade, a pesquisa propõe:

- plantio de mata ciliar em todo curso do Córrego, tornando mais efetiva a proteção do córrego, fazendo cumprir portarias e decretos estabelecidos;
- menor exploração do solo em áreas com declividade acentuada, promovendo atividades de conservação do solo quando o uso for realmente necessário;

- divulgação, através de projetos, a valoração da água;
- promoção de ações educativas para conscientização dos usuários;

Para preservar a qualidade, recomenda-se adotar medidas preventivas, sugeridas por Branco, 1971, que fazem parte de uma política de proteção dos recursos hídricos de uma determinada região – geralmente a bacia hidrográfica. Essas medidas têm caráter disciplinador do uso do solo, onde deve ser estabelecido:

- . Exigências com relação de cobertura vegetal mínima que atue nos efeitos da erosão e do transporte de substâncias depositadas à superfície. Restrições à implantação de indústrias;
- . Regulamentação da atividade agrícola, com restrições à aplicação de fertilizantes e agrotóxicos.

Recomenda-se ainda a continuidade desses estudos da bacia do Córrego Bonifácio sugerindo no entanto algumas alterações que irão dar maior clareza ao levantamento realizado:

- a inclusão de maior número de pontos de amostragem, sendo que é necessário incluir a montante da várzea e outro a jusante para verificar o papel purificador que esta vem exercendo;
- inclusão de alguns parâmetros no levantamento realizado. Segundo CHAPMAN (1992) para atividades agrícolas seriam recomendados: compostos de fósforo, DBO, cloretos e pesticidas;
- a inclusão de parâmetros liminológicos para avaliação das condições de eutrofização da represa, tais como: perfil de temperatura, luminosidade, clorofila, etc.

Finalmente será de fundamental importância, realizar este trabalho em conjunto com alunos, poderá ser uma valiosa ferramenta para a introdução de conceitos de sustentabilidade, gestão da água e Educação Ambiental, e de fato tornar-se um modificador para a mudança de opinião para os usuários do entorno.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, Aziz Nacib. **Bases Conceituais e papel do conhecimento na previsão de impactos**. In: Previsão de Impactos. São Paulo: Edusp.p.27-49,1994.

BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ: situação dos recursos hídricos 2002/2003; relatório síntese. SAAD, A.M.coord.Piracicaba: FEHIDRO/PCJ/CBJ-PCJ, 2005.

BARTH, Flávio Terra. **O modelo de gestão de recursos hídricos no estado de São Paulo**. In: Comitês de bacias hidrográficas: uma revolução conceitual. IQUAL Editora, 2002.p.17-30.

BERNARDO, Salassier, SOARES, Antonio Alves, MANTOVANI, Everardo Chartuni. **Manual de Irrigação**. 7. ed. – Viçosa: Ed. UFV, 2005.

BIO. Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente. Ano IX jan/março1999.

BLUM, José Roberto Coppini., **Crítérios e Padrões de Qualidade da Água**. In: Reuso de Água. Barueri, SP: Manole, 2003.

BOLLMANN, H. A, MARQUES, M.D. **Bases para Estruturação de indicadores de Qualidade de Águas**. Revista Brasileira de recursos Hídricos, v.5, n.1, pp.37-60.2000.

BRANCO, Samuel Murgel. **Água. Origem, Uso e Preservação**. São Paulo: Editora Moderna, 1993. 71p.

_____. **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. CETESB. 1971.

_____; ROCHA, Aristides Almeida. **Poluição, Proteção e usos múltiplos de represas**. ed. Edgar Blücher CETESB. 1977.

BRASIL. Secretaria de Recursos Hídricos (1997), Ministério do Meio Ambiente – Política Nacional de Recurso Hídrico – **Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997**, 33p – Brasília.DF.

BRASIL.Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 357, de 17 de março de 2005.

BRASIL.Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 274, de 29 de novembro de 2005.

CHAPMAN, Deborah (ed.).Water Quality Assesemts. A Guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. UNESCO/WHO/UNEP.Cambrige,1992.

CHEVALLIER, Pierre. **Aquisição e Processamento de Dados**. In: Hidrologia: ciência e aplicação. 2ed. Porto Alegre: Ed. Universidade / UFRGS: ABRH, 2001.cap.13, p.485-525.

CLEGG, Frances. **Estatística para todos**. 1ºed.Lisboa. Ed. Gradiva, 1995.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO – Nosso Futuro Comum. 2ªed. RJ. Ed. da FGV, 1991.

COSTA, L.M.;MATOS,A .T. **Impactos da Erosão do Solo em Recursos Hídricos**. In: Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável da Agricultura.Brasília. 1997.

CRUZ, Leila Beatriz Silva. **Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Uberaba**.MG. 182p.Tese (Doutorado) – FEAGRI / UNICAMP, Campinas, SP. 2002.

DI BERNARDO, L. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1993.v.1, 481p.

FINK,Daniel Roberto; SANTOS, Hilton Felício. **A Legislação do Reuso de Água**. In: Reuso de Água.Barueri, SP: Manole,2003.

GARJULLI, Rosana. **Oficina Temática: Gestão participativa dos recursos hídricos.** Relatório final. Aracaju, PROÁGUA / ANA, 2001.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO – **Lei 7663/91**, que instituiu a política estadual de Recursos Hídricos, São Paulo, 1991.

KADLEC, Robert H., KNIGHT, Robert Lee. **Treatment Wetlands.**CRC. Lewis Publishers. Boca Raton, Flórida .USA,1996.

LANNA, Antonio Eduardo Lanna. **Gestão dos Recursos Hídricos.** In: Hidrologia: ciência e aplicação. 2ed. Porto Alegre: Ed. Universidade / UFRGS: ABRH, 2001.cap.19, p.727- 767.

_____ **Elementos de Estatística e Probabilidades.**In: Hidrologia: ciência e aplicação. 2ed. Porto Alegre: Ed. Universidade / UFRGS: ABRH, 2001.cap.4, p.79-176.

MACHADO, Luciana Souza Melo; SANTOS, Carlos Roberto Alves. **Avaliação do Nível de Contaminação da Água em um Sistema Lótico de Cerrado e sua Relação com alguns Fatores Abióticos.** In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, XXVII, Porto Alegre. Anais..., RS .ABES,p.1-9,2000.

MARTINS, Rodrigo Constante. **Agricultura, Gestão dos Recursos Hídricos e Desenvolvimento Rural: A convergência necessária.** In: Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil: velhos e novos desafios para a cidadania. São Carlos: RiMa, 2003.cap.6, p.77-104.

MARTINS, Rodrigo Constante; FELICIDADE, Norma. **Limitações da Abordagem Neoclássica como Suporte Teórico para a Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil.** In: Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil: velhos e novos desafios para a cidadania. São Carlos: RiMa, 2003.cap.2, p.17-37.

MIRANDA, Cristiani Olga. **O Papel Político-Institucional dos Comitês de Bacia Hidrográfica no Estado de São Paulo**: Um estudo de caso. In: Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil: velhos e novos desafios para a cidadania. São Carlos: RiMa, 2003. cap.8, p.135-148.

MORAES, América Jacintha. **Manual para Avaliação da Qualidade da Água-1**. São Carlos, S.P. RiMa, 2001.

MONTEIRO Héliida Cristine de Freitas et al. **Dinâmica de Decomposição e Mineralização de Nitrogênio em função da Qualidade de Resíduos de Gramíneas e leguminosas Forrageiras**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 31. nº 3, p. 1092 – 1102, 2002.

NATAL, Délvio. MENEZES, Regiane Maria Tironi de, MUCCI, José Luiz Negrão. **Fundamentos de Ecologia Humana**. In: Saneamento, Saúde e Ambiente. Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manole, 2005. cap.3. p.57-86.

NUVOLARI, Ariovaldo (coord). **Esgoto sanitário**: Coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola. São Paulo, SP: ed. Edgard Blücher Ltda. 2003.

PATERNIANI, José Euclides Stipp. **Caracterização de mananciais quanto ao uso**. Material didático da disciplina – AP- 238 – Fundamentos de Qualidade da Água. Curso de Mestrado – FEAGRI – UNICAMP, 1º semestre de 2004.

PAULA JUNIOR, Durval Rodrigues. **Impacto Ambiental da Agroindústria**: tecnologias para controle de resíduos. In: Análise Ambiental – estratégias e ações. São Paulo. T.A. Queiroz, 1995.

PESSOA, A.M.C.P.Y. et al. **Avaliação do Potencial de Contaminação das Águas Superficiais e Subterrâneas das Bacias Hidrográficas Brasileiras por Agrotóxicos em Função da Vulnerabilidade Natural dos Solos.** In: CONGRESSO DE MEIO AMBIENTE, I, 2004, Paulínia. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2004.

PHILIPP, Arlindo Junior; MARTINS, Getúlio. **Controle da Qualidade da Água.** In: Saneamento, Saúde e Ambiente. Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manole, 2005. cap. 5. p. 117-180.

PROGRAMA PRÓ-CIÊNCIAS. <http://educar.sc.usp.br/biologia/prociencias/qagua.htm>. Acesso em agosto 2006.

PRONI – Programa Nacional de Irrigação. **Medidores de Vazão para Pequenos Cursos de Água.** Manual do Usuário. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. 1990

RAMOS C.M. **A Água** – Fonte de Cooperação e de Conflitos. 6º SILUSBA – Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa. 2003.

RIZZI, Nivaldo Eduardo; REMONATTO I.R. **Água Residual Urbana em Colunas de Solo: descrição de processos depuradores pela técnica de componentes principais.** **Agrárias.** Curitiba, v. 13, n. 1-2, p. 7-16. 1994.

SANTOS, Rosely Ferreira. **Planejamento Ambiental: teoria e prática.** São Paulo. Ed. Oficina de Textos, 2004.

SÃO PAULO (Estado). Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH – **Legislação Sobre Recursos Hídricos,** 2001.

SCHIEL, Dietrich; MASCARENHAS, Sérgio; VALEIRAS, Nora; SANTOS, Silvia A.M.; (Org) **O Estudo de Bacias Hidrográficas: uma estratégia para educação ambiental.** São Carlos, RiMa, 2002.

SILVEIRA, A.L.L. **Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica**. In: Hidrologia: ciência e aplicação. 2ed. Porto Alegre: Ed. Universidade / UFRGS: ABRH, 2001.cap.2, p.35- 51.

SMITH, D.G. **A New Form of Water Quality Index for Rivers and Streams**. Wat. Sci. Tech. New Zealand, v.21, 1987.

SOUZA, Marcelo Pereira. **Instrumentos de Gestão Ambiental**: fundamentos e práticas. São Carlos: Editora Riani Costa, 2000.

TELLES, Dirceu D'Alkimin. **Água na Agricultura e Pecuária**. In: Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação. 2ed.São Paulo: ed Escrituras,2002. cap.9, p 305-337.

THAME, Antonio Carlos Mendes. (Org). **Comitês de bacias hidrográficas**: uma revolução conceitual. São Paulo, IQUAL editora, 2002.

THOMANN, R.V. & MUELLER,J. A. **Principles of surface water quality modeling and control**. Harper International Edition,1987.

TUCCI,Carlos Eduardo Morelli. (Org). **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2.ed.Porto Alegre: Ed. Universidade / UFRGS:ABRH,2001.

TUNDISI , José Galizia. **Água no Século XXI** : enfrentando a escassez. São Carlos. RiMa , IIE, 2003.

VILLELA, Sawami Marcondes; MATTOS, Arthur. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo. McGraw-Hill Ltda. 1975

von SPERLING,Marcos.**Princípios básicos do tratamento de esgotos**. DESA. UFMG, Belo Horizonte.MG; 1996.v.1.

_____. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. DESA. UFMG, Belo Horizonte.MG; 1996.v.2.

WEILL, Mara A. M. **Estimativa da Erosão do Solo e a Avaliação do seu Impacto na Microbacia do Ceveiro (Piracicaba, SP), através do Índice de Tempo de Vida**. 1999. 100f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de SP, Piracicaba.

ZULAUF, Werner. et al. **Despoluição do Rio Jundiá** – Uma Proposta Institucional. Revista de Engenharia Sanitária.v.25,n.4, p469-475;1986.

ANEXOS

Anexo 1.- Protocolo de amostragem utilizado – modelo CRHEA USP São Carlos.

Anexo 2.- Bacia digitalizada do Córrego Bonifácio.- modelo realizado no CTH / USP / POLI
– São Paulo

Anexo 1

FICHA DAS ATIVIDADES DE CAMPO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL
CRHEA/SHS/EESC/USP
(AMERICA JACINTHA DE MORAES, 2000)

Data/...../..... Hora Ponto Local	Temperatura do ar Temperatura da amostra	Tipo de coleta <input type="checkbox"/> Rio <input type="checkbox"/> Represa <input type="checkbox"/> Efluente industrial <input type="checkbox"/> Efluente doméstico
Transparência da água m	Oxigênio dissolvido Número do frasco Volume do frasco	PH Condutividade Número do frasco

CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS RELEVANTES

<input type="checkbox"/> Cor <input type="checkbox"/> Presença de "blooms" de algas <input type="checkbox"/> Presença de peixes ou outros animais mortos <input type="checkbox"/> Vento forte nas últimas 24 horas <input type="checkbox"/> vento fraco nas últimas 24 horas <input type="checkbox"/> Vento moderado na últimas 24 horas <input type="checkbox"/> Chuva forte nas últimas 24 horas <input type="checkbox"/> chuva fraca nas últimas 24 horas	<input type="checkbox"/> Odor <input type="checkbox"/> Não chove a mais de 1 semana <input type="checkbox"/> Não chove a mais de 15 dias <input type="checkbox"/> Dia ensolarado <input type="checkbox"/> Dia nublado <input type="checkbox"/> Ocorrência de desmatamento <input type="checkbox"/> Presença de mata ciliar <input type="checkbox"/> Atividade mineradora a montante do ponto de coleta <input type="checkbox"/> Presença de "lixões" na proximidade <input type="checkbox"/> Presença de afluentes
---	---

OCUPAÇÃO E USOS DA BACIA HIDROGRÁFICA

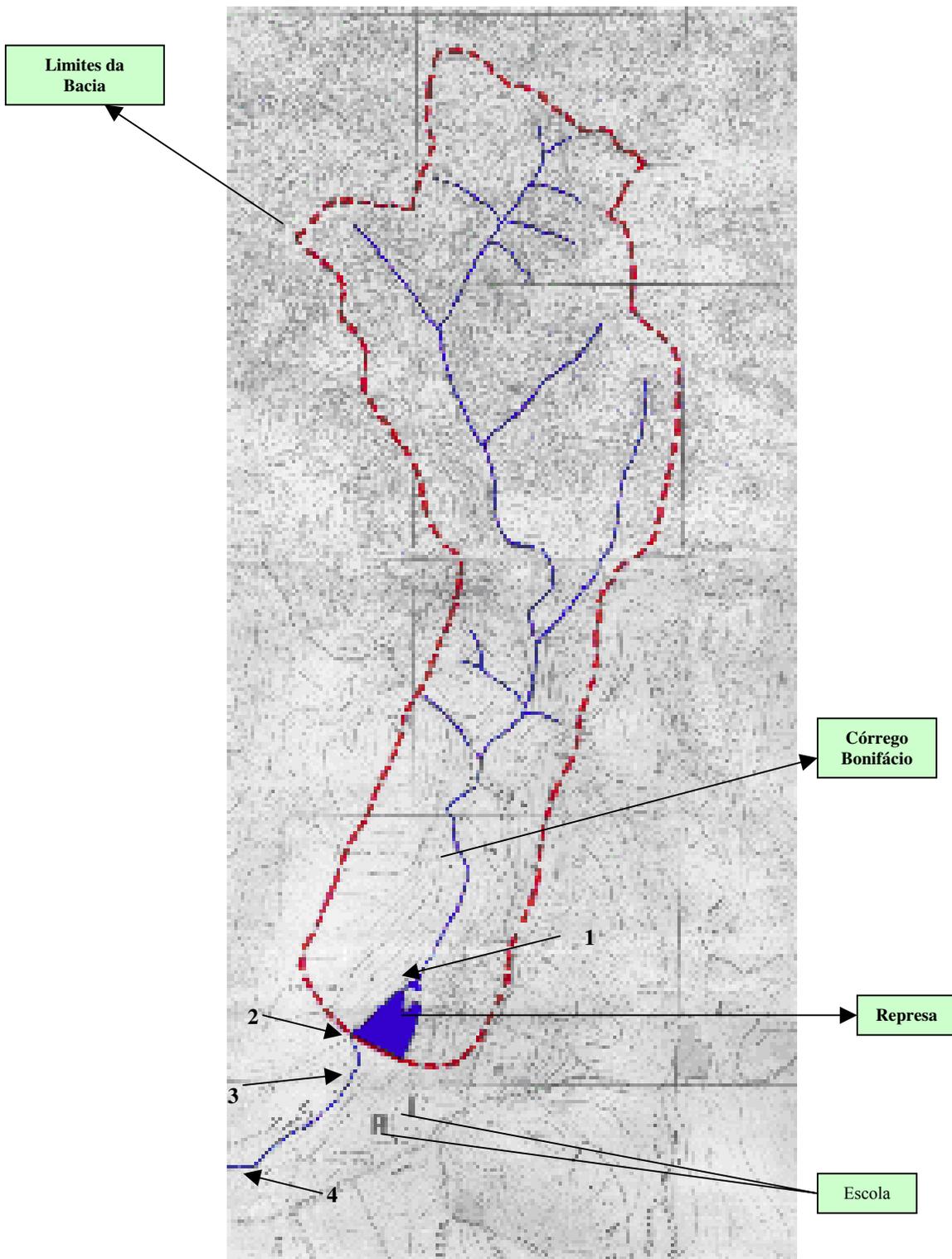
<input type="checkbox"/> Tipo de agricultura <input type="checkbox"/> Tipo de pecuária <input type="checkbox"/> Intensa urbanização	<input type="checkbox"/> Moderada urbanização <input type="checkbox"/> Baixa urbanização
---	---

Normalidade do Tiosulfato de Sódio Volume gasto na titulação da amostra em mL Oxigênio dissolvido em mg/L

Responsável pelo trabalho de campo

Coordenador (a) do projeto

ANEXO 2



Fonte: CTH – USP 2004

Pontos de Coleta: Ponto 1-entrada da ETE; Ponto 2 – Represa; Ponto 3 – Horta; Ponto 4 – saída da ETE.