

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DAS ATIVIDADES ANTRÓPICAS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO IPÊ, MUNICÍPIO DE ILHA SOLTEIRA -
SP**

DIEGO JAVIER PEREZ ORTEGA

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia – UNESP – Campus de Ilha Solteira, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, na Área de Conhecimento: Recursos Hídricos e Tecnologias ambientais.

Orientador: **Prof. Dr. Sérgio Luis de Carvalho**

Ilha Solteira - SP
Outubro de 2011

FICHA CATALOGRÁFICA

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

O771 a Ortega, Diego Javier Perez.
Avaliação dos efeitos das atividades antrópicas na bacia hidrográfica do
Córrego do Ipê, município de Ilha Solteira - SP / Diego Javier Perez Ortega.
Ilha Solteira : [s.n.], 2011
151 f. : il.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira. Área de Conhecimento: Recursos Hídricos e
Tecnologias Ambientais, 2011
Orientador: Sérgio Luis de Carvalho
Inclui bibliografia
1. Indicadores. 2. Índice de transformação antrópica. 3. Índice de qualidade
da água. 4. Influências. 5. Pressão. 6. Desequilíbrio.



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



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DAS ATIVIDADES ANTRÓPICAS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO IPÊ, MUNICÍPIO DE ILHA SOLTEIRA-SP

AUTOR: DIEGO JAVIER PEREZ ORTEGA

ORIENTADOR: Prof. Dr. SERGIO LUIS DE CARVALHO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ENGENHARIA
CIVIL, Área: RECURSOS HIDRICOS E TECNOLOGIAS AMBIENTAIS, pela Comissão
Examinadora:

Prof. Dr. SERGIO LUIS DE CARVALHO
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Profa. Dra. ELIZETE APARECIDA CHECON DE FREITAS LIMA
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Profa. Dra. MARIA JOSE ALENCAR VILELA
Departamento de Ciências Naturais / Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Data da realização: 27 de outubro de 2011.

DEDICATORIA

A la memoria de Juan Bautista Ortega, e Gumercinda Muñoz, que este trabajo immortalice sus nombres en lo mas recóndito de nuestros corazones. Gracias abuelos por engendrar una mujer maravillosa: Mi mamá Clara Gumercinda Ortega Muñoz.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS por todas as bênçãos colocadas na minha vida.

A minha mãezinha Clara Ortega e meus irmãos Jorge Andres e David Peréz pelo sacrifício que fizeram para ajudar minha vida pessoal, profissional e acadêmica.

Agradeço á família Rodriguez por fazer de mim uma pessoa que foi parte da sua família.

Aos meus amigos: Camila Geromel, Alex Yemal, e Caroline Almeida. Amigos que fizeram minha estadia no Brasil, muito mais fácil e amena.

Ao Professor Sergio Luis de Carvalho, pela sua excelente orientação, seu trabalho e pela confiança colocada em mim.

Aos Professores: Tsunao Matsumoto e José Augusto de Lollo por sua colaboração em todos os momentos que eu precisei da sua ajuda na área pessoal e intelectual.

Ao professor Jorge Akasaki e a sua esposa Onilda.

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

E a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo patrocínio dos recursos para a realização e culminação desta pesquisa.

“BEM-AVENTURADO o homem que não anda segundo o conselho dos ímpios, pois será como a árvore plantada junto a ribeiros de águas, a qual dá o seu fruto na estação própria, e cujas folhas não caem; e tudo quanto fizer prosperará”.

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DAS ATIVIDADES ANTRÓPICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO IPÊ, NO MUNICÍPIO DE ILHA SOLTEIRA, SP.

RESUMO

O impacto das atividades antrópicas começa com o uso da terra e sua forte influência sobre a qualidade ambiental, na qual suas interações e influências nos corpos de água são causadas pela pressão e ocupação do espaço, criando uma modelagem da paisagem de natureza antrópica. Para entender essas influências precisam se de indicadores que quantifiquem os efeitos do desequilíbrio nos ecossistemas e as interações dos respectivos componentes de uma bacia. A agricultura é uma das atividades antrópicas mais impactantes nos ecossistemas naturais, isto faz com que na zona de estudo predominem paisagem de campos cultivados de cana de açúcar reduzindo ao mínimo a mata ciliar. A qualidade da água é um excelente indicador para testar os efeitos antrópicos e com base nos parâmetros analisados (IQA), observou-se que o Córrego do Ipê no Ponto 2, situado no meio urbano, obteve os piores resultados, pelas concentrações de cargas orgânicas, medidas através da DBO, coliformes e elevados teores de nutrientes.

Alguns dados preocupantes a ter em conta são; a diminuição da mata ciliar em 7% em relação ao ano de 2002, o aumento na turbidez, e ligeiro aumento do pH nos últimos anos, o teor de OD sofreu uma diminuição drástica, o que indica a permanência de poluição por despejos de origem doméstica. A DQO aumentou em 5,71 mg/L, o Fósforo e Nitrogênio Total baixaram seus teores, assim como os coliformes termotolerantes, embora ainda se observe contaminação do corpo hídrico por estes nutrientes e organismos.

As médias de Índice de Qualidade da Água (IQA) do ano 2002 e 2011 respectivamente foram 49,5 e 46,8. A poluição no Córrego do Ipê aumentou um 5,5% em relação aos últimos 9 anos transcorridos. De acordo com o cálculo do Índice de Transformação Antrópica (ITA), a classificação da bacia também muda, passando de *Degradada* a *Muito Degradada* conforme os graus de antropização,

Palavras chave: Indicadores. ITA (Índice de transformação antrópica). IQA (Índice de qualidade da água). Influências. Pressão. Desequilíbrio.

EVALUATION OF THE EFFECTS OF ANTHROPIC WATERSHED ACTIVITIES IN THE STREAM OF IPÊ, IN THE ILHA SOLTEIRA MUNICIPALITY, SP

SUMMARY

The impact of anthropogenic activities begins with the land use and its strong influence on environmental quality, in which their interactions and influences on water bodies are caused by pressure and occupation of space, creating a landscape modeling of anthropogenic nature. To understand these influences need to be indicators that quantify the effects of disturbance in ecosystems and interactions of components of a watershed. Agriculture is one of the most striking anthropogenic activities on natural us ecosystems, this makes the study area dominate the landscape of cultivated fields of sugar cane by minimizing the riparian forest. Water quality is an excellent indicator to test the anthropogenic effects and with based on the parameters analyzed (WQI), it was observed that the stream of Ipê in the Point 2, located in urban areas had the poorest results, by the concentrations of organic, loads as measured by the BOD, coliforms and high nutrient content.

Some worrying data to take into account are: the reduction of riparian vegetation in 7% compared to 2002, the increase in turbidity, pH and a slight increase in recent years, the amount of OD has decreased dramatically, which indicates the permanence of Pollution by Dumping of domestic origin. The COD increased by 5.71 mg / L, Total Nitrogen and Phosphorus lowered their levels, as well as fecal coliform, although still observed contamination of the water body for these nutrients and organisms.

Mean Water Quality Index (WQI) in 2002 and 2011 were respectively 49.5 and 46.8. Pollution in a Stream of Ipê increased 5.5% over the last nine years have elapsed. According to the calculation of the Index of Anthropogenic Transformation (ITA), the classification of the basin also changes from Degraded to Very Degraded as the degrees of anthropogenic,

Keywords: Indicators. ITA (Index of Anthropogenic Transformation). IQW (wWater Quality Index). Influences. Pressure. Imbalance.

LISTA DE FIGURAS

		Pág
Figura 1	Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas.	50
Figura 2	Localização do município de Ilha Solteira	71
Figura 3	Mapa da localização das microbacia reconhecidas pelo comitê de bacias hidrográficas na gestão de recursos hídricos da zona de estudo	71
Figura 4	Localização da sub-bacia do Córrego do Ipê e pontos de amostragem	72
Figura 5	Ponto 1 no Bairro do Ipê (2002 – 2011)	73
Figura 6	Ponto 2 no Bairro Jardim Aeroporto (2002 – 2011)	73
Figura 7	Ponto 3 no Trevo. (2002 – 2011)	74
Figura 8	Precipitações ocorridas de Março a Agosto de 2002, na bacia Hidrográfica do Córrego do Ipê.	77
Figura 9	Precipitações ocorridas de Março a Agosto de 2011, na bacia Hidrográfica do Córrego do Ipê.	78
Figura 10	Bacia do Córrego do Ipê 2002	84
Figura 11	Bacia do Córrego do Ipê 2011	85
Figura 12	Uso e Ocupação do solo da Bacia do Córrego do Ipê no ano 2002	85
Figura 13	Uso e Ocupação do solo da Bacia do Córrego do Ipê no ano 2011	86
Figura 14	Mata Ciliar existente nas propriedades ribeirinhas nos anos 2002 e 20011.	87
Figura 15	Consequências no solo da erosão hídrica registradas na bacia	88
Figura 16	Excesso de sedimentos no encontro das águas do Córrego Das Lagoas e Córrego do Ipê	88
Figura 17	Diferença de conteúdo de sedimentos nas membranas nos ponto amostrados no Córrego do Ipê	88
Figura 18	Erosão eólica em porções de terra desprotegida.	89

Figura 19	Sequelas causadas no solo pelo pisoteio de gado.	89
Figura 20	Voçoroca do Córrego do Ipê no ano 2002 e no ano 2011	89
Figura 21	Vazão nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	91
Figura 22	Vazão nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	91
Figura 23	Faixa etária da Bacia do Córrego do Ipê no ano 2002	92
Figura 24	Faixa etária da Bacia do Córrego do Ipê no ano 2011	93
Figura 25	Grau de escolaridade dos habitantes do Córrego do Ipê no ano 2002	93
Figura 26	Grau de escolaridade dos habitantes do Córrego do Ipê no ano 2011	94
Figura 27	Localização do banheiro nas casas dos moradores da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê no ano 2002.	94
Figura 28	Tipos de máquinas utilizadas pelos moradores da região no ano 2002.	95
Figura 29	Tipos de máquinas utilizadas pelos moradores da região no ano 2011.	95
Figura 30	Visão dos moradores da bacia de estudo, em relação à importância da água para vida e para o meio ambiente, no ano 2002.	96
Figura 31	Visão dos moradores da bacia de estudo, em relação à importância da água para vida e para o meio ambiente, no ano 2011.	96
Figura 32	Destinação do lixo orgânico nas propriedades pertencentes à bacia do Córrego do Ipê no ano de 2002.	97
Figura 33	Destinação do lixo orgânico nas propriedades pertencentes à bacia do Córrego do Ipê no ano de 2011.	97
Figura 34	Lixo nas propriedades pertencentes à bacia do Córrego do Ipê no ano de 2011.	98
Figura 35	Turbidez nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	99
Figura 36	Turbidez nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto	99

	de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	
Figura 37	Temperatura da Água nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	101
Figura 38	Temperatura da Água nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	101
Figura 39	pH da Água nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	103
Figura 40	pH da Água nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	103
Figura 41	Sólidos Totais nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	105
Figura 42	Sólidos Totais nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	106
Figura 43	Concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	107
Figura 44	Concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	108
Figura 45	Valores das concentrações da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	109
Figura 46	Valores das concentrações da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	110
Figura 47	Valores das concentrações da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	111
Figura 48	Valores das concentrações da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	112

Figura 49	Valores de Nitrogênio Total nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	113
Figura 50	Valores de Nitrogênio Total nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	114
Figura 51	Ponto de maior impacto pela zona urbana.	116
Figura 52	Valores de Fósforo Total nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	116
Figura 53	Valores de Fósforo Total nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	117
Figura 54	Poluição por detergentes no Ponto 2, no Córrego do Ipê.	118
Figura 55	Valores de Coliformes Termotolerantes nos Pontos 1, 2 e 3, Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	119
Figura 56	Poluição dos Recursos Hídricos com Coliformes no Córrego do Ipê.	120
Figura 57	Valores de Coliformes Termotolerantes nos Pontos 1, 2 e 3 no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	120
Figura 58	Valores de Índice da Qualidade da Água (IQA), nos Pontos 1, 2 e 3, de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	123
Figura 59	Valores de Índice da Qualidade da Água (IQA) nos Pontos 1, 2 e 3, de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	125
Figura 60	Representação gráfica dos resultados de IQA do ano de 2002 da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	125
Figura 61	Representação gráfica dos resultados de IQA do ano de 2011 da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	126
Figura 62	Uso de solo no ano 2002	113

Figura 63	Uso de solo no ano 2011	127
Figura 64	Zonas de maior influência antrópica	131

LISTA DE TABELAS

		Pág
Tabela 1	Impactos ambientais naturais antrópicos.	39
Tabela 2	Pesos dado a cada tipo de uso.	44
Tabela 3	Limites dos parâmetros de qualidade de água segundo Resolução CONAMA 357/2005 adotados.	49
Tabela 4	Escala de qualidade da água indicada pelo IQA.	51
Tabela 5	Limites dos parâmetros de qualidade de água segundo Resolução CONAMA 357/2005 adotados para a classe II.	53
Tabela 6	Número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises microbiológicas, em função da população abastecida.	66
Tabela 7	Elevação, latitude e longitude dos três pontos de amostras	73
Tabela 8	Dados pluviométricos da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê, Município de Ilha Solteira – SP, no período de Março a Agosto de 2002.	75
Tabela 89	Dados pluviométricos da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê, Município de Ilha Solteira – SP, no período de Março a Agosto de 2011	76
Tabela 10	Precipitações nos dias de coleta de amostras de água, na bacia Hidrográfica do Córrego do Ipê, no ano 2002.	76
Tabela 11	Precipitações nos dias de coleta de amostras de água, na bacia Hidrográfica do Córrego do Ipê, no ano 2011.	77
Tabela 12	Síntese dos Métodos e Equipamentos empregados para análises Físicas- Químicas e Microbiológicas e Limites de Detecção. Variáveis analisadas nos pontos amostrados da bacia do Córrego do Ipê.	79
Tabela 13	Valores das Medidas de vazão nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 e 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê	90
Tabela 14	Resultados dos Padrões de Qualidade de Água	123

estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, no Período de Março a Agosto de 2002 da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.

Tabela 15	Resultados dos Padrões de Qualidade de Água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, no Período de Março a Agosto de 2011 da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	124
Tabela 16	Pesos dados a cada tipo de uso do solo do ano de 2002	128
Tabela 17	Resultados da ITA para cada tipo de uso do ano 2002.	129
Tabela 18	Pesos dados a cada tipo de uso do solo do ano de 2011	129
Tabela 19	Resultados da ITA para cada tipo de uso do ano 2002.	130

SUMÁRIO

	Pág
1. INTRODUÇÃO	18
2. OBJETIVOS	22
2.1 Objetivo geral	22
2.2 Objetivos específicos	22
3 JUSTIFICATIVA	23
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
4.1 MONITORAMENTO AMBIENTAL	26
4.1.1 Implantação	27
4.1.2 Rede de monitoramento	28
4.1.3 Índices e Indicadores Ambientais	28
4.2 ÍNDICES ANTRÓPICOS	32
4.3 RELAÇÃO ENTRE O USO E OCUPAÇÃO DE SOLOS E A QUALIDADE DA ÁGUA	33
4.4 BACIAS HIDROGRÁFICAS	35
4.4.1 Conceitos de bacia e Sub-bacia Hidrográfica	35
4.5 ATIVIDADES ANTRÓPICAS	36
4.5.1 Interação entre Recursos Naturais e Atividades Antrópicas em Bacias Hidrográficas	36
4.5.2 Impactos ambientais pelas atividades antrópicas	38
4.5.3 Impactos da Agricultura nas bacias hidrográficas	41
4.5.4 A água como um indicador da qualidade ambiental das bacias hidrográficas Índice de Transformação Antrópica (ITA)	42
4.6 Índice de Transformação Antrópica (ITA)	42
4.6.1 Construção do Índice de Transformação Antrópica – ITA	43
4.6.2 Classificação das bacias quanto á Carga Antropogênica	47
4.7 Avaliação e monitoramento da qualidade da água	47
4.8 Resoluções CONAMA 357/2005	48
4.8.1 Resolução CONAMA 430/2011	51
4.9 Enquadramento da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê	52
4.10 Índices utilizados pela CETESB	55

4.11	Padrões de qualidade de água	57
4.12	Parâmetros de Avaliação da Qualidade da Água IQA	57
4.13	Descrição dos Parâmetros do IQA	58
4.13.1	Parâmetros Físicos	58
4.13.1.1	Turbidez	58
4.13.1.2	Temperatura da Água	58
4.13.2	Parâmetros Químicos	59
4.13.2.1	Potencial Hidrogeniônico – pH	59
4.13.2.2	Sólidos Totais	60
4.13.2.3	Oxigênio Dissolvido (OD)	61
4.13.2.4	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	61
4.13.2.5	Demanda Química de Oxigênio (DQO)	62
4.13.2.6	Nitrogênio Total	63
4.13.2.7	Fósforo Total	64
4.13.3	Parâmetros Biológicos	64
4.13.3.1	Coliformes termotolerantes	64
4.14	Gestão de recursos hídricos	66
5	MATERIAIS E MÉTODOS	69
5.1	Aspectos Gerais	69
5.1.1	Histórico do Município	69
5.1.2	Área de Estudo	70
5.1.2.1	Localização da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê	70
5.2	Pontos de Amostragem	72
5.3	Clima Regional	74
5.4	Índices Pluviométricos	74
5.5	Variáveis analisadas	78
5.6	Tratamento de dados	79
5.7	Metodologia para obter o Índice de transformação Antrópica (ITA)	80
5.7.1	Classificação das bacias quanto á Carga Antropogênica	80
5.8	Levantamento de informação de campo	81
5.9	Obtenção dos dados na caracterização bio-física socio-econômica e ambiental da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê	81

5.10	Comparação dos dados resultantes do ano de 2002 e de 2011	82
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
6.1	Problemas Gerados pela Má Conservação do Solo	83
6.1.1	Áreas de Vegetação Pioneira	86
6.1.2	Problemas Gerados pela Má Conservação do Solo	87
6.1.3	Diferenças da vazão no córrego do Ipê nos anos de 2002 e de 2011	90
6.2	Características Sócio-econômicas	92
6.3	Resultados dos Parâmetros do IQA	98
6.3.1	Turbidez	98
6.3.2	Temperatura da Água	100
6.3.3	Potencial Hidrogeniônico – pH	102
6.3.4	Sólidos Totais	104
6.3.5	Oxigênio Dissolvido – OD	107
6.3.6	Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO	109
6.3.7	Demanda Química de Oxigênio – DQO	111
6.3.8	Nitrogênio Total	113
6.3.9	Fósforo Total	115
6.3.10	Coliformes Termotolerantes	118
6.3.11	Índice da Qualidade da Água – IQA	122
6.4	Avaliação do Índice de Transformação Antrópica (ITA) na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.	126
6.4.1	Aplicação do Índice de Transformação Antrópica (ITA) no ano 2002	128
6.4.2	Aplicação do Índice de Transformação Antrópica (ITA) no ano 2011	130
7.	CONCLUSÕES	132
8.	RECOMENDAÇÕES	134
9.	REFERÊNCIAS	135

Anexos

1 INTRODUÇÃO

Segundo Botelho (2003), os seres humanos, os animais e os vegetais, a vida, em qualquer de suas formas, é diretamente afetada pela deterioração da qualidade da água, que pode ser gerada por poluição, por desmatamentos, por queimadas, entre outros.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que 25 milhões de pessoas no mundo morrem por ano em virtude de doenças transmitidas pela água, como cólera e diarreia. A OMS indica que nos países em desenvolvimento, 70% da população rural e 25% da população urbana não dispõem de abastecimento adequado de água potável (BRAGA, 2005).

Para Radojevic e Bashkin (1999), muitos metais poluentes podem ter efeitos potencialmente danosos sobre a saúde humana e sobre o ecossistema aquático (mercúrio, chumbo, cádmio), assim como ácidos (ácido sulfúrico e nítrico). Os fertilizantes agrícolas (compostos fosforados e nitrogenados) podem provocar a eutrofização dos ecossistemas aquáticos.

A água pode ser perfeitamente límpida, inodora e insípida e ainda constituir-se em água imprópria para o consumo. Os contaminantes que poluem a água são classificados em três categorias: químico, físico e biológico (PELCZAR, 1996).

Um litro de água de esgoto pode conter até 20 bilhões de bactérias muitas delas patogênicas, podendo ser tanto ingeridas pelo homem, como absorvidas pela pele (ESGOTO, 2004).

Acredita-se que mais de cinco bilhões de pessoas sofram com a falta de água. No diagnóstico mais otimista, 2 bilhões de pessoas em 48 países podem sofrer escassez de água. No pior dos casos, seriam seis bilhões em 60 países (HERRAIZ, 2005).

A água pode ser responsável por muitas doenças, quando serve de veículo para a transmissão de uma variedade de microorganismos resultantes da ingestão de água contaminada ou do emprego de água poluída para irrigação, pesca e recreação, as chamadas doenças de veiculação hídrica (MACEDO, 2000).

De um modo geral, as abordagens de planejamento das atividades antrópicas e do uso dos recursos naturais, baseadas em modelos clássicos, têm falhado por dissociarem as questões sócio-econômicas dos aspectos ambientais inerentes. Falta, nesse caso, o conhecimento das dinâmicas ambientais e sócio-econômicas e

do conflito que por ventura exista entre as metas de desenvolvimento sócio-econômico e a capacidade de suporte dos ecossistemas (PIRES; SANTOS, 1995).

Para reverter essa situação é fundamental o estabelecimento de planos que utilizem uma abordagem sistemática integrada e participativa envolvendo o estudo das dimensões antrópicas, biofísicas e econômicas e das formas de desenvolvimento sustentáveis, inerentes ao local ou região onde forem aplicados.

As abordagens de planejamento e gestão que utilizam a bacia hidrográfica como unidade básica de trabalho são mais adequadas para a compatibilização da produção com a preservação ambiental; por serem unidades geográficas naturais (seus limites geográficos - os divisores de água - foram estabelecidos naturalmente), as bacias hidrográficas possuem características biogeofísicas e sociais integradas.

Os principais componentes das bacias hidrográficas - solo, água, vegetação e fauna - coexistem em constante dinâmica e interação, respondendo às interferências naturais (intemperismo e modelagem da paisagem) e aquelas de natureza antrópica (uso/ocupação da paisagem), afetando os ecossistemas como um todo.

Nesses compartimentos naturais - bacias/sub-bacias hidrográficas, os recursos hídricos constituem indicadores das condições dos ecossistemas no que se refere aos efeitos do desequilíbrio das interações dos respectivos componentes (SILVA, 2006).

O uso dos recursos naturais, sem o conhecimento e observância de suas interações, vem potencializando impactos ambientais negativos nos ambientes rurais e urbanos.

Assim, pode-se determinar com razoável consistência prioridades nas intervenções técnicas para correção e mitigação de impactos ambientais negativos que ocorram nas bacias hidrográficas.

As bacias hidrográficas vêm se consolidando como compartimentos geográficos coerentes para planejamento integrado do uso e ocupação dos espaços rurais e urbanos tendo em vista o desenvolvimento sustentado, no qual se compatibilizam atividades econômicas com qualidade ambiental (FERNANDEZ; SILVA, 2004).

O monitoramento hídrico de um manancial tem por objetivo avaliar o estado de conservação da bacia, qualidade da água e a disponibilidade de água da mesma. Essas informações se tornam instrumentos na tomada de decisão para fins de

outorga do uso da água. Portanto, considerando os aspectos estratégicos da bacia, o monitoramento hídrico subsidia estratégias e ações que contribuiriam para reverter à situação atualmente encontrada em busca de uma melhoria sócio-econômica e ambiental.

O município de Ilha Solteira localiza-se na região noroeste do Estado de São Paulo, entre os meridianos 51°00' e 51°30'W e os paralelos 20°15' e 20°45'S, abrangendo uma área de cerca de 640km². O desenvolvimento das atividades comerciais e agropecuárias aliadas à fundação da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista criou condições para que a cidade crescesse e se desenvolvesse de forma a se tornar um núcleo urbano definitivo.

Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo tropical e muito úmido até subtropical sub-úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno (CINDIRU, 1995).

De acordo com o Plano Diretor do Município de Ilha Solteira, elaborado pela Prefeitura Municipal de Ilha Solteira (2007), a cidade foi planejada para ter quatro zonas de especialidade: a residencial, localizada nos passeios; a de comércio e serviços, ao longo da Avenida Brasil e entre as alamedas Rio de Janeiro, Bahia, Mato Grosso e Goiás; a industrial, ao longo da rodovia; e a zona especial de proteção ambiental e produção agro-ecológica do cinturão verde.

A distribuição dos principais tipos de uso e ocupação do solo no município mostrou um forte predomínio da pecuária sobre os demais tipos de ocupação. Descontadas as áreas de inundação de reservatórios das usinas hidrelétricas verifica-se que a atividade pecuária representa aproximadamente 87% de toda a ocupação, enquanto a ocupação agrícola representa cerca de 7% sendo que a maior parte desse tipo de atividade se concentra nas proximidades da área urbana na área denominada "Cinturão Verde" do município e que o tipo de cultura predominante são as culturas anuais.

As hortifrutigranjeiras são exemplos da pequena produção, que se concentra principalmente nas propriedades do Cinturão Verde e arredores, e estão muito mais vinculadas à dinâmica urbana do que à rural.

O restante da área representa ocupação urbana, área de várzea e alguns pontos com remanescentes de vegetação original, tipo floresta latifoliada tropical semidecídua.

A bacia do Córrego do Ipê é de grande interesse estratégico para o município de Ilha Solteira definida, no Plano Diretor aprovado em 2008. Esta bacia apresenta muito problema, entre os quais: nascente desmatada, substituição de toda a mata ciliar pela cana de açúcar, presença à montante, de coliformes fecais na água, área urbana sem estruturas de contenção de água das chuvas e desprovida de rede de esgotos, além de leito totalmente assoreado e tomado de macrófitas da espécie *Tipha sp.* (tabôa)

Por esta razão a bacia do Córrego do ipê precisa de gestão adequada com vistas a um desenvolvimento sustentável que leve a um equilíbrio dinâmico entre os ecossistemas contidos nesta área e as populações que nela habitam. Isto porque à área de expansão da cidade aumenta, a cada dia e devido a algumas vantagens como a presença de duas represas que seriam as principais fontes de água para irrigação dos assentados do INCRA estabelecidos na margem direita da Rodovia, e além da utilização para lazer do clube recreativo. Outra grande importância desta bacia é à disposição da área na implantação dos “Cinturões de Amortecimento da Biodiversidade”, *buffer* verde, com recomposição ciliar no entorno da cidade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos das atividades antrópicas na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê, no município de Ilha Solteira – SP

2.2 Objetivos específicos

- Determinar os efeitos das atividades antrópicas (fatores e os agentes poluentes, além dos níveis de poluição) no recurso hídrico da bacia.
- Avaliar as relações existentes entre os parâmetros avaliados e as modificações ambientais devido à presença das atividades antrópicas registradas na zona de estudo.
- Classificar a IQA da bacia do Córrego do Ipê de acordo á resolução CONAMA nº 357/2005
- Determinar por meio de análises individuais, os 9 parâmetros constituintes do IQA: pH, turbidez, concentração de fósforo e nitrogênio, sólidos totais, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes e temperatura.
- Comparar os dados obtidos do IQA por POLETO, (2002) na bacia, com os dados obtidos nesta pesquisa.
- Avaliar a degradação temporal na bacia.
- Determinar a pressão antrópica através do Índice de Transformação Antrópica (ITA)

3 JUSTIFICATIVA

A água tem sido a centralizadora das atenções mundiais nos últimos anos, gerando diversas discussões sobre a utilização dos recursos hídricos, entre os quais: uma melhor gestão e uma melhor adequação desse recurso tão escasso.

Os sistemas aquáticos, apesar de importantes para a manutenção da vida, vêm sofrendo devido às ações humanas, um processo acelerado de deterioração das suas características físicas, químicas e biológicas, que por sua vez resultou na atual crise mundial, na qual grande parte da água doce do planeta apresenta algum tipo de contaminação, acarretando efeitos nocivos para a população em geral.

Tal preocupação é devido ao fato de tais recursos estarem ligados a impactos ambientais, como ocupação indevida do solo, uso indiscriminado da água, desmatamento de matas ciliares, sedimentação, assoreamento, construção de barragens, desvios de cursos d'água, erosão, salinização, contaminação, impermeabilização, compactação, diminuição da matéria orgânica contida nos solos dentre outras degradações, afetando profundamente o ciclo da água e o clima.

Com isso, as preocupações em conciliar o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental nas últimas décadas fizeram crescer a demanda de projetos, planos e estratégias que integrem os diferentes agentes físicos, econômicos e sociais que atuam no meio, em vista da intensa modificação e degradação ambiental gerada pelo homem no atual momento.

Foram nesses contextos que se desenvolveram os principais centros urbanos do mundo moderno. Por necessidades óbvias, esses centros urbanos, com suas demandas e produção de resíduos, instalaram-se próximos aos rios e lagos, exercendo grande pressão sobre esses sistemas, carregando desde a sua origem um grande passivo ambiental (SILVA, 2006).

Essa forma equivocada de abordagem permitiu a barbárie na relação do homem com o meio ambiente natural e a conseqüente exploração desenfreada dos recursos naturais, culminando na moderna sociedade de consumo (PELIZZOLI, 1999; GRUN, 2002).

Desta forma, é importante salientar que o nível de degradação ambiental em que se encontram as bacias hidrográficas, bens imprescindíveis para as nossas vidas, decorre da falta de comprometimento ambiental e da inadequação das

políticas públicas, normas e falta de pessoal especializado, os quais geraram e geram profundas vulnerabilidades ambientais em termos de impactos ao meio ambiente, que por sua vez podem ser revistos, dando o devido tempo de recuperação aos recursos naturais.

Não obstante, se essas considerações não forem adequadas ao tempo necessário que a natureza necessita, o grande perdedor da história será o homem, o maior vilão ambiental de todos os tempos, perdendo todas as suas reservas de água, solo férteis, fauna, flora, ou seja, toda a biodiversidade que é tão importante para o equilíbrio ambiental e a harmonia do nosso planeta.

O presente trabalho avaliou a ação antrópica imposta à paisagem natural da bacia do Córrego do Ipê, no Município de Ilha Solteira- SP. Por meio da identificação dos diversos problemas que tem sido ocasionados pela população aos corpos d'água. A pesquisa foi realizada com a aplicação de métodos sistemáticos, comparativos e qualitativos, como o IQA e o ITA para estabelecer os efeitos da antropização sobre a bacia estudada.

4 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Essencial à vida, a água configura-se como elemento necessário para quase todas as atividades humanas, sendo ainda, componente fundamental da paisagem e do meio ambiente. A água é um bem precioso, de valor inestimável, que deve ser conservado e protegido, prestando-se para múltiplos usos: abastecimento doméstico, industrial, geração de energia elétrica, irrigação de culturas agrícolas, navegação, aquicultura, piscicultura, recreação, pesca e, mesmo, para a autodepuração de esgoto (SANTOS, 2005).

Quando há abundância de água, ela poderia ser tratada como bem livre, sem valor econômico. Com o crescimento da demanda começam a surgir conflitos entre usos e usuários da água, que passa a ser escassa e, então, precisa ser gerida como bem econômico, ao qual deve ser atribuído o justo valor. Essa escassez também pode decorrer de aspectos qualitativos quando a poluição afeta de tal forma a qualidade, que os padrões excedem aos admissíveis para determinados usos (ESPINOSA, 2003).

Os setores usuários das águas são os mais diversos, com aplicação para inúmeros fins. A utilização pode ter caráter consuntivo, quando a água é derivada do seu curso natural, somente retornando em parte, descontadas as perdas, como as da evaporação. Os efeitos na qualidade da água são os mais diversos, como a poluição e a contaminação pela dissolução de substâncias orgânicas, minerais e agentes patogênicos. Alguns usos dispensam a derivação, não são consuntivos e não afetam a qualidade, mas podem alterar o regime do curso d'água (TUCCI, 1998).

Cada uso da água deve ter normas próprias, mas são necessárias normas gerais, que regulamentem suas inter-relações, estabeleçam prioridades e regras para a solução dos conflitos entre usos e usuários. Quando da construção de obras de aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos, há necessidade de rateio de vazões entre os vários usos (SANTOS, 2002).

Quando há baixa densidade demográfica, ocupação rarefeita do solo e pouco desenvolvimento industrial, o uso da água não exige tamanho cuidado quanto ao seu controle. Na medida em que o uso é mais intensificado, é necessário atenção para a conservação dos recursos hídricos, visando ao seu aproveitamento racional. (PEREIRA, 2003).

O controle do regime das águas é ponto importante, considerando as obras que possam afetar o comportamento hidrológico dos cursos de água e hidrogeológicos dos aquíferos subterrâneos e, também, as ações do homem, que afetam o ciclo hidrológico, como o desmatamento e a urbanização. O controle do regime de cheias e o combate às secas são formas de evitar os males de caráter econômico e social desses eventos extremos. (BARTH, 2003).

As alterações qualitativas dos recursos hídricos provocadas pelo lançamento de poluentes e resíduos sólidos, assim como o assoreamento dos corpos d'água, em razão da erosão do solo urbano e rural devem ser também objeto de controle (VERNIER, 1994).

Segundo Dias (1993), todos esses usos e problemas relacionados com os recursos hídricos devem ser controlados e gerenciados por meio de políticas e instrumentos de gerenciamento que possibilitem o seu uso de maneira sustentável em termos quantitativos e qualitativos, preservando o direito de uso a todos os que deste recurso necessitar.

Segundo Biswas (1996), o direito de uso pode ser definido como a partilha da vazão de um curso d'água ou aquífero e, se o direito de uso é baseado em termos quantitativos, critérios de limitação do uso deverão ser acordados entre os usuários durante períodos em que não haja água suficiente para todos.

4.1 MONITORAMENTO AMBIENTAL

O uso e o aprimoramento dos processos de monitoramento ambiental vêm se tornando uma demanda da sociedade em todos os ramos da atividade econômica e, sobretudo, nas atividades agrícolas de forte impacto, como é o caso da cana-de-açúcar. A grande polêmica referente à cultura da cana está ligada principalmente à queima que antecede a colheita, e que gera impactos ambientais locais e regionais (MACHADO, 1995).

O monitoramento ambiental é um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, com o objetivo de identificar e avaliar - qualitativa e quantitativamente - as condições dos recursos naturais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo. As variáveis sociais, econômicas e institucionais também são incluídas neste tipo de estudo, já que exercem influências sobre o meio ambiente.

Com base nesses levantamentos, o monitoramento ambiental fornece informações sobre os fatores que influenciam o estado de conservação, preservação, degradação e recuperação ambiental da região estudada. Também subsidia medidas de planejamento, controle, recuperação, preservação e conservação do ambiente em estudo, além de auxiliar na definição de políticas ambientais.

O monitoramento ambiental permite, ainda, compreender melhor a relação das ações do homem com o meio ambiente, bem como o resultado da atuação das instituições por meio de planos, programas, projetos, instrumentos legais e financeiros, capazes de manter as condições ideais dos recursos naturais (equilíbrio ecológico) ou recuperar áreas e sistemas específicos. (BARROS, 1998).

Como exemplo, pode-se citar o monitoramento de um recurso hídrico, que tem os seguintes objetivos:

- Acompanhar as alterações de sua qualidade;
- Elaborar previsões de comportamento;
- Desenvolver instrumentos de gestão;
- Fornecer subsídios para ações saneadoras.

4.1.1 Implantação

A implantação de atividades de monitoramento ambiental necessita de uma seleção prévia de indicadores que expressem as condições qualitativas ou quantitativas do que será medido e avaliado. Esses parâmetros devem descrever, de forma compreensível e significativa, os seguintes aspectos:

- O estado e as tendências dos recursos ambientais;
- A situação socioeconômica da área em estudo;
- O desempenho de instituições para o cumprimento de suas atribuições.

A escolha dos indicadores depende dos seguintes fatores:

- Objetivos do monitoramento;
- O que será monitorado;
- Informações que se pretende obter.

Esses parâmetros são medidos em campo, laboratório e em escritório, sendo que alguns são bastante simples e outros, muito complexos.

4.1.2 Rede de monitoramento

Na maioria das vezes, o monitoramento é realizado em vários locais, formando a chamada rede de monitoramento. Trata-se de um sistema que capta dados em várias áreas, com abrangência local, regional, nacional e internacional. A rede é capaz de fornecer uma base de dados comparativa, tanto em relação ao próprio local amostrado quanto a outras regiões. O sistema de coleta de dados aumenta o conhecimento sobre uma determinada região, o que permite a tomadas de decisões mais acertadas e um planejamento ambiental adequado. (RAMOS; JUNIOR, 2007).

4.1.3 Índices e Indicadores Ambientais

O monitoramento das condições do meio ambiente, sistema natural que envolve um emaranhado de outros complexos sistemas, surgiu como desafio para os atores da sociedade civil e gestores públicos e privados no sentido de garantir as necessidades da geração atual sem comprometer a habilidade de que as futuras gerações possam prover as suas. Para se ter uma idéia ou visão da realidade em que se encontra um determinado sistema, uma das alternativas viáveis e práticas é a mensuração dos níveis de qualidade e quantidade dos seus componentes. Para a implementação do conhecimento do nível de qualidade em que se encontra um dado ambiente natural, os índices e indicadores mostram-se como ferramentas eficazes, no sentido de tornar os dados técnicos mais facilmente utilizáveis e assimiláveis.

Segundo Martins (2005), vários autores definem Indicadores como, “[...] modos de representação (tanto quantitativa quanto qualitativa) de características e propriedades de uma dada realidade (processos, produtos, organizações, serviços...) que têm por finalidade a busca da otimização de tomada de decisão em relação: (a) à definição do objeto de ação (o que fazer), (b) ao estabelecimento de objetivos (para que fazer), (c) às opções metodológicas (como fazer), (d) à previsão de meios e recursos (com quem e com o que fazer) e (e) à organização da sistemática de avaliação (taxação de valor), tendo como parâmetro a transformação

desejada daquela realidade no tempo” (OBSERVATÓRIO DE SUSTENTABILIDADE E QUALIDADE DE VIDA, 2004).

Segundo Ramos (1996) e Marn (1995), citado por Ramos (1997), é necessária a associação dos seguintes conceitos a indicadores e índices para um melhor entendimento:

- **Parâmetro:** corresponde a uma grandeza que pode ser medida com precisão ou avaliada qualitativamente, e que se considera relevante para a avaliação dos sistemas ambientais;
- **Indicador:** parâmetros selecionados e considerados isoladamente ou combinados entre si, sendo de especial pertinência para refletir determinadas condições ambientais (normalmente são utilizados como pré-tratamento, isto é, são efetuados tratamentos aos dados originais, tais como médias aritméticas simples, percentuais, medianas, entre outros);
- **Sub-índice:** constitui uma forma intermédia de agregação entre indicadores e índices;
- **Índice:** corresponde a um nível superior de agregação, onde depois de aplicado um método de agregação aos indicadores e/ou aos sub-índices é obtido um valor final; os métodos de agregação podem ser aritméticos (e.g. linear, geométrico, mínimo, máximo, aditivo) ou heurísticos (e.g. regras de decisão); os algoritmos heurísticos são normalmente preferidos para aplicações de difícil quantificação, enquanto os restantes algoritmos são vocacionados para parâmetros facilmente quantificáveis e comparáveis com padrões.

Ainda segundo Ramos (1997) *“Os indicadores e os índices são projetados para simplificar a informação sobre fenômenos complexos de modo a melhorar a comunicação.”* Podem ser aplicados em uma série de situações problemas como: a) atribuição de recursos; b) classificação de locais; c) cumprimento de normas legais; d) análise de tendências; e) informação ao público; f) investigação científica (RAMOS, 1997). No mesmo artigo, a OCDE, citada por Ramos (1997) apresenta quatro grandes grupos de aplicações de indicadores: *“(i) avaliação do funcionamento*

dos sistemas ambientais; (ii) integração das preocupações ambientais na políticas setoriais; (iii) contabilidade ambiental; (iv) relato do estado do ambiente”.

Segundo Oliveira (2003), Os indicadores medem aspectos qualitativos e/ou quantitativos relativos ao meio ambiente, à estrutura, aos processos e aos resultados.

- Um indicador pode ser uma taxa ou coeficiente, um índice, um número absoluto ou um fato;
- Taxa/coeficiente é o número de vezes que um evento ocorreu dividido pelo número de vezes que ele poderia ter ocorrido, multiplicado por uma base e definido no tempo e no espaço;
- Índice é a razão entre dois números ou a razão entre determinados valores;
- Indicador e índice são termos empregados na maioria das vezes, como sinônimos e em outras vezes com significados distintos, seguindo a tendência atual.

Segundo Garcias (2001), “o uso dos recursos naturais provoca, a perda de equilíbrio do meio ambiente.” O nível de exploração dentro de uma racionalidade poderia resultar em um equilíbrio sustentável. Desta forma o desempenho ambiental poderia ser mensurado através da (Equação 1). (GARCIAS, 2001; AISSE et al, 2003 in BAHIA, 2006):

$$\text{DESEMPENHO} = \frac{\text{Resultados Econômicos Financeiros Obtidos}}{\text{Perdas Ambientais}} \quad (\text{Equação 1})$$

Ainda segundo os mesmos autores, uma das formas de avaliação deste desempenho, seria o uso de indicadores, estruturados de maneira que seus índices medissem os efeitos na economia e no meio ambiente, sendo que a sua estruturação depende da forma como serão estabelecidos os objetivos e metas. Um indicador pode ser entendido como “aquela informação que explicita o atributo que permite a qualificação das condições dos serviços, e por índice o parâmetro que mede o indicador, atribuindo-lhe valores numéricos”.

Segundo Garcias (2001) *apud* Organização Mundial de Saúde (1981), os indicadores deverão cumprir os seguintes requisitos: ser válidos, mensurando

realmente o que se propõe medir; ser objetivos, isto é, dar o mesmo resultado independente de quem promove a medição ou em que circunstâncias estejam; ser sensíveis, detectando as mudanças ocorridas na situação; e ser específicos, refletindo só as mudanças ocorridas na situação tratada.

Bollmann (2001) separa em três fases o desenvolvimento histórico dos indicadores ambientais: a primeira, marcada pela departamentalização do conhecimento:

Os indicadores ambientais basearam-se quase que exclusivamente em variáveis que, na realidade, consistiam em medidas de grandezas físicas, químicas ou biológicas consideradas importantes para descrever o objeto (indicadores primários). Em segunda fase, estruturas de agregação de variáveis (somatório, produtivo, operadores máximos e mínimos, médias aritméticas, geométricas, harmônicas, etc.) foram utilizadas não apenas para aglutinar informação da mesma natureza, mas já estabelecendo algumas metodologias para congregiar variáveis de diferentes espécies (indicadores secundários). [...] Uma terceira fase pode ser caracterizada nessa abordagem, não pela estruturação de indicadores inovadores, mas pela forma de análise dos resultados. Ao contrário das fases anteriores, em que se tem a produção de índices numéricos que permitem uma interpretação unidimensional (considerando apenas um aspecto da realidade), como representantes dessa fase se enquadram os indicadores multinível, que permitem uma apreciação multidimensional dos resultados.

A ação de medir reverte-se em uma ferramenta indispensável para se colocar em prática políticas norteadoras do desenvolvimento humano, vindo a ajudar na percepção dos tomadores de decisão e cidadãos quanto aos aspectos analisados no planejamento dos investimentos a serem realizados com base no estado atual do ambiente em que se pretende atuar (BOLLMANN, 2001).

Os indicadores sociais e ambientais analisados dentro de uma ótica que os inter-relacionam, permitem uma nova reflexão entre o homem e a natureza mediante a avaliação da qualidade sócio-ambiental, (SANTOS, 2005). Esta afirmação reforça a idéia da qualidade ambiental como fruto da interação do homem com seus aspectos econômicos e socioculturais e o ambiente em que vive e que pode ser mensurada através de uma ferramenta indicativa do nível em que se encontra.

4.2 ÍNDICES ANTRÓPICOS

Os indicadores ambientais e de sustentabilidade possuem um objetivo comum, o de fornecer subsídios na formulação de políticas nacionais e acordos internacionais, bem como à tomada de decisão por atores públicos e privados. Também buscam descrever a interação entre a atividade antrópica e o meio ambiente e conferir ao conceito de sustentabilidade maior concretude e funcionalidade.

As tentativas de construção de indicadores ambientais e de sustentabilidade seguem três vertentes principais. A primeira delas, de vertente biocêntrica, consiste principalmente em buscar por meio de indicadores biológicos, físico-químicos ou energéticos, desequilíbrios ecológicos de ecossistemas. A segunda, de vertente econômica, consiste em avaliações monetárias do capital natural e do uso de recursos naturais. A terceira vertente busca construir índices de sustentabilidade e qualidade ambiental que combinem aspectos do ecossistema natural a aspectos do sistema econômico e da qualidade de vida humana, sendo que em alguns casos, também são levados em consideração aspectos dos sistemas político, cultural e institucional.

Os índices ambientais existentes são, via de regra, modelos de interação atividade antrópica/meio ambiente que podem ser classificados em três tipos principais: **estado; pressão; resposta**. Enquanto os indicadores de estado buscam descrever a situação presente, física ou biológica, dos sistemas naturais, os indicadores de pressão tentam medir/avaliar as pressões exercidas das atividades antrópicas sobre os sistemas naturais e os chamados indicadores de resposta buscam avaliar a qualidade das políticas e acordos formulados para responder/minimizar os impactos antrópicos (HERCULANO, 1998; ISLA, 1998; ESI, 2002).

Em geral, suas avaliações incidem sobre o curto/médio prazo e se defrontam com dificuldades metodológicas referentes à concepção conceitual, à definição de variáveis e à obtenção e tratamento dos dados. Uma primeira dificuldade diz respeito aos diferentes conceitos e concepções sobre o que seja sustentabilidade e qualidade ambiental, o que torna obscuro o processo de escolha das variáveis a serem utilizadas na mensuração.

Isla (1998) ressalta que no caso dos indicadores ambientais locais, devido à ausência de uma definição conceitual, o que se vê são antes listas de indicadores isolados sem relações claras de causalidade e hierarquia, que um sistema coerente de mensuração/avaliação do fenômeno. Portanto, um primeiro passo de importância crucial na construção de indicadores e índices é a explicitação da abordagem conceitual utilizada.

Portanto, a sustentabilidade é aqui avaliada a partir de uma combinação de indicadores de estado, pressão e resposta, incluso indicadores de capacidade política e institucional que indiquem tendências de resposta a pressões e desafios futuros. A carência de informações sistemáticas, tanto em relação à qualidade de vida quanto em relação ao meio ambiente, é problema recorrente para aqueles que trabalham com indicadores ambientais. A construção dos índices envolve ainda a complicação adicional de tornar comparáveis dados de diferentes fontes, produzidos a partir de escalas distintas, com cobertura e distribuição espacial e temporal diversas. Daí a necessidade de se buscar formas alternativas e aproximadas para imputar dados faltantes e construir *proxys* adequadas e representativas de informações inexistentes.

4.3 RELAÇÕES ENTRE O USO E OCUPAÇÃO DE SOLOS E A QUALIDADE DA ÁGUA

Investigadores têm usado uma variedade de ferramentas analíticas, escalas e perspectivas para examinar modelos e processos em bacias hidrográficas (CRONAN et al, 1999). Tem-se frequentemente examinado a relação entre uso da terra e qualidade da água e alguns estudos têm mostrado que o uso da terra tem uma forte influência sobre a qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica (OMETO et al, 2000). Uma das etapas mais importantes na gestão de recursos hídricos é estabelecer os impactos de diferentes usos da terra em bacias hidrográficas. Este tipo de investigação relacionando atributos ambientais pode ser usado para proteger melhor os recursos hídricos (FREITAS, 1999). Qualquer tipo de uso da terra na bacia hidrográfica interfere no ciclo hidrográfico, não importando o grau com que esse tipo de uso da terra utiliza ou dependa da água (ROCHA et al 2000).

A literatura documenta que a simples retirada direta de água de um manancial superficial, ou a presença de uma intervenção, como, por exemplo, a implantação de

loteamentos, interfere de forma indireta na erosão, com o aumento de escoamento superficial e conseqüente assoreamento dos corpos de água, na redução da taxa de infiltração de água no solo, na diminuição do lençol freático, na alteração do padrão de vazão dos córregos, riachos, rios, etc. (CORTES et al, 2000).

Assim, evidencia-se a importância do aprofundamento do estudo das relações entre uso da terra e qualidade da água, devido á forte pressão por ocupação do espaço (MACHADO et al, 1998).

A grande variedade de fatores a serem considerados e o volume das informações a serem trabalhadas no estabelecimento destas relações, apontam para o sistema de informações geográficas como ferramenta essencial ao aprofundamento das análises espaço-temporais (TEIXEIRA et al, 1992).

O acesso da informação em qualidade e quantidade com rapidez e facilidade de compreensão são requisitos obrigatórios dos sistemas de gerenciamento. Neste contexto os sistemas de informação geográfica assumem um papel de relevância na medida em que servem ao trabalho por varredura ao invés da simples amostragem (ARONOFF, 1995).

A utilização de instrumentos como um sistema de informações geográficas propicia um avanço no âmbito da gestão, uma vez que possibilitam a adoção de critérios técnicos como base na tomada de decisões do parcelamento do uso do solo e na estruturação do espaço nas bacias hidrográficas (CHISTOFOLETTI, 1999).

Um exemplo é a pesquisa que se insere na linha de trabalho chamada 'Desenvolvimento de Indicadores de Poluição Antrópica', vinculada ao grupo de pesquisa 'Ambiente, Ecossistemas e Sustentabilidade' (CNPq), da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (ENSP/FIOCRUZ), e associa-se ao estudo das relações entre o processo de 'colonização' do espaço, a degradação ambiental e seus impactos sobre a saúde. Neste sentido, direciona seu estudo de caso à bacia hidrográfica do Canal do Cunha, contribuinte da Baía de Guanabara, que atravessa região extremamente pobre da cidade do Rio de Janeiro, com predomínio de favelas.

Portanto, ao entendermos o manancial como testemunho do impacto do processo de ocupação sobre a 'base natural', inclusive a partir do estudo das atuais condições sanitárias, torna-se possível definir propostas de intervenção que se justifiquem pela melhoria dos padrões de qualidade de água do canal, possibilitando

seu monitoramento e efetivando, como consequência, transformações positivas na qualidade de vida da população local e melhorias no ambiente urbano como um todo.

4.4 BACIAS HIDROGRÁFICAS

A bacia hidrográfica é o elemento fundamental de análise do ciclo hidrológico, principalmente na sua fase terrestre, que engloba a infiltração e o escoamento superficial. Ela pode ser definida como uma área limitada por um divisor de águas, que a separa das bacias adjacentes e que serve de captação natural da água de precipitação através de superfícies vertentes. Por meio de uma rede de drenagem, formada por cursos d'água, ela faz convergir os escoamentos para a seção de exutório, seu único ponto de saída (LINSLEY; FRANZINI, 1978; TUCCI, 1997).

Isso significa que a bacia é o resultado da interação da água e de outros recursos naturais como: material de origem, topografia, vegetação e clima. Assim, um curso d'água, independentemente de seu tamanho, é sempre o resultado da contribuição de determinada área topográfica, que é a sua bacia hidrográfica (BRIGANTE; ESPINDOLA, 2003).

4.4.1 Conceitos de bacia e Sub-bacia Hidrográfica

O termo bacia hidrográfica refere-se a uma compartimentação geográfica natural delimitada por divisores de água. Este compartimento é drenado superficialmente por um curso d'água principal e seus afluentes (SILVA, 1995). Os conceitos de bacia e sub-bacias se relacionam a ordens hierárquicas dentro de uma determinada malha hídrica (FERNANDES; SILVA, 1994). Cada bacia hidrográfica se interliga com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia. Portanto, os termos bacia e sub-bacias hidrográficas são relativos.

Em resumo, os conceitos de bacia e sub-bacias se relacionam a ordens hierárquicas dentro de uma determinada malha hídrica. O termo "microbacia", embora difundido em nível nacional, constitui uma denominação empírica, imprópria e subjetiva. Assim, sugere-se a substituição do termo microbacia por sub-bacia hidrográfica, denominação mais compatível com a estratégia aqui abordada.

A bacia hidrográfica é também denominada de bacia de captação quando atua como coletora das águas pluviais, ou bacia de drenagem quando atua como uma área que está sendo drenada pelos cursos d'água (SILVA, 1995).

Por constituírem ecossistemas com o predomínio de uma única saída, as bacias hidrográficas possibilitam a realização de uma série de experimentos (VALENTE; CASTRO, 1981). As bacias hidrográficas também constituem ecossistemas adequados para avaliação dos impactos causados pela atividade antrópica que podem acarretar riscos ao equilíbrio e à manutenção da quantidade e a qualidade da água, uma vez que estas variáveis são relacionadas com o uso do solo (FERNANDES; SILVA, 1994; BARUQUI, 1985).

A subdivisão de uma bacia hidrográfica de maior ordem em seus componentes (sub-bacias) permite a pontualização de problemas difusos, tornando mais fácil a identificação de focos de degradação de recursos naturais, da natureza dos processos de degradação ambiental instalados e o grau de comprometimento da produção sustentada existente (SILVA, 1994).

4.5 Atividades antrópicas

As atividades antrópicas são ações do ser humano sobre o meio ambiente ou a natureza. Também pode ser a ação, o ato ou o resultado da atuação humana sobre a natureza, com intencionalidade de modificação.

As ações humanas são, pelo menos, de duas classes, sob a ótica da modificação:

- ações humanas estritamente vegetativas: referentes, *sine qua non*, à sobrevivência do ser humano;
- ações humanas estritamente volitivas: referentes à natureza empreendedora do ser humano.

4.5.1 Interação entre Recursos Naturais e Atividades Antrópicas em Bacias Hidrográficas

No início, o processo de gerenciamento e planejamento de bacias hidrográficas visava basicamente à solução de problemas relacionados à água, com prioridade para o controle de inundações, para o abastecimento doméstico e industrial, para a irrigação ou para a navegação. O enfoque principal dessa

estratégia continua, em muitos casos, sendo a água, sem atentar para o manejo adequado dos outros recursos ambientais da bacia hidrográfica que também influenciam, quantitativa e qualitativamente, o ciclo hidrológico (PIRES; SANTOS, 1995).

Uma vez que as etapas principais do ciclo hidrológico se processam nos limites dos divisores de água, as bacias hidrográficas constituem-se nas unidades coerentes para implantação de medidas integradas (envolvendo todos os recursos naturais/ambientais) de controle do balanço infiltrações/escoamento superficial das águas das chuvas. Enquanto a infiltração das águas de chuvas é altamente benéfica, garantindo o abastecimento do lençol freático e a disponibilidade hídrica para as plantas, o escoamento superficial (enxurrada) constitui perda irreversível das águas, durante a estação chuvosa pelas bacias hidrográficas, além de causar erosão, inundações e transporte de poluentes e contaminantes para as águas superficiais.

Os principais componentes das bacias hidrográficas como o solo, água, vegetação e fauna, coexistem em permanente interação (dinâmica) respondendo às interferências naturais (intemperismo e modelagem da paisagem) e aquelas de natureza antrópica (uso/ocupação da paisagem), afetando os ecossistemas como um todo.

Nesses compartimentos naturais - bacias/sub-bacias hidrográficas, os recursos hídricos constituem indicadores das condições dos ecossistemas no que se refere aos efeitos do desequilíbrio das interações dos respectivos componentes. Assim, podem-se determinar, com razoável consistência, prioridades nas intervenções técnicas para correção e mitigação de impactos ambientais negativos que ocorram nas bacia/sub-bacias hidrográficas.

Por isso, as bacias e sub-bacias hidrográficas vêm se consolidando como compartimentos geográficos coerentes para planejamento integrado do uso e ocupação dos espaços rurais e urbanos tendo em vista o desenvolvimento sustentado no qual se compatibiliza atividades econômicas com qualidade ambiental.

4.5.2 Impactos ambientais pelas atividades antrópicas

O conceito de bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão ambiental é resultante do conhecimento das relações entre as características físicas de uma bacia de drenagem e quantidade e qualidade das águas que chegam ao corpo hídrico; por outro lado, as características de um corpo hídrico refletem as de sua bacia de drenagem, levando também em consideração todas as suas características químicas e biológicas do corpo hídrico (PIRES, 2002).

Neste contexto, a metodologia de adotar a bacia hidrográfica como unidade geoambiental de estudo dos processos de degradação ambiental é a mais apropriada no caso da contaminação difusa de corpos hídricos. Portanto, importante se faz monitorar os teores de substâncias orgânicas, como os agrotóxicos, e inorgânicas como os ânions nitrato, cloreto, sulfato e fosfato, mercúrio, arsênio capazes de afetar a qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

Os impactos na qualidade da água e do solo devido ao uso de agroquímicos estão associados a diversos fatores tais como o ingrediente ativo da formulação, contaminantes existentes como impurezas dos processos de fabricação, aditivos que são misturados (agentes molhantes, diluentes ou solventes, adesivos, conservantes e emulsificantes). Os produtos resultantes da degradação química, microbiológica ou fotoquímica dos ingredientes ativos constituem-se em motivos de grande apreensão, pois estes metabólicos possuem atividade ecotoxicológica, muitas vezes mais intensa que a molécula original (HEMOND; FECHENER, 2000).

Por outro lado, a ocupação antrópica das terras através de usos múltiplos indica a complexidade e dificuldade na elaboração de propostas para a gestão territorial, tanto em nível local como regional. Especificamente o uso da terra, que se destaca por afetar diretamente a agricultura, têm sido objeto de interesse de instituições e órgãos governamentais voltados ao planejamento e à adoção de políticas agrícolas viáveis ao desenvolvimento sem agressão ambiental.

Desses problemas pode-se indicar a ocupação inadequada das terras, diminuição da matéria orgânica, compactação, impermeabilização, salinização, desabamento de terras, contaminação, desmatamento das matas ciliares, crescimento demográfico desordenado, queimadas, irrigação, mineração, erosão, desertificação (forma mais grave de degradação ambiental), perda da fauna e da flora, resultam na rápida perda da biodiversidade da região afetada, acelerada pela

ação antrópica e as alterações climáticas, em conjunto com fenômenos climáticos extremos cada vez mais frequentes como: erupções vulcânicas, terremotos, inundações, tornados, furacões, maremotos, também têm efeitos negativos ao meio ambiente (BRIGANTE; ESPINDOLA, 2003)

Tabela 1. Impactos ambientais naturais e antrópicos

Impactos ambientais	
Impactos naturais	Impactos antrópicos
Erupções vulcânicas	Diminuição da matéria orgânica
Terremotos	Compactação
Inundações	Impermeabilização
Tornados	Salinização
Furacões	Desabamento de terras
Maremotos	Contaminação
	Desmatamento de matas ciliares
	Crescimento demográfico
	Queimadas
	Irrigação
	Mineração
	Erosão
	Desertificação

Fonte: Comissão das Comunidades Europeias, Bruxelas (2006)

Principalmente nas bacias hidrográficas, umas das ações supracitadas, a erosão, ou seja, a erosão hídrica, que é causada pela água das chuvas, é identificada como a principal causa do empobrecimento do solo. Neste processo, a estrutura do solo é destruída pelo impacto da chuva que atinge a superfície do terreno e, em seguida o material solto, rico em nutrientes e matéria orgânica, é removido do local e depositado nas depressões no interior das vertentes e no fundo dos vales. A intensidade de ação deste processo erosivo depende, além do clima, da resistência do solo e da presença de diversas condições ligadas ao manejo do solo e água e da natureza da comunidade vegetal presente, (RUHE, 1975; BAHIA, 1992).

Outros impactos de grande degradação são o desmatamento, as técnicas agrícolas inadequadas, o mau uso dos recursos naturais e o emprego de agroquímicos, levando à contaminação dos corpos hídricos e do solo.

A agricultura tradicional possui importante papel na economia brasileira devido à geração de empregos no campo e distribuição de renda. Entretanto, muitas vezes ela é conduzida por indivíduos que não possuem consciência da necessidade da conservação do meio onde vivem, principalmente quando a prática da cultura ocorre em áreas de grande sensibilidade como as próximas às nascentes de corpos hídricos e nas bordas de fragmentos florestais. A legislação ambiental brasileira considera a bacia hidrográfica como a unidade básica para a gestão ambiental (BRASIL, 1997).

Neste contexto, é importante ressaltar as práticas de manejo, conservação das águas de superfície, reposição das matas ciliares e retiradas de solo superficial, pois com isso, as condições naturais destes mananciais podem ser modificadas, visto que o transporte de sedimentos em suspensão e de fundo resultará na alteração da qualidade da água e em assoreamento, diminuindo a vida útil dos reservatórios.

Por sua vez, o conhecimento da situação das condições dos solos do território brasileiro, em termos da presença dos processos de erosão acelerada, e mesmo com referência à sua potencialidade, enseja a realização de trabalhos em escala local e regional, para caracterizar seus indicadores e correspondente cartografia (PINTO, 2005).

A ocupação desordenada das terras, o crescimento demográfico e a escassez de terras férteis, determinam a necessidade de se gerar fundamentações, estratégias, atividades e diretrizes que proporcionem aptidão dos ecossistemas com sistemas de ocupação, capazes de certificar produções sustentáveis em longo prazo.

Conseqüentemente deve-se moldar o uso dos recursos naturais, de forma a aumentar e melhorar as condições econômicas e o progresso social da população afetada por esses processos danosos. Não obstante, para a utilização permanente, sustentável e eficiente desse meio ambiente, devem-se caracterizar as circunscrições físicas, biológicas e espaciais para a sua ocupação, identificando-se as possíveis sensibilidades dos ecossistemas aos impactos ambientais futuros.

4.5.3 Impactos da Agricultura nas bacias hidrográficas

A agricultura é talvez uma das atividades antrópicas mais importantes para os seres humanos, já que é uma fonte de alimento confiável. Infelizmente os resultados até hoje são: mais de 800 milhões de hectares que foram destinados à agricultura do solo de base, cerca de 38% do território total da terra, onde a paisagem de campos cultivados foi implantada às expensas dos ecossistemas naturais, reduzindo a maioria das áreas naturais a pequenos fragmentos ou unidades mínimas de floresta, eliminando completamente muitas outras, para convertê-las em pastagens para gado e culturas.

Como resultado, as taxas de transmissão de inúmeros agentes de doenças infecciosas têm aumentado dramaticamente: gripe, raiva, febre amarela, dengue, malária, tripanossomíase, ancilostomíase e esquistossomose. Hoje esses agentes emergem e reemergem com regularidade devastadora, (SILVA 2006). A agricultura moderna emprega uma infinidade de produtos químicos, exposição a níveis tóxicos de algumas classes de defensivos agrícolas (pesticidas, fungicidas) que criaram outros riscos significativos à saúde que somente agora estão sendo reparados por epidemiologistas e toxicologistas.

Como se isso fosse o suficiente para não se preocupar, prevê-se que nos próximos 50 anos a população humana deverá subir para pelo menos 8,6 bilhões, o que requer um adicional de 109 mil hectares para alimentá-los usando as tecnologias atuais, ou seja, aproximadamente o tamanho do Brasil. Essa quantidade de terra arável adicional simplesmente não está disponível (SILVA 2006).

Na maioria das vezes, o monitoramento é realizado em vários locais, formando a chamada rede de monitoramento. Trata-se de um sistema que capta dados em várias áreas, com abrangência local, regional, nacional e internacional. A rede é capaz de fornecer uma base de dados comparativa, tanto em relação ao próprio local amostrado quanto a outras regiões. O sistema de coleta de dados aumenta o conhecimento sobre uma determinada região, o que permite tomadas de decisão mais acertadas e um planejamento ambiental adequado.

4.5.4 A água como um indicador da qualidade ambiental das bacias hidrográficas

A água é um recurso singular, pois além de servir a uma ampla gama de usos, possui também a qualidade de atuar como uma substância indicadora dos resultados da manipulação da terra pelo homem.

O deflúvio de uma bacia hidrográfica resulta de fluxos líquidos superficiais e sub-superficiais (Resende et al., 1995) e pode ser considerado como o produto residual do ciclo hidrológico, o qual é influenciado por três grandes grupos de fatores: clima, fisiografia e uso de solo. Desta forma, a qualidade da água de uma bacia hidrográfica depende das suas interações no sistema, tanto no plano espacial quanto temporal (SOUZA, 1996).

A qualidade de cada corpo d'água está relacionada à geologia, ao tipo de solo, ao clima, ao tipo e quantidade de cobertura vegetal e ao grau e modalidade de atividade humana dentro da bacia hidrográfica. (AGENCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL – APA, 1988; VALENTE; CASTRO, 1981).

Assim, o uso e ocupação das bacias hidrográficas refletem, em última instância, na qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas (RAZINI, 1990).

4.6 Índices de Transformação Antrópica (ITA)

A razão de incorporar índices e Indicadores para o monitoramento ambiental de recursos hídricos em bacias hidrográficas, esta relacionada com o crescimento da população humana e ao grau cada vez mais elevado de urbanização. Os impactos do crescimento urbano aumentam a poluição ambiental, fundamentalmente sobre os mananciais, ao considerar que a densidade demográfica e a ausência de mecanismos adequados de controle e depuração artificial (recuperação) são fatores determinantes para a manutenção ou depreciação da qualidade dos recursos hídricos.

Dai a necessidade de entender e medir as dinâmicas de transformação que a população provoca na paisagem através do Índice de Transformação Antrópica (ITA) e como afeta o uso e a ocupação de solos no recurso hídrico das bacias hidrográficas.

4.6.1 Construção do Índice de Transformação Antrópica – ITA

O ITA foi desenvolvido por Lèmechev e aplicado por Mateo (1984), Vicens (1997), Teixeira (2003) e Richter (2004) em estudos geoecológicos com o objetivo de quantificar a pressão antrópica sobre algum componente do meio ambiente, como áreas de proteção ambiental, bacias hidrográficas ou parques nacionais.

O ITA faz o diagnóstico ambiental para impactos causados pela ocupação não planejada do espaço Sanches e Vicens (1997), já que a magnitude ou grau em que a paisagem é modificada pode ser usada na avaliação da qualidade ambiental.

Para quantificar tal magnitude, faz-se uso de indicadores.

$$ITA = \sum_{i=1}^n (r_i p_i) / 100$$

Onde,

r_i = nível de transformação antrópica da paisagem para um determinado tipo i de uso da terra;

p_i = área (em %) do tipo de uso da terra nas sub-bacia;

n = quantidades máximas de tipos de uso da terra.

O nível de transformação antrópica r , é determinado pelo método de avaliação. Cada classe apresenta um peso atribuído em função do conhecimento que o autor tem sobre as mesmas em relação ao grau de antropização. E, esta é uma determinação numérica da carga antropogênica a que se encontra submetida à paisagem que neste caso é a bacia hidrográfica. O relacionamento dos resultados obtidos com a qualidade das águas e as áreas de sensibilidade da bacia hidrográfica fornece uma determinada classificação temática quanto ao uso da terra para toda a bacia, e funciona com um peso dado a cada tipo de uso, variando de 1 a 10, que representa uma maior modificação antrópica quanto maior for o seu valor.

Sanchez (1997) ponderou estes níveis em intervalos de valores, de modo a permitir uma diferenciação subjetiva que possibilitasse o atendimento às particularidades de cada área de estudo. Neste caso, considerando o tipo de uso da terra encontrado na bacia hidrográfica foi estabelecido um conjunto de pesos, na Tabela 2, proposta nesta pesquisa, onde se apresentam os pesos dados a cada tipo de uso do solo.

Tabela 2. Pesos dado a cada tipo de uso

		Uso da Terra	Peso	
ÁREAS ANTRÓPICAS NÃO AGRÍCOLAS	Áreas Urbanizadas	Unidade de Conservação de Proteção Integral (Estação Ecológica Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural, Refúgio Vida Silvestre)	1 - 3	
		Unidade de Conservação de Uso Sustentável (Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Particular do Patrimônio Natural)		
		Terra Indígena		
		Cidades, vilas		
		Complexo Industrial		
	Áreas de Extração Mineral	Unidade de Conservação de Proteção Integral (Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural, Refúgio Vida Silvestre)	1 - 3	
		Unidade de Conservação de Uso Sustentável (Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Particular do Patrimônio Natural)		
		Terra Indígena		
		Área de Mineração		
				5 - 10
ÁREAS ANTRÓPICAS AGRÍCOLAS	Cultura Temporária	Unidade de Conservação de Proteção Integral (Estação Ecológica Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural, Refúgio Vida Silvestre)	1 - 3	
		Unidade de Conservação de Uso Sustentável (Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Particular do Patrimônio Natural)		
		Terra Indígena		
		Culturas alimentares de subsistência (arroz, feijão, mandioca e milho) + Pecuária bovina extensiva para corte + Vegetação secundária (sem palmeira) + Exploração de madeira		5 - 9
		Arroz		
		Culturas alimentares de subsistência (arroz, feijão, mandioca e milho) + Pecuária bovina extensiva para corte + Vegetação secundária (com e sem palmeira)		6 - 10
		Culturas alimentares de subsistência (arroz, feijão, mandioca e milho)		
		Culturas alimentares de subsistência (arroz, feijão, mandioca e milho) + Vegetação secundária (com e sem palmeira)		
		Culturas alimentares comerciais (arroz e feijão)		
		Culturas alimentares para subsistência (mandioca, feijão, milho, hortaliças) + Criação de animais para alimentação (pequeno porte e gado bovino) + Caça e pesca de animais silvestres		
	Cultura Permanente	Unidade de Conservação de Proteção Integral (Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural, Refúgio Vida Silvestre)	1 - 3	
		Unidade de Conservação de Uso Sustentável (Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Particular do Patrimônio Natural)		
		Terra Indígena		
		Plantações abandonadas (dendê, caju)		5 - 10
		Dendê		
Coco-da-baía				
Banana				
Culturas comerciais (coco-da-baía, açaí, cupuaçu, pupunha, pimenta-do-reino, mamão, banana) + Culturas alimentares de subsistência (mandioca, milho e feijão) + Silvicultura (teca, parica e magno) + Vegetação secundária (sem palmeira) + Pecuária bovina extensiva para corte				
Seringueira				
Essências florestais consorciadas com culturas permanentes (cacau, acerola, maracujá, cupuaçu, seringueira, açaí, coco-da-baía, pimenta-do-reino) em sistema agroflorestal				
Unidade de Conservação de Proteção Integral (Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural, Refúgio Vida Silvestre) + Pastagem				
Unidade de Conservação de Uso Sustentável (Área de Proteção Ambiental,				

ÁREAS ANTRÓPICAS AGRÍCOLAS	Pastagem	Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Particular do Patrimônio Natural) + Pasta	1 - 4
		Pecuária bovina extensiva para leite e corte em Terra Indígena + Culturas alimentares para subsistência	
		Pecuária bovina extensiva para corte em pastos plantados	
		Pecuária bovina extensiva para corte + Culturas alimentares de subsistência (arroz, feijão, mandioca e milho) + Vegetação secundária (sem palmeira)	
		Pecuária bovina extensiva para corte + Culturas alimentares de subsistência + Vegetação secundária (com e sem palmeira)	
		Pecuária bovina extensiva para corte e leite	
		Pecuária bovina extensiva para corte + Vegetação secundária (com e sem palmeira)	
		Pecuária bovina extensiva para corte + Culturas alimentares para subsistência	4 - 10
		Pecuária bovina extensiva para corte e leite + Vegetação secundária (com e sem palmeira)	
		Pecuária bovina extensiva para corte + Vegetação secundária (com e sem palmeira) + Culturas alimentares de subsistência	
		Pecuária bovina extensiva para corte + Culturas alimentares de subsistência + Culturas permanentes + Vegetação secundária (com e sem palmeira)	
		Pecuária bovina extensiva para leite e corte + Culturas alimentares para subsistência	
		ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATURAL	Silvicultura
Unidade de Conservação de Uso Sustentável (Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Particular do Patrimônio Natural)			
Terra Indígena			
Reflorestamento	1 - 4		
Floresta	Unidade de Conservação de Proteção Integral (Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural, Refúgio Vida Silvestre)		1 - 3
	Unidade de Conservação de Uso Sustentável (Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Particular do Patrimônio Natural)		
	Terra Indígena		
	Área sem uso identificado		
	Extrativismo de castanha-do-pará + Exploração de madeira (em Florestas...)		4 - 10
	Extrativismo de seringa + Extrativismo de palmáceas + Extrativismo de oleaginosas (em Florestas Aluviais)		
	Extrativismo palmáceas + Extrativismo de oleaginosas		
	Extrativismo animal (caranguejo)		
	Vegetação secundária (com e sem palmeiras) + Lavouras alimentares de subsistência + Pecuária extensiva para corte + Exploração de madeira		4 - 10
	Vegetação secundária (com e sem palmeira) + Lavouras alimentares de subsistência + Pecuária extensiva para corte		
	Exploração de madeira em ambientes de Terra firme (Florestas de Terras Baixas e Submontanas)		
	Exploração de lenha e produção de carvão em áreas de vegetação secundária (com e sem palmeira)		
	Exploração de lenha e produção de carvão em áreas de vegetação secundária (com e sem palmeira) + Pecuária bovina extensiva para corte		
	Exploração de lenha e produção de carvão em áreas de vegetação secundária (com e sem palmeira) + Culturas alimentares de subsistência		
	Exploração de lenha e produção de carvão em áreas de vegetação secundária (com e sem palmeira) + Pecuária bovina extensiva para corte + Culturas alimentares de subsistência + Culturas permanentes		
	Exploração de lenha e produção de carvão em áreas de vegetação secundária (com e sem palmeira) + Culturas alimentares de subsistência + Culturas permanentes + Pecuária bovina extensiva para corte		
Culturas agroflorestais associadas com culturas alimentares de subsistência + Pecuária bovina extensiva para corte + Exploração de madeira em ambientes de Floresta Aluvial			
Exploração de lenha (em Florestas...)			
Extrativismo vegetal do açazeiro (palmito e fruto) e de outros produtos florestais			
Vegetação secundária (com e sem palmeira) + Culturas alimentares de			

ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATURAL	Floresta	subsistência	7 - 10
		Culturas agroflorestais + Culturas alimentares de subsistência	
		Unidade de Conservação de Uso Sustentável em Terra Indígena	
		Área Militar	7 - 10
		Extrativismo de madeira (lenha)	6 - 10
		Extrativismo de madeira (lenha) + Pecuária extensiva para corte (Campinarana)	
		Extrativismo de madeira (lenha) + Extrativismo de buriti + Culturas alimentares para subsistência (feijão, milho, mandioca e banana)	
		Vegetação secundária + Culturas alimentares para subsistência (feijão, milho, mandioca e banana)	
		Unidade de Conservação de Uso Sustentável + Projeto de Assentamento Agroextrativista	
		Exploração de madeiras em sistema intensivo de tecnologia (empresarial) + Extrativismo vegetal (seringa e castanha-do-Brasil) + Caça de animais silvestres	
		Exploração de madeiras em sistema de baixo uso de tecnologia e insumo (regime familiar) + Extrativismo vegetal (seringa e castanha-do-Brasil)	4 - 10
		Extrativismo vegetal (seringa e castanha-do-Brasil) + Exploração de madeiras + Agropecuária de subsistência (Colocações)	
		Extrativismo vegetal (seringa e castanha-do-Brasil) + Culturas alimentares para subsistência	
		Extrativismo vegetal (seringa) + Culturas alimentares para subsistência	
		Exploração de madeiras em sistema de baixo uso de tecnologia e insumo + Extrativismo vegetal (seringa)	
		Extrativismo vegetal (seringa) + Exploração de madeiras + Agropecuária de subsistência (Colocações)	
		Extrativismo vegetal (seringa) + Culturas alimentares para subsistência + Exploração de madeiras	
	Unidade de Conservação de Proteção Integral em Terra Indígena	1 - 3	
	Campestre	Unidade de Conservação de Proteção Integral (Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural, Refúgio Vida Silvestre)	
		Unidade de Conservação de Uso Sustentável (Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Particular do Patrimônio Natural)	1 - 3
		Terra Indígena	
		Área sem uso identificado (savana, campinarana)	
		Pecuária bovina extensiva em áreas de savanas	
		Pecuária bubalina (com ou sem pecuária bovina) extensiva em áreas de vegetação pioneira	4 - 10
		Pecuária bubalina e bovina extensivas para corte e leite em área de vegetação pioneira + Equinocultura	
	ÁGUA	Unidade de Conservação de Proteção Integral (Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural, Refúgio Vida Silvestre)	
		Unidade de Conservação de Uso Sustentável (Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Particular do Patrimônio Natural)	1 - 3
Terra Indígena			
Área sem uso identificado		3 - 10	
Uso diversificado (os usos são identificados por simbologias, segundo as tipologias discriminadas dos itens seguintes)			
Captação para abastecimento doméstico			
Captação para abastecimento industrial			
Captação para abastecimento agrícola			
Receptor de efluente doméstico		3 - 10	
Receptor de efluente industrial			
Receptor de efluente agrícola			
Geração de energia			
Transporte de passageiro			
Transporte de carga		2 - 10	
Lazer e desporto de contato primário			
Lazer e desporto de contato secundário		2 - 10	
Pesca extrativa artesanal (média e pequena escalas)			
Aqüicultura (piscicultura ou carcinicultura)	2 - 10		

Fonte: Pérez-Ortega (2011).

Um passo importante no processo da classificação é a escolha das classes temáticas que serão trabalhadas e que estão presentes na bacia de estudo, e os cuidados que devem ser tomados em conta são; a compatibilização dos dados tomados na zona de estudo, o detalhamento estabelecido nos mapas e o objetivo do trabalho

4.7 Avaliação e monitoramento da qualidade da água

Entre os recursos naturais, a água é um dos mais importantes e também um dos mais suscetíveis aos impactos decorrentes de atividades antrópicas.

A constante utilização deste recurso tem requerido um grande número de estudos para avaliar e manter sua qualidade. Segundo Chapman (2003), o monitoramento do ambiente, além de fornecer informações importantes sobre a extensão da poluição e seus prováveis impactos, também avalia a eficiência de ações mitigadoras, adotadas com o propósito de diminuir ou mesmo eliminar sua origem. Além de importantes para a avaliação do grau de degradação ambiental, tais estudos são passos necessários para se conhecer o funcionamento destes ecossistemas.

Tradicionalmente, as análises físicas e químicas são as mais usadas na caracterização de resíduos, tanto de origem industrial como doméstica. Porém estas tem apenas detectado as concentrações e alterações no tempo e no espaço, sendo que as respostas biológicas às mudanças ambientais e à ação dos contaminantes foram conhecidas apenas após a introdução de métodos biológicos.

Existe uma série de vantagens e desvantagens na utilização destes dois tipos de monitoramento. No físico e químico, tem-se como principal vantagem o desenvolvimento de novas técnicas analíticas que podem detectar baixas concentrações de contaminantes em um curto período de tempo.

Porém, apresenta grandes desvantagens, como por exemplo, os custos elevados dos equipamentos e reagentes, e os efeitos biológicos e sinérgicos das substâncias químicas não serem avaliados. Neste aspecto, o monitoramento biológico é eficaz na identificação de mecanismos e efeitos em níveis de organização biológica, principalmente quando associados ao monitoramento simultâneo da sensibilidade ao estresse, à integração das respostas às concentrações de poluentes e à avaliação dos efeitos sinérgicos e antagônicos dos

mesmos (ADAMS, 1990). Porém, tais indicadores também apresentam limitações, como a quantificação de respostas bioquímicas e moleculares que necessitam de equipamentos sofisticados.

4.8 Resolução CONAMA 357/2005

De acordo com o artigo 29, aos empreendimentos e demais atividades poluidoras que, na data da publicação desta Resolução, contarem com licença ambiental expedida poderá ser concedido, a critério do órgão ambiental competente, prazo de até três anos, contados a partir da publicação da presente Resolução, para se adequarem às condições e padrões novos ou mais rigorosos estabelecidos nesta norma.

Esta resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Esta Resolução substitui a Resolução anterior conhecida. A nova resolução estabelece que águas doces possuam um teor salino inferior a 5000. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, além de outros critérios pertinentes. A tabela 3 apresenta os limites das classes I, II, III e IV da Resolução CONAMA 357/2005 para alguns parâmetros.

O enquadramento dos corpos de água se faz de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos-CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, onde o enquadramento do corpo hídrico será definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos.

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

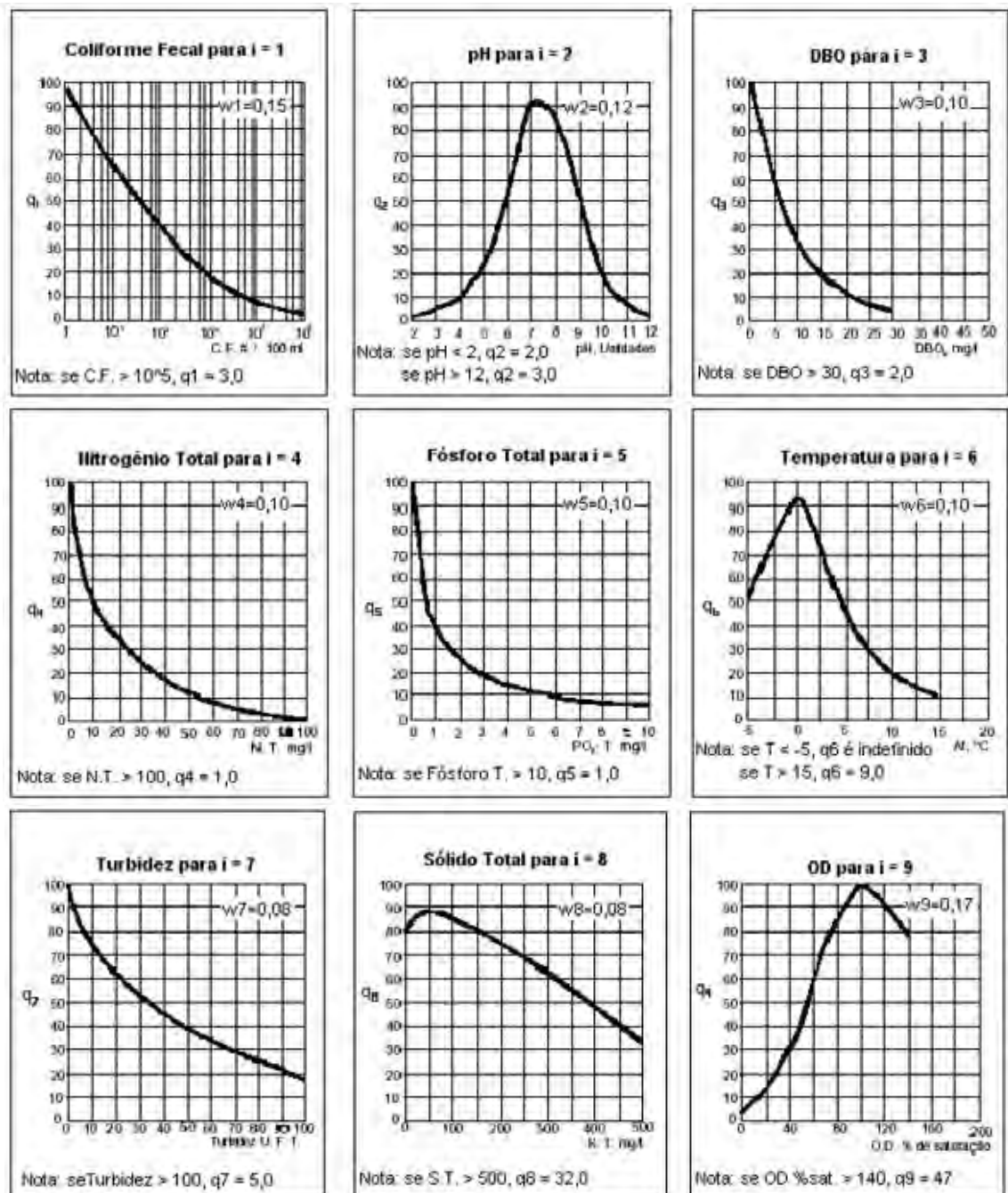
Tabela 3. Parâmetros e pesos para determinação de IQA

PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA		PESO (w)
Oxigênio dissolvido (OD)	% de saturação	0,17
Coliformes termotolerantes	UFC /100 ml	0,15
Potencial hidrogeniônico - pH	-	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO _{5,20}	ml /L	0,10
Temperatura da água	C	0,10
Nitrogênio total	ml /L	0,10
Nitrogênio total	ml /L	0,10
Turbidez	uT	0,08
Resíduo total	ml /L	0,08

Fonte: <http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>

Além de seu peso (w), cada parâmetro possui um valor de qualidade (q), obtido do respectivo gráfico de qualidade em função de sua concentração ou medida observada na figura 1.

FIGURA 1 - Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas.



Fonte: ANA, 2004

O IQA apresentado neste trabalho refere-se ao índice adotado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). O IQA utilizado pela CETESB é determinado pelo produtório ponderado de nove parâmetros indicadores da qualidade das águas, correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica

de oxigênio (5 dias, 20^o C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez. A seguinte fórmula é utilizada:

$$IQA = \prod_{i=1}^n qi^{wi}$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas;

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

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

Sendo *n* o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

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

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

A qualidade das águas brutas, indicadas pelo IQA, numa escala de 0 a 100, pode ser classificada, para abastecimento público, segundo a escala apresentada pela tabela 4.

Tabela 4. Escala de qualidade da água indicada pelo IQA

Qualidade	Valor do IQA
Ótima	79 < IQA ≤ 100
Boa	51 < IQA ≤ 79
Regular	36 < IQA ≤ 51
Ruim	19 < IQA ≤ 39
Péssima	IQA ≤ 19

Fonte: CETESB (2004)

4.8.1 Resolução CONAMA 430/2011

A resolução CONAMA foi Publicada no DOU (Diário Oficial da União), em 16/05, a Resolução CONAMA 430/2011 dispõe sobre condições, parâmetros,

padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, alterando parcialmente e complementando a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho.

De acordo com o texto, o lançamento indireto de efluentes no corpo receptor deverá observar o disposto nesta Resolução quando verificada a inexistência de legislação ou normas específicas, disposições do órgão ambiental competente, bem como diretrizes da operadora dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto sanitário.

Na disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não está sujeita aos parâmetros e padrões de lançamento dispostos nesta Resolução, não podendo, todavia, causar poluição ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

Segundo a norma, os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Ressalvado que o órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento, mediante fundamentação técnica acrescentar outras condições e padrões para o lançamento de efluentes, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições do corpo receptor. Poderá também exigir tecnologia ambientalmente adequada e economicamente viável para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo corpo receptor.

4.9 Enquadramento da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê

Na Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos-CNRH de 91/2008 no Art. 15 e parágrafos onde se afirma que enquanto não houver enquadramento a classe utilizada pode ser a classe 2. No caso da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê, não há uma especificação à classe que pertence, o corpo ou recurso hídrico.

No licenciamento ambiental, bem como na aplicação dos demais instrumentos da gestão de recursos hídricos e de meio ambiente que tenham o enquadramento como referência para sua aplicação, deverão ser considerados, nos corpos de água superficiais ainda não enquadrados, os padrões de qualidade da classe correspondente aos usos preponderantes mais restritivos existentes no respectivo corpo de água. Caberá à autoridade outorgante, em articulação com o órgão de

meio ambiente, definir, por meio de ato próprio, a classe correspondente a ser adotada, de forma transitória, para aplicação dos instrumentos previstos no caput, em função dos usos preponderantes mais restritivos existentes no respectivo corpo de água. Até que a autoridade outorgante tenha informações necessárias à definição prevista no parágrafo anterior e estabeleça a classe correspondente, poderá ser adotada, para as águas doces superficiais, a classe 2.

Tabela 5. Limites dos parâmetros de qualidade de água segundo Resolução CONAMA 357/2005 adotados para a classe II.

ÁGUAS DOÇES		
PADRÕES CONAMA 357/2005		
PARÂMETROS	Classe II	
Sólidos Dissolvidos	<500	
Fósforo Total	<0.030	
Nitrato	<10,0	
Nitrogênio amoniacal Total	p/ pH≤7.5	<3,7
	p/ 7,5pH≤8.0	<2,0
	p/ 8,0pH≤8.5	<1,0
	p/ pH>8,5	<0,5
DQO	<5,0	
OD	≥5,0	
Turbidez	<100	
pH	6,0 a 9,0	
Coliformes Totais	<1000*	
Coliformes Termotolerantes	<500	
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO	
Clorofila a	10 µg/L	
Densidade de cianobacterias	20.000 cel/mL ou 2 mm ³ /L	
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO	
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al	
Antimonio	0,005mg/L Sb	
Arsênio total	0,01 mg/L As	
Bário total	0,7 mg/L Ba	
Berílio total	0,04 mg/L Be	
Boro total	0,5 mg/L B	
Cádmio total	0,001 mg/L Cd	
Chumbo total	0,01mg/L Pb	
Cianeto livre	0,005 mg/L CN	
Cloreto total	250 mg/L Cl	
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl	

Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fosforo total (ambiente lentico)	0,020 mg/L P
Fosforo total (ambiente intermediario, com tempo de residencia entre 2 e 40 dias, e tributarios diretos de ambiente lentico)	0,025 mg/L P
Fosforo total (ambiente lotico e tributarios de ambientes intermediarios)	0,1 mg/L P
Fosforo total (ambiente lotico e tributarios de ambientes intermediarios)	0,1 mg/L P
Litio total	2,5 mg/L Li
Manganes total	0,1 mg/L Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L Hg
Niquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogenio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH \leq 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH \leq 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH \leq 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selenio total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (H ₂ S nao dissociado)	0,002 mg/L S
Uranio total	0,02 mg/L U
Vanadio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Acrilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L
Carbaril	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L

1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (a + □ + sulfato)	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenois totais (substancias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C6H5OH
Glifosato	65 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epoxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,05 µg/L
Lindano (g-HCH)	0,02 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metolacloro	10 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Paration	0,04 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Simazina	2,0 µg/L
Substancias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L
Tetracloroetano	0,01 mg/L
Tolueno	2,0 µg/L
Toxafeno	0,01 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,063 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L
Tricloroetano	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifluralina	0,2 µg/L
Xileno	300 µg/L

Fonte: <http://www.mma.gov.br/conama/res/res05/res35705.pdf>.

4.10 Índices utilizados pela CETESB

As principais vantagens dos índices de qualidade de águas são facilidade de comunicação com o público não técnico, o status maior do que os parâmetros individuais, e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade. No

entanto, sua principal desvantagem consiste na perda de informação das variáveis individuais e da interação entre as mesmas.

O índice, apesar de fornecer uma avaliação integrada, jamais substituirá uma avaliação detalhada da qualidade das águas de uma determinada bacia hidrográfica.

A CETEB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo utilizou de 1975 a 2001, o índice de qualidade das águas – IQA, com vistas a servir de informação básica de qualidade de águas para o público em geral, bem como para o gerenciamento ambiental das 22 UGRHs – Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos em que se divide o Estado de São Paulo.

Os parâmetros de qualidade, que fazem parte do IQA refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. É importante também salientar que este índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos reativos ao tratamento dessas águas.

A crescente urbanização e industrialização de algumas regiões do Estado de São Paulo têm com consequência um maior comprometimento da qualidade das águas dos rios e reservatório, devido, principalmente, à maior complexidade de poluentes que estão sendo lançados no meio ambiente e à deficiência do sistema de coleta e tratamento dos esgotos gerados pela população.

Assim, a partir de 2002, a CETESB tem utilizado índices específicos para os principais usos do recurso hídrico:

- Índice para águas destinadas ao abastecimento público - IAP;
- Índice para águas destinadas à proteção da vida aquática - IVA;
- Índice para águas destinadas ao banho – Classificação da Praia

O uso de um índice numérico global foi considerado inadequado, devido à possibilidade de perda de importantes informações, tendo sido proposta a representação conjunta dos três índices.

O IPA, comparado com o IQA, é um índice mais fidedigno da qualidade da água bruta a ser captada, a qual, após tratamento, será distribuída para a população.

Do mesmo modo, o IVA foi considerado um indicador mais adequado da qualidade da água visando a proteção da vida aquática, por incorporar, com ponderação mais significativa, parâmetros mais representativos, especialmente a toxicidade e a eutrofização.

Observou-s, ainda, que ambos os índices poderão ser aprimorados como o tempo, com a supressão ou inclusão de parâmetros de interesse.

4.11 Padrões de qualidade de água

No Brasil existem legislações específicas para definir os padrões de qualidade das águas. A Legislação Federal é definida pela Resolução CONAMA 357/2005 e a Estadual pelo Decreto 8468/76, que estabelecem que os usos preponderantes dos recursos hídricos são prioritariamente para o abastecimento público e a preservação do equilíbrio das comunidades aquáticas, dentre outros.

4.12 Parâmetros de Avaliação da Qualidade da Água IQA

O Índice de Qualidade das Águas foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation*. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país.

O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos.

A avaliação da qualidade da água obtida pelo IQA apresenta limitações, já que este índice não analisa vários parâmetros importantes para o abastecimento público, tais como substâncias tóxicas (ex: metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos), protozoários patogênicos e substâncias que interferem nas propriedades organolépticas da água.

O IQA é composto por nove parâmetros, com seus respectivos pesos (w), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água, como se observa na tabela 3.

4.13 Descrição dos Parâmetros do IQA

4.13.1 Parâmetros Físicos

4.13.1.1 Turbidez

É a interferência à passagem da luz através da água, causada por partículas insolúveis de solo, matéria orgânica, microorganismos e outros materiais, que desviam e/ou absorvem os raios luminosos que penetram na água. As partículas de turbidez, além de diminuir a claridade e reduzir a transmissão da luz na água, podem provocar o sabor e o odor da mesma, uma vez que “transportam matéria orgânica absorvida”.

A alta turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos domésticos, industrial e recreacional da água (BRAGA *et al*, 2005; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB, 1998).

4.13.1.2 Temperatura da Água

Influi em algumas propriedades da água, com reflexos sobre a vida aquática.

A transferência de calor pode ser por radiação, condução e convecção (atmosfera e solo), ou ainda pode ter origem em despejos industriais. As elevações de temperatura aumentam a taxa das reações químicas e biológicas. Aumenta também a taxa de transferência dos gases, o que pode causar mau cheiro e diminuir a solubilidade dos gases (ex: oxigênio dissolvido). É utilizada na caracterização de corpos d'água e águas residuárias brutas (SPERLING, 1996).

Segundo Sewell (1978), o acréscimo de temperatura pode provocar alterações físicas, como na densidade, na viscosidade, na pressão do vapor e no oxigênio dissolvido, efeitos químicos, acelerando reações químicas e bioquímicas, e efeitos biológicos, podendo se tornar letal a organismos adaptados a determinadas condições físicas.

As variações de temperatura são parte do regime climático normal, e corpos d'água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade.

A temperatura é inversamente proporcional à quantidade de oxigênio dissolvido.

Em um mesmo corpo hídrico no período da manhã o nível de oxigênio é mais alto do que no período da tarde. A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos

Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo (BRAGA *et al*, 2005; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB, 1998).

4.13.2 Parâmetros Químicos

4.13.2.1 Potencial Hidrogeniônico - pH

O potencial hidrogeniônico representa a concentração de íons hidrogênio H⁺ (em escala antilogarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH é de 0 a 14. Pode ser de origem natural através da dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese. Pode ter origem antropogênica, através de despejos domésticos (oxidação da matéria orgânica) e despejos industriais (ex.: lavagem ácida de tanques).

Segundo Lima (2001), o pH da grande maioria dos corpos d'água varia entre 6 e 8. Ecossistemas que apresentam valores baixos de pH têm elevadas concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos de origem alóctone e autóctone. Nesses ecossistemas, são encontradas altas concentrações de ácido sulfúrico, nítrico, oxálico, acético, além de ácido carbônico, formado, principalmente, pela atividade metabólica dos microorganismos aquáticos. A resolução CONAMA 357 define para um rio Classe II um pH variando de 6 a 9.

O pH define o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução. Deve ser considerado, pois os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade e, em consequência, alterações bruscas do pH de uma água podem acarretar o desaparecimento dos seres presentes na mesma. Valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para

corrosão e dificultar a descontaminação das águas (BRAGA *et al*, 2005; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB, 1998).

4.13.2.2 Sólidos Totais

Lima (2001) ressalta que a quantidade e a natureza da matéria dissolvida e não dissolvida que ocorre no meio líquido varia grandemente. Nas águas potáveis, a maior parte da matéria está na forma dissolvida e consiste principalmente de sais inorgânicos, pequenas quantidades de matéria orgânica e gases dissolvidos.

O conteúdo de sólidos totais geralmente varia de 20 a 1000 mg/l e o limite estabelecido pela Resolução CONAMA é de 500 mg/l para os sólidos dissolvidos totais. Nas águas naturais, os sólidos dissolvidos estão constituídos principalmente por carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, fosfatos e, principalmente, nitratos de cálcio, magnésio, potássio, pequenas quantidades de ferro, magnésio e outras substâncias (BATALHA; PARLATORE, 1977).

Segundo Branco (1983), todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos, os quais podem ser classificados pelas suas características físicas (suspensos e dissolvidos) e químicas (orgânicos e inorgânicos). Segundo o mesmo autor, os sólidos voláteis representam estimativa da matéria orgânica nos sólidos, ao passo que os sólidos fixos caracterizam a presença de matéria inorgânica ou mineral. Entretanto, a APHA (1997) salienta que as determinações de sólidos fixos e voláteis não se distinguem exatamente entre materiais orgânicos e inorgânicos porque a perda de peso pelo aquecimento não se limita ao material orgânico, incluindo, também, perda por decomposição ou volatilização de alguns sais minerais como: carbonatos, cloretos, sulfatos, sais de amônio, entre outros.

Os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbica. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfatos e cloretos, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas (BRAGA *et al*, 2005; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB, 1998).

4.13.2.3 Oxigênio Dissolvido (OD)

A maioria dos gases é solúvel na água, até certo grau, ou reagem quimicamente com a água. Os dois principais gases atmosféricos, nitrogênio e oxigênio, quando não reagem quimicamente com a água, se dissolvem até certo grau e a sua solubilidade é proporcional à pressão que o mesmo exerce sobre a água.

A solubilidade do oxigênio varia enormemente com a temperatura, e em menor grau com a salinidade. Alguns gases podem ser formados em solução, devido à decomposição de substâncias orgânicas na água (por exemplo: o gás sulfídrico – H_2S). O CO_2 reage rapidamente com a água, e pode ser absorvido do ar ou pode ser produzido pela decomposição bacteriana da matéria orgânica da água; uma vez em solução, ele reage para formar o ácido carbônico (H_2CO_3). O CO_2 e o H_2SO_4 são agressivos e provocam corrosão nas tubulações. A decomposição biológica da matéria orgânica usa oxigênio dissolvido (OD). A Resolução CONAMA estabelece que em qualquer amostra a quantidade de Oxigênio Dissolvido (OD) não pode ser inferior a 5,0 mg/l.

O oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estação de tratamentos de esgotos.

Através de medição da quantidade de oxigênio dissolvido, os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos, durante a oxidação bioquímica, podem ser avaliados. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água manter a vida aquática (BRAGA *et al*, 2005; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB, 1998).

4.13.2.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. É normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, em uma temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias em uma temperatura de incubação de 20 °C é usado e referido como $DBO_5, 20$. (VON SPERLING, 1996)

Os maiores aumentos em termos de DBO, em um corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de uma alta quantidade de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode indicar incremento da micro-flora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e ainda obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

Pelo fato da DBO medir somente a quantidade de oxigênio consumido em um teste padronizado, não indica a presença de matéria não biodegradável, não levando em consideração o efeito tóxico ou inibidor de materiais sobre a atividade microbiana (BRAGA *et al*, 2005; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB, 1998).

A DBO é utilizada para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente, corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microorganismos do esgoto ou águas poluídas. Esta retrata de uma forma indireta, o teor de matéria orgânica nos esgotos ou no corpo d'água.

A DBO é um parâmetro de fundamental importância na caracterização do grau de poluição de um corpo d'água, o valor fixado pela Resolução CONAMA 357 para um rio Classe II é no máximo de 5,0 mg/l.

4.13.2.5 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) está relacionada com a matéria orgânica e seu potencial poluidor. É uma medida da quantidade de oxigênio consumido pela oxidação química de substâncias orgânicas presentes nas águas. VON SPERLING (1996)

É extensivamente usada para caracterizar a fração orgânica de um esgoto ou a poluição de águas naturais. Esse teste mede a quantidade de oxigênio requerida para a oxigenação química da matéria orgânica existente, em uma amostra, em dióxido de carbono e água (HAMMER, 1979).

4.13.2.6 Nitrogênio Total

O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (processo denominado eutrofização). O nitrogênio, nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, implica no consumo de oxigênio dissolvido, o meio (o que pode afetar a vida aquática. (VON SPERLING, 1996)

O nitrogênio pode ter origem natural, pois é constituinte de proteínas, clorofila e vários outros compostos biológicos, mas também pode ter origem antropogênica, sendo originário de despejos domésticos, despejos industriais, excrementos de animais e fertilizantes.

As diferentes formas dos compostos de nitrogênio encontradas no meio aquático podem ser utilizadas como indicadores da qualidade sanitária das águas.

Mota (1997) salienta que nitrogênio orgânico e amônia estão associados a efluentes e águas recém-poluídas. Com o passar do tempo, o nitrogênio orgânico é convertido em nitrogênio amoniacal e, posteriormente, se condições aeróbias estão presentes, a oxidação da amônia acontece transformando-se em nitrito e nitrato.

Conforme ressalta Von Sperling (1996), a determinação da parcela predominante de nitrogênio de um corpo d'água, pode fornecer informações sobre o estágio da poluição. Os compostos de nitrogênio, na forma orgânica ou de amônia, referem-se à poluição recente, enquanto que nitrito e nitrato à poluição mais remota. A Resolução CONAMA 357 estabelece limites para amônia não-ionizável (NH_3), de 0,02 mg/l, Nitrato, 10,0 mg/l, e Nitrito, 1,5 mg/l.

O nitrogênio é a soma das formas de nitrogênio orgânico e amoniacal. Ambas as formas estão presentes em detritos de nitrogênio oriundos de atividades biológicas naturais.

O nitrogênio total pode contribuir para a completa abundância de nutrientes na água e sua eutrofização. Os nutrientes são importantes na avaliação do nitrogênio disponível para atividades biológicas (BRAGA *et al*, 2005; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB, 1998).

4.13.2.7 Fósforo Total:

O fósforo na água apresenta-se principalmente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. Os ortofosfatos são diretamente disponíveis para o metabolismo biológico sem necessidade de conversões a formas mais simples.

Os polifosfatos são moléculas mais complexas com dois ou mais átomos de fósforo. O fósforo orgânico é normalmente de menor importância. Conforme Von Sperling (1996), o fósforo não apresenta problemas de ordem sanitária nas águas de abastecimento.

O fósforo é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (eutrofização), (BRAGA *et al*, 2005; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB, 1998).

Pode ter origem natural, sendo proveniente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica, e origem antropogênica quando for proveniente de despejos domésticos, despejo industrial, detergentes, excrementos de animais, inseticidas e pesticidas.

Feitosa *et al.* apud Lima (2001) enfatizam que, devido à ação dos microorganismos, a concentração de fósforo pode ser baixa (<0,5 mg/l) em águas naturais e valores acima de 1,0 mg/l são geralmente indicativos de águas poluídas. O CONAMA 357 fixa a quantidade de fosfato total em 0,025 mg/l.

4.13.3 Parâmetros Biológicos

4.13.3.1 Coliformes termotolerantes

São indicadores da presença de microrganismos patogênicos na água, sendo que a presença das bactérias coliformes termotolerantes na água de um rio significa que esse rio recebeu matérias fecais, ou esgotos. Assim, se a água recebe fezes, ela pode muito bem estar recebendo micróbios patogênicos. Por isso, a presença de coliformes fecais na água indica a possível presença de seres patogênicos, causadores de doenças.

As bactérias coliformes que residem no intestino do homem são excretadas em grandes quantidades nas fezes do homem e dos animais de sangue quente.

Esgoto doméstico bruto geralmente contém mais de 3 milhões de coliformes por 100 ml.

A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade de existência de microorganismos patogênicos e que transmitem doenças. Quando a densidade de coliformes é usada como um critério para julgar as necessidades de tratamento, a água bruta pode ser classificada em águas limpas, águas boas e águas poluídas. A diversidade de coliformes na água bruta deve ser expressa em termos de unidades formadoras de colônias (UFC), Portaria n.º 518, de 2004.

Recentemente vários autores vêm sugerindo a utilização apenas da bactéria *Escherichia coli* como indicadora de poluição fecal, embora FISHER et al. apud LIMA (2001) tenham encontrado cepas de *Escherichia coli* em áreas de reserva florestal (ambientes protegidos da ação antrópica), o que sugere que a mesma possa ser de origem autóctone.

Segundo a Resolução CONAMA 357 não deverá ser excedido um limite de 10 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras colhidas em qualquer mês. No caso de não haver na região meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de até 5000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês.

Tabela 6. Número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises microbiológicas, em função da população abastecida.

PARÂMETRO	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (RESERVATÓRIOS E REDE)			
	População abastecida			
	< 5.000 hab.	5.000 a 20.000 hab.	20.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Coliformes totais	10	1 para cada 500 hab.	30 + (1 para cada 2.000 hab.)	105 + (1 para cada 5.000 hab.) Máximo de 1.000

Fonte: <http://www.laborsolo.com.br/divisao.ambiental.asp?ex=2&id=1&menu=47>

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobacteria*.

Todas as bactérias coliformes são gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo. (PELCZAR,1981).

As bactérias coliformes termotolerantes reproduzem-se ativamente a 44,5°C e são capazes de fermentar o açúcar. O uso da bactéria coliforme fecal para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso de bactéria coliforme “total”, porque o grupo fecal está restrito ao trato intestinal de animais de sangue quente.

A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, desintéria bacilar e cólera (BRAGA *et al*, 2005; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB, 1998).

4.14 Gestão de recursos hídricos

O Brasil, por suas dimensões continentais e diversidade geográfica, apresenta situações bastante distintas quanto à disponibilidade hídrica intra e inter-regionais, sendo afetado tanto pela escassez hídrica, quanto pela degradação dos recursos causada pela poluição de origem doméstica e industrial. Basicamente, podem-se definir três situações:

- A região sul/sudeste com relativa abundância de recursos hídricos comprometida pela poluição de origem doméstica (generalizada) e industrial (bacias mais industrializadas), apresentando áreas de escassez como a região metropolitana de São Paulo;
- A região semi-árida do nordeste com graves problemas de escassez gerados pelo clima semi-árido e pela má distribuição das chuvas e agravados por poluição doméstica, e apresentando ainda poluição industrial em níveis relativamente baixos;
- A região Centro-Oeste e Norte com grande disponibilidade hídrica, baixa poluição tanto doméstica como industrial devido a uma ocupação urbana

ainda rarefeita, mas inserida em dois ecossistemas: Pantanal e Amazônia, que demandam estratégias especiais de proteção (MACHADO, 1995).

A situação gerada é socialmente injusta e ambientalmente degradante. Enquanto as áreas mais ricas recebem água tratada e têm esgoto coletado, pagando por isso tarifas subsidiadas quando até possuem renda suficiente para pagar tarifas realistas pelos serviços, as camadas mais pobres da população não recebem água em quantidade e qualidade suficiente e não têm coleta de esgoto. A situação é ainda mais grave nas áreas onde ocorre escassez extrema e a população tem que pagar preços exorbitantes pela água de má qualidade entregue por incipientes serviços privados, caso de áreas do nordeste brasileiro e cidades balneárias. Os resultados disso são os problemas de saúde gerados pela má qualidade da água e pela falta de saneamento e também perda de renda em função do tempo e esforço gastos em busca de água ou por doenças e até pelo valor pago pela mesma. Trata-se de um caso de apropriação de renda pela camada mais rica em detrimento da camada mais pobre.

A degradação ambiental gerada pela falta de investimentos em coleta e tratamento de esgotos tem levado a crescente poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos por carga orgânica e nutrientes. Como consequências, têm-se a redução da disponibilidade do recurso e o aumento dos custos de tratamento para fins de abastecimento público. A médio e longo prazo tem-se o comprometimento dos recursos hídricos para gerações futuras e a destruição ou comprometimento de ecossistemas dependentes destes recursos (BARROS, 1998).

Trata-se de externalidades geradas por usuários do recurso. A internalização dos custos de tratamento, recuperação e preservação dos recursos deve ser um objetivo do sistema de gestão.

Dentro deste contexto a gestão dos recursos hídricos tem sido discutida no Brasil e algumas iniciativas têm sido tomadas, tanto no nível federal, como no nível dos estados, com aprovação de leis e a reorganização dos organismos envolvidos na área. Os diversos sistemas de gestão implantados ou em discussão no Brasil se baseiam nas seguintes premissas:

- O gerenciamento dos recursos hídricos deve ser feito de forma integrada tendo como unidade de gestão a bacia hidrográfica e deve compreender também o solo e a cobertura vegetal;
- A gestão deve considerar o princípio do usuário-pagador e do poluidor-pagador, permitindo integrar os custos ambientais aos diversos usos da água;
- A gestão deve ser descentralizada, criando-se comitês de bacia que contemplem a participação dos usuários e da sociedade civil e dos governos municipais;
- As políticas de gestão devem focar a viabilidade financeira do gerenciamento integrado.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Aspectos Gerais

5.1.1 Histórico do Município

As informações a respeito do histórico do município de Ilha Solteira foram obtidas a partir da Companhia Energética de São Paulo - CESP (1988), no fascículo: Ilha Solteira - a cidade e a usina.

No período anterior à construção da Usina de Ilha Solteira observou-se que a região próxima a ela apresentava uma rede urbana desfavorável com cidades muito distantes entre si. Então, decidiu-se pela edificação de um núcleo urbano com o objetivo de alojar os trabalhadores que atuariam na construção da usina.

Esse núcleo teve sua construção iniciada em 1967 e sua ocupação iniciou-se em 1968, tendo atingido em 1971 sua população máxima estimada em aproximadamente 32000 habitantes. Em 1973, sua população era cerca de 26000 habitantes, devido ao decréscimo provocado pelo término da obra principal.

O desenvolvimento das atividades comerciais e agropecuárias aliados à fundação da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista criou condições para que a cidade crescesse e se desenvolvesse de forma a se tornar um núcleo urbano definitivo. Tal foi este crescimento que no ano de 1991 a cidade emancipou-se do município de Pereira Barreto vindo a constituir o atual município de Ilha Solteira.

A Prefeitura Municipal preocupou-se então em expandir as fronteiras da área urbana criando novos projetos habitacionais na forma de loteamentos no entorno da área. Esses loteamentos tiveram como principais finalidades a construção de habitações para população de baixa renda, o Jardim Aeroporto e o Jardim Novo Horizonte; e explorar o potencial turístico do entorno do lago do reservatório da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira com o Recanto das Águas.

Atualmente projetos de parcelamento do solo se encontram em fase de implantação na área de expansão urbana do município - Bairros Nova Ilha e Ilha Bela - e outros dois projetos de parcelamento do solo se encontram em fase de licenciamento ambiental.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2007), a população em 01/07/2006 era em torno de 25.700 habitantes e a área da unidade territorial era de aproximadamente 660 km² nesse ano.

5.1.2 Área de Estudo

O município de Ilha Solteira está localizado na região Noroeste do Estado de São Paulo, aproximadamente a 653 km de São Paulo, via rodovia Feliciano Sales da Cunha e via Anhanguera (ver figura 2). Os municípios limítrofes de Ilha Solteira são os seguintes:

- Ao Norte, Rubinéia;
- Ao Sul, Itapura;
- Ao Oeste, Selvíria M. S.;
- Ao Leste, Pereira Barreto.

5.1.2.1 Localização da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê

A bacia hidrográfica do Córrego do Ipê está dentro dos limites do da microbacia das lagoas (ver Figura 3), inserida no município de Ilha Solteira, que possui as seguintes coordenadas geográficas:

- Latitude 20°16'00" a 20°41'49" S; - Longitude 51°01'14" a 51°26'41" W.

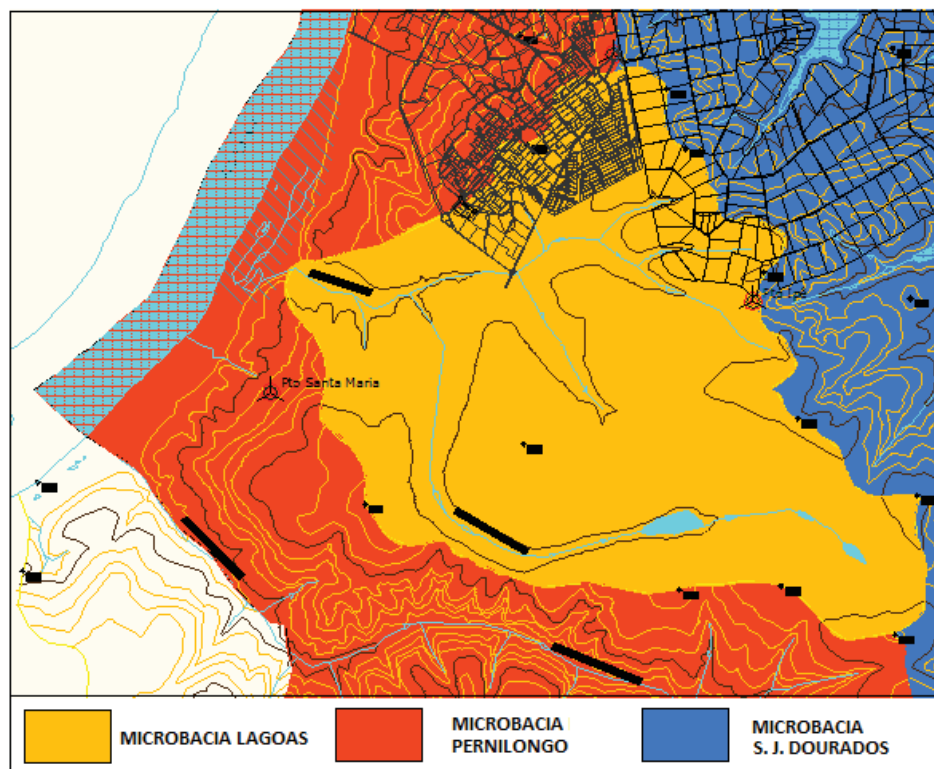
O município está situado na Província Geomorfológica do Planalto Ocidental, região das "zonas indivisas" IPT apud LIMA (1997). Através do levantamento de cartas topográficas, constatou-se que a bacia hidrográfica do Córrego do Ipê possui uma área aproximada de 48,21 ha, e uma declive de aproximadamente 4.500 m.

Figura 2 - Localização do município de Ilha Solteira



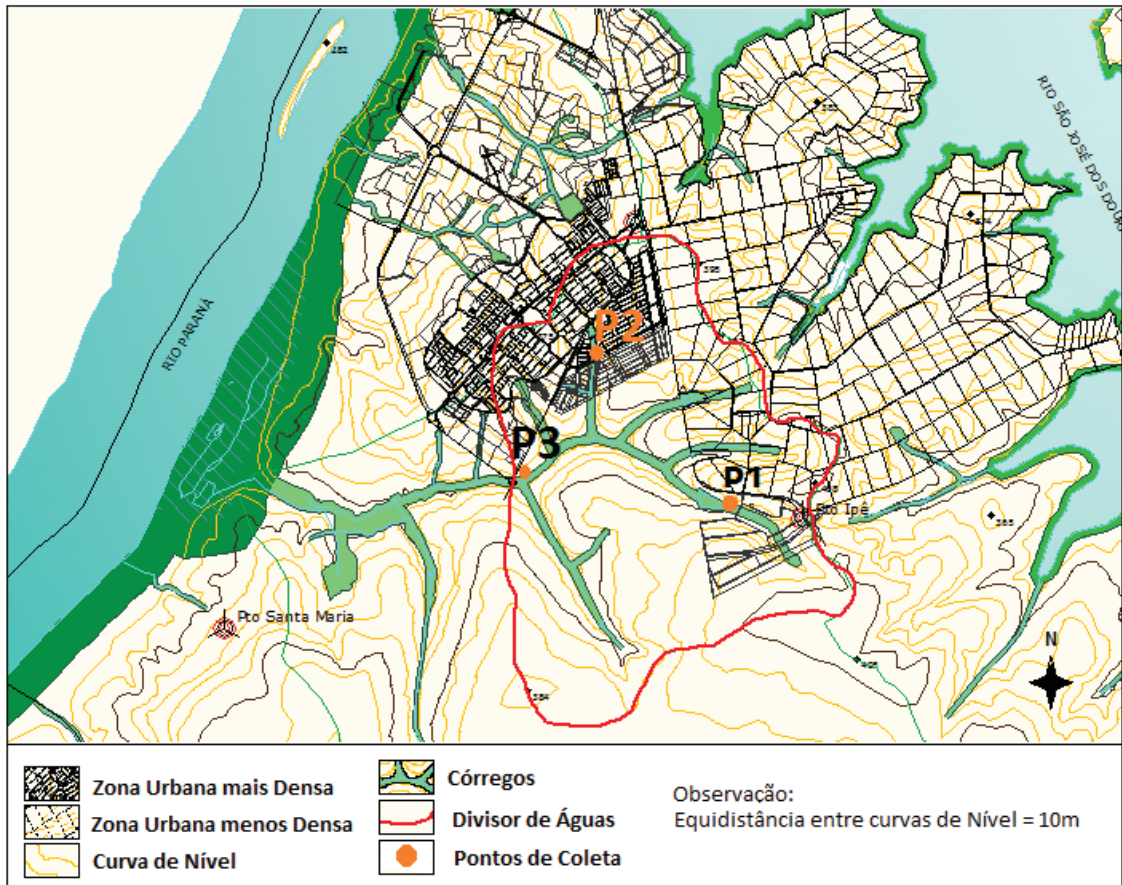
Fonte: Modificado de [Wikipédia, a enciclopédia livre](#) (2010)

Figura 3 – Mapa da localização das microbacia reconhecidas pelo comitê de bacias hidrográficas na gestão de recursos hídricos da zona de estudo



Fonte: Modificado do Plano diretor de Ilha Solteira (2005)

Figura 4 - Localização da sub-bacia hidrográfica do Córrego do Ipê e pontos de amostragem



Fonte: Pérez-Ortega (2011).

5.2 Pontos de Amostragem

O licenciamento ambiental dos corpos de água superficiais refere-se aos ainda não enquadrados. A classe a ser adotada de forma transitória, em função dos usos preponderantes mais restritivos existentes no respectivo corpo de água; é a de classe II. Até que a autoridade outorgante tenha informações necessárias à definição prevista.

No presente trabalho foram adotados os três pontos já pré-estabelecidos no trabalho MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA NO MUNICÍPIO DE ILHA SOLTEIRA – SP, (POLETO, 2002), os quais estão distribuídos ao longo da bacia de estudo.

Os dados foram comparados aos padrões definidos pela Resolução CONAMA 357 para um rio Classe II, onde as Figuras 60 e 61 apresentam os resultados dos padrões de qualidade de água estabelecidos por esta Resolução. Para obter os resultados, as coletas foram realizadas em garrafas de plásticas de 1 litro e todas as

coletas foram realizadas na parte da manhã, em horário variando entre as 07:00h e às 10.30h.

Tabela 7. Elevação, latitude e longitude dos três pontos de amostras

Ponto 1	Elevação 351 m	Latitude 20°27'09" S	Longitude 51°18'59" W
Ponto 2	Elevação 343 m	Latitude 20°25'46.5" S	Longitude 51°20'06.8" W
Ponto 3	Elevação 308 m	Latitude 20°26'55.9" S	Longitude 51°20'41.8" W

Fonte: Pérez-Ortega (2011).

FIGURA 5 - Ponto 1 no Bairro do Ipê (2002 - 2011)



Fonte: Pérez-Ortega (2011).

FIGURA 6 - Ponto 2 no Bairro Jardim Aeroporto (2002 - 2011)



Fonte: Pérez-Ortega (2011).

FIGURA 7 – Ponto 3 no Trevo. (2002 - 2011)



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

5.3 Clima Regional

Para IPT, o município está situado na Província Geomorfológica do Planalto Ocidental, na região das “zonas indivisas”. O clima da região em que se encontra Ilha Solteira é quente e úmido do tipo Aw, segundo a classificação de Koppen (CARDOSO, 1980). De acordo com dados da Estação Meteorológica da FEIS-UNESP, a temperatura média anual é de 24,1o C e a umidade relativa do ar média anual é de 70,8% (HESPANHOL, 1996).

O regime climático é controlado por quatro massas de ar: massa equatorial continental quente, massa tropical continental quente e seca, massa tropical atlântica e massa de ar polar, do Atlântico Sul (CINDIRU apud LIMA, 1997).

5.4 Índices Pluviométricos

Os índices pluviométricos foram obtidos através de um Pluviômetro Campbell CSI Model CS700-L Rain Gage, pelo Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, da Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira - UNESP. Os índices pluviométricos mensais médios podem ser observados no Quadro 5.

A precipitação pluviométrica anual varia entre 1100 mm e 1300 mm, com uma estação seca entre os meses de maio e setembro/outubro. A região é caracterizada por marcante contraste entre fortes chuvas de verão e fracas no inverno (LIMA, 1997).

Tabela 8. Dados pluviométricos da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê, Município de Ilha Solteira – SP, no período de Março a Agosto de 2002.

MESES	PREC. TOTAL (mm)	PREC. MÉDIA MENSAL (mm)	VARIÂNCIA	VALOR MÍNIMO (mm)	VALOR MÁXIMO (mm)
Março	107,2	3,5	110,9	0,0	43,2
Abril	0,8	0,0	0,0	0,0	0,8
Maió	52,6	1,7	13,1	0,0	13,0
Junho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Julho	44,2	1,4	21,1	0,0	19,3
Agosto	34,3	1,2	32,2	0,0	30,5

Fonte: Adaptado do site www.agr.feis.unesp.br/IRRIGACAO.html

Os índices pluviométricos do ano 2002 foram obtidos no site da área de hidráulica e irrigação, Campus de Ilha Solteira - UNESP. Os índices pluviométricos mensais médios podem ser observados na Tabela 10.

A precipitação média anual é de 1.111 mm, e evapotranspiração potencial de 1.421 mm ao ano. Considerando uma Capacidade de Água Disponível (CAD) de 40 mm o balanço hídrico resultou em 6 meses de deficiência hídrica no ano de 2011. De acordo com os resultados obtidos, a precipitação em ambos os períodos foi semelhante, mas a vazão média anual da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê, no Período um, foi 22% menor que a do Período 2.

De março até agosto de 2011 a precipitação média foi 184,86 mm. Segundo os dados da Área de Hidráulica e Irrigação, este ano já acumula 1235 mm de chuva, que equivale a 97,1% do volume histórico esperado anualmente em Ilha Solteira. O total precipitado até o momento já está 31% acima da média.

Tabela 9. Dados pluviométricos da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê, Município de Ilha Solteira – SP, no período de Março a Agosto de 2011.

MESES	PREC. TOTAL (mm)	PREC. MÉDIA MENSUAL (mm)	VARIÂNCIA	VALOR MÍNIMO (mm)	VALOR MÁXIMO (mm)
Março	126,1	4,1	104,2	0,0	9,5
Abril	221	7,4	2,7	0,0	10,5
Mai	258,1	8,3	1,7	3,6	10,8
Junho	180,2	9	3,0	0,0	10,8
Julho	268,1	8,6	2,6	0,0	11,2
Agosto	55,7	7	3,7	0,0	10,3

Fonte: Adaptado do site www.agr.feis.unesp.br/IRRIGACAO.html

Os gráficos amostram as chuvas ocorridas de Março a Agosto de 2002 e de Março a Agosto de 2011, datas em que foram realizadas as coletas das amostragens da água. Uma vez que as precipitações ocorridas apenas nas datas das amostras podem ser consideradas insuficientes para avaliar a interferência nas coletas, apresentam-se nas Tabelas 12 e 13, as precipitações (em milímetros), ocorridas nos três dias anteriores, com a seguinte notação:

Tabela 10. Precipitações nos dias de coleta de amostras de água, na bacia Hidrográfica do Córrego do Ipê, no ano 2002.

Data	P0 (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)
27/mar	0,0	0,0	0,0	43,2
24/abr	0,0	0,0	0,0	0,0
29/mai	0,3	10,4	2,8	12,5
26/jun	0,0	0,0	0,0	0,0
23/jul	0,5	19,3	16,0	0,0
21/ago	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Adaptado do site www.agr.feis.unesp.br/IRRIGACAO.html

P0 – precipitações ocorridas nas datas de amostragens; **P1** – precipitações ocorridas no dia anterior às amostragens; **P2** – precipitações ocorridas no segundo dia anterior às amostragens e **P3** – precipitações ocorridas no terceiro dia anterior às amostragens.

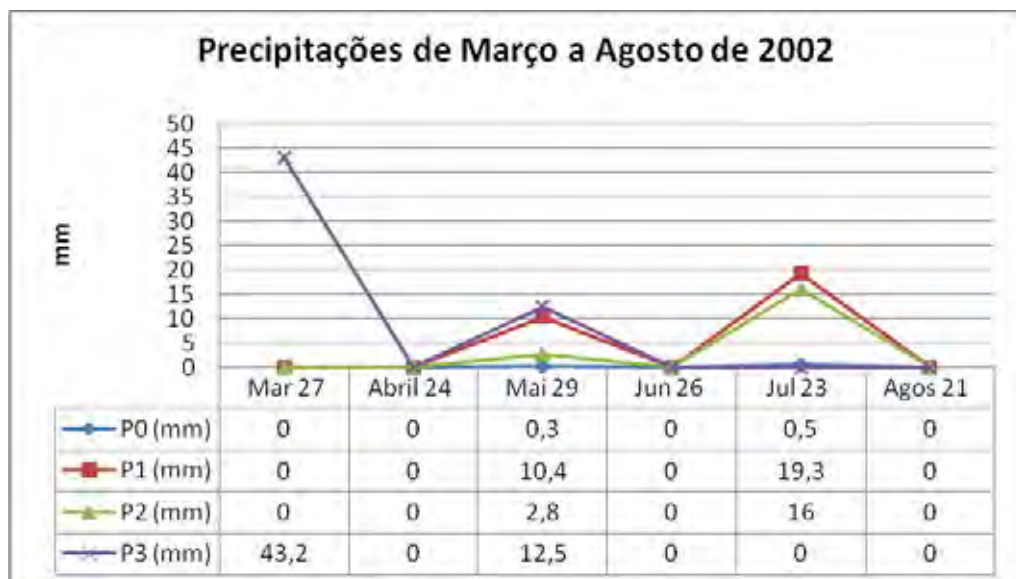
Tabela 11. Precipitações nos dias de coleta de amostras de água, na bacia Hidrográfica do Córrego do Ipê, no ano 2011.

Data	P0 (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)
28/mar	2,3	0,0	0,0	0,0
21/abr	0,0	0,0	0,0	0,0
22/mai	0,3	10,4	2,8	12,5
19/jun	0,0	0,0	0,0	0,0
23/jul	0,0	0,0	0,0	0,0
21/ago	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Adaptado do site www.agr.feis.unesp.br/IRRIGACAO.html

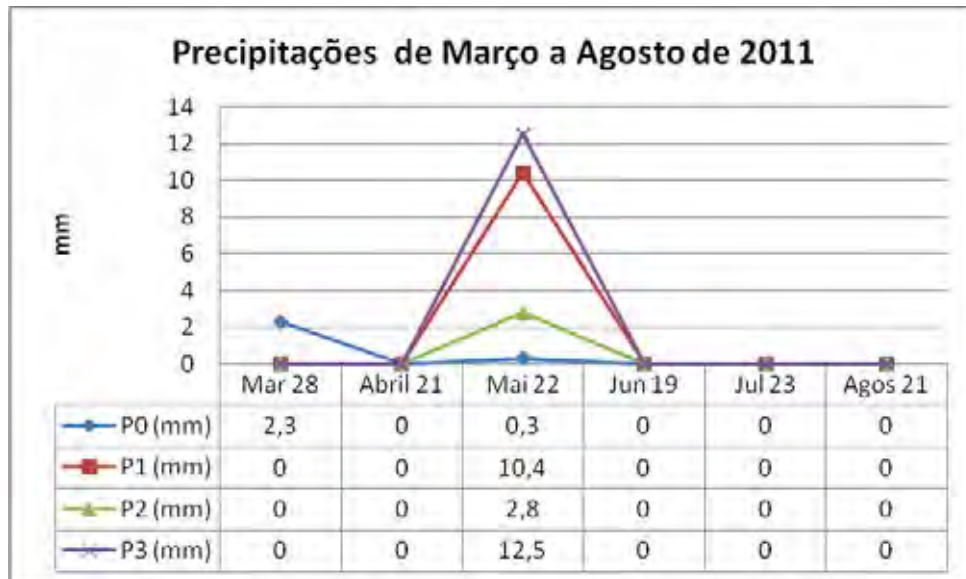
P0 – precipitações ocorridas nas datas de amostragens; **P1** – precipitações ocorridas no dia anterior às amostragens; **P2** – precipitações ocorridas no segundo dia anterior às amostragens e **P3** – precipitações ocorridas no terceiro dia anterior às amostragens.

Figura 8 - Precipitações ocorridas de Março a Agosto de 2002, na bacia Hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Adaptado de Poletto (2002)

Figura 9 - Precipitações ocorridas de Março a Agosto de 2011, na bacia Hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Pérez-Ortega (2011).

5.5 Variáveis analisadas

As análises experimentais foram realizadas no Laboratório de Saneamento do Departamento de Engenharia Civil da FEIS-UNESP. As amostras avaliadas através dos dados das análises laboratoriais foram utilizadas para determinar a qualidade da água com base no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WPCF (1995) e, também, por meio do método espectrofotométrico. As análises laboratoriais da água coletada foram agrupadas como apresentado a seguir:

Os parâmetros monitorados foram os seguintes:

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

5.6 Tratamento de dados

A análise exploratória dos dados foi realizada nos três pontos, com o objetivo de se conhecer as características e o comportamento das amostras, sua tendência central (mediana), e a variabilidade de seus valores (amplitude). Foram utilizados gráficos de programas como *Excel* e *Infostat*, para facilitar a visualização da estatística e análises descritivas das tendências e oscilações de cada variável, sendo ainda estudadas as hipóteses de verificação do atendimento aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para um rio de Classe II.

Utilizou-se o Índice de Qualidade da Água (IQA) da CETESB para classificação da água para abastecimento. O IQA foi calculado e foram feitas comparações entre os resultados encontrados atualmente e os resultados obtidos no ano 2002, além dos índices pluviométricos de cada mês e as possíveis fontes de poluição.

Tabela 12. Síntese dos Métodos e Equipamentos empregados para análises Físicas- Químicas e Microbiológicas e Limites de Detecção. Variáveis analisadas nos pontos amostrados da bacia do Córrego do Ipê.

Variável	Método	Limite de Detecção	Equipamentos e Materiais
Turbidez (NTU)	Nefelométrico	0,01	Turbidímetro/Hach/2100ANv1.2
Cor (uH)	Espectrofotométrico	1	Espectrofotômetro Odyssey/ Hach/DR-2500
Temperatura da água (°C)	Eletrométrico	0,1	pHmetro de membrana/Hanna/ HI8314
pH	Eletrométrico	0,01	pHmetro de membrana/Hanna/ HI8314
Nitrogênio Total (mgN/l)	Digestão por Persulfato e Espectrofotométrico	0,1	1. COD Reactor/ Hach 2. Espectrofotômetro Odyssey/ Hach/DR-2500
Fósforo Total (mgP/l)	PhosVer 3, Digestão por Ácido Persulfato e Espectrofotométrico	0,01	1. COD Reactor/ Hach 2. Espectrofotômetro Odyssey/ Hach/DR-2500
OD (mg/l)	Método de Winkler Modificado	0,1	Titulador
DBO	Método das Diluições, Incubado a 20°C, 5 dias	0,1	Titulador
DQO (mg/l)	Disgetão por reator, Espectrofotométrico	1,0	1. COD Reactor/ Hach 2. Espectrofotômetro Odyssey/ Hach/DR-2500
Sólidos Totais,		1,0	1. Cápsula de Porcelana

Sólidos Dissolvidos e Sólidos Suspensos (mg/l)	Gravimétrico		2. Disco de microfibra de vidro/Sartorius 3. Balança eletrônica de precisão de 0,1 µg/Bel Mark/U210A 3. Estufa/Marconi/MA033/temp.120°C 4. Dissecador/Pyrex/200mm
Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)	Contagem de <i>Escherichia Coli</i>	1,0	1. Placas Petrifilm/3M 2. Estufa de cultura/Fanem/A-LT 502

Fonte: Adaptado de Poleto (2002)

5.7 Metodologia para obter o Índice de transformação Antrópica (ITA)

A metodologia se concentrou na geração das bases necessárias para a delimitação da área de estudo, e classificação das imagens satélites para a quantificação das classes temáticas e aplicação do ITA. O desenvolvimento das atividades se deu em 5 fases:

1. Preparação da base cartográfica,
2. Processamento de Imagens e aplicativos de software. CAD
3. Definição da legenda,
4. Entrecruzamento e quantificação das classes de uso e cobertura.
5. Corroboração das classes de usos de solo, através de questionários aplicados na população da zona de estudo.

Para a obtenção dos pesos de cada tipo de uso do solo, se utilizou questionários aplicados aos moradores da bacia, onde se definiu qual tem sido a modificação da paisagem natural da zona. Posteriormente se fez uma media de todas as respostas, e assim obter o valor para cada uso e ocupação de solos.

5.7.1 Classificação das bacias quanto á Carga Antropogênica

Para calcular os índices do ITA da bacia do Córrego do Ipê, classificou se as áreas como um todo, Todo isso depois de obter as classes de uso de solo na bacia estudada, se da seguinte forma:

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1. Pouco degradado (0 a 2,5) | 2. Regular (2,5 a 5) |
| 3. Degradado (5 a 7,5) | 4. Muito Degradado (7,5 a 10) |

5.8 Levantamento de informação de campo

Esse levantamento teve como objetivo realizar investigações sobre as propriedades ribeirinhas do Córrego do Ipê, visando detectar os principais problemas que eventualmente estivessem ocorrendo para que posteriormente fosse possível estabelecer relações entre os problemas ambientais e a qualidade da água da bacia de estudo.

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

As medições de vazão nos 3 pontos de coleta foram feitas por meio do método do flutuador conforme citado por Azevedo Netto (2000), em períodos de 30 dias. Dentro dos trabalhos de levantamento de campo, foi verificada a integridade sobre o uso do solo e destinação dos resíduos, principalmente próximo do corpo d'água, de forma a se obter informações sobre as áreas cultivadas, suas culturas, equipamentos de irrigação, formas de cultivo e os aspectos sócio-econômicos da população da bacia. Foram também verificados a existência de vegetação ribeirinha no curso d'água, completando dessa forma o levantamento do uso do solo da bacia de drenagem e seus problemas devido à má conservação. As coletas de amostras nos três pontos foram feitas uma vez por mês, sendo realizadas no período de Março a Agosto por Poletto (2002) e Março a Agosto de 2011, visando incluir as diferenças temporais na bacia hidrográfica de estudo.

5.9 Obtenção dos dados na caracterização bio-física socio-econômica e ambiental da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê

A fase inicial do trabalho foi caracterizada pelo levantamento teórico e cartográfico da área estudada. Além utilizou se o questionário feito por POLETO (2002), para o levantamento de informação bio-física sócio-econômica e ambiental, onde suas aplicações foram realizadas em saídas a campo.

O questionário foi semi-estruturado com entrevista aberta e não aleatória. Nesse estudo foram sistematizadas apenas as questões que dizem respeito à

composição familiar, fonte de renda monetária atual da família, caracterização da unidade de produção, criação de animais, exploração vegetal, tecnologias utilizadas e canais de comercialização, produção animal atual, agroquímicos utilizados atualmente e a possível contaminação destes nos recursos hídricos, infra-estrutura da casa, maquinaria utilizada, existência de mananciais, cursos de água, presença e condições de matas ciliares, conservação do solo, sobre o lixo e os usos da água para o consumo humano e agricultura.

Assim obtive se os dados aplicando o questionário a uma amostra de 44% da população total da bacia de estudo (ver Anexo I), onde esses dados resultantes foram tabulados e agrupados de acordo a cada um de seus objetivos e critérios (bio-física sócio-econômica e ambiental), ajudando na elaboração dos gráficos para a caracterização da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.

O material cartográfico possibilitou elaborar o mapa de localização e delimitação da área de estudo, o que facilitou sua identificação no campo. A realização do levantamento de campo foi relevante para o reconhecimento empírico da área, bem como para a identificação das formas de uso atual do solo, da água e de problemas ambientais decorrentes das atividades econômicas presentes nas propriedades rurais e urbanas da bacia, além através dos questionários constato-se as áreas dos usos e ocupações atuais do solo e suas mudanças.

5.10 Comparação dos dados resultantes do ano de 2002 e de 2011

Nesta investigação a primeira fase foi a de tratamento dos dados é a análise univariada, através saídas de campo para verificação e corroboração dos dados obtidos por POLETO (2002), e a comparação com os dados obtidos no ano de 2011 feitos nesta pesquisa.

O cálculo das medidas de cada uma das variáveis anteriormente nomeadas na caracterização da bacia surgiu dos valores dados a cada variável. Onde algumas das proporções ou resultados foram obtidos em percentagens, outros em medias e outros em valores dados a números absolutos. Posteriormente se comparam esses resultados, obtendo as diferenças. Utilizou se a metodologia utilizada por POLETO (2002), para a geração da informação, tanto no laboratório, quanto na caracterização bio-física sócio-econômica e ambiental (saídas de campo), com o fim de fazer exatamente os processos na fabricação da informação.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

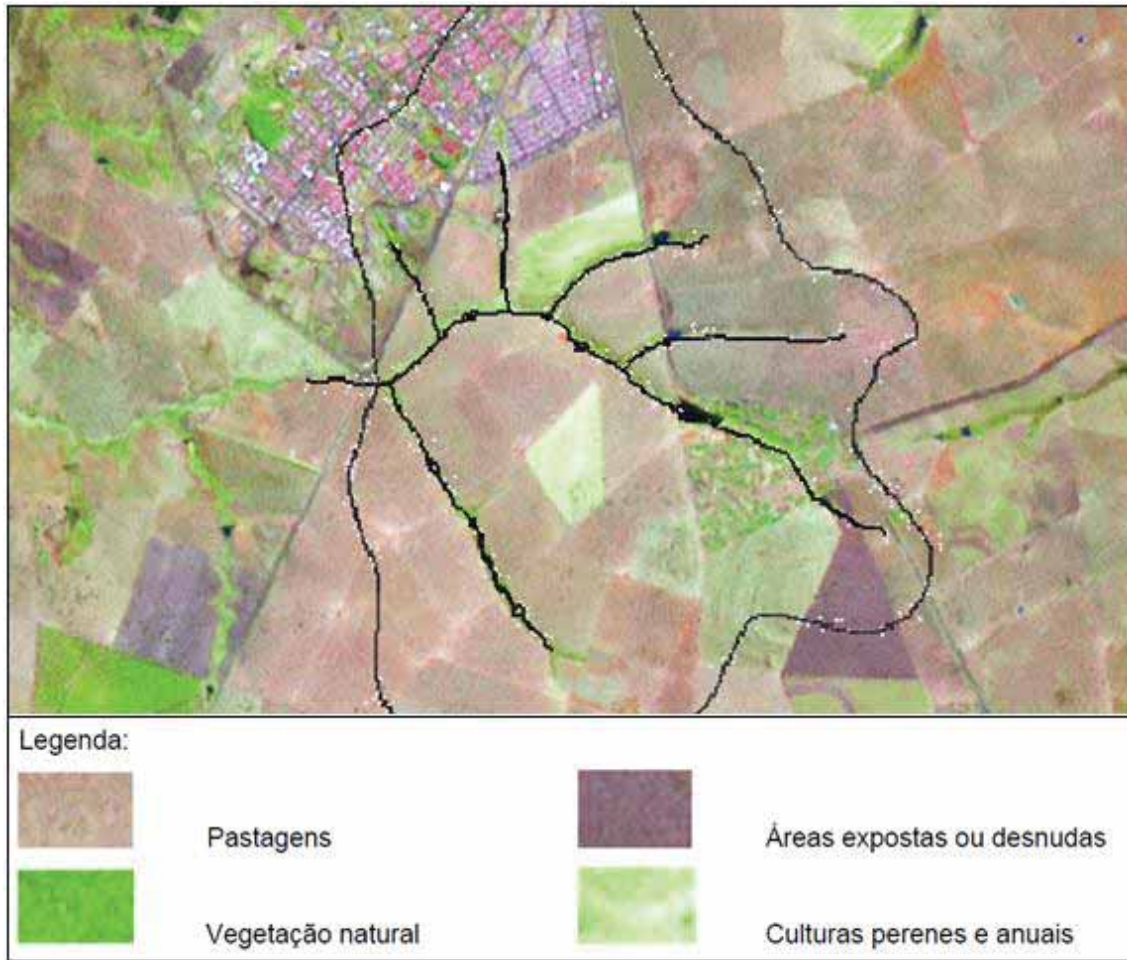
Assim obtiveram-se os dados de acordo com cada um de seus objetivos, a partir do diagnóstico participativo e questionários aplicados aos agricultores e produtores nas suas casas e nas unidades de produção agrícola

6.1 Uso e Ocupação do solo da bacia do Córrego do Ipê

No levantamento feito por Poletto no ano 2002, observou-se que as grandes propriedades eram destinadas a pastagens e algumas áreas para plantações de soja ou feijão. Poletto (2002) verificou que a maior parte dos agroecossistemas da bacia era constituída por pastagens, culturas perenes e anuais, vegetações naturais e áreas de terras expostas ou tombadas. Além disso, o mesmo autor afirma que as áreas ripárias diminuíram no período de duração de seu estudo.

A área total da bacia é dividida de acordo com as seguintes porcentagens:

- Área de vegetação remanescente: 2,3%;
- Área de culturas perenes e anuais: 15,5%;
- Área urbana: 15,9%;
- Área de pastagens: 64,2%.
- Água (lagoas e córregos) 2,1 %

FIGURA 10 - Bacia do Córrego do Ipê 2002

Fonte: Adaptado de Poletto (2002)

Nesta pesquisa, observou-se a mudança das grandes propriedades que eram destinadas a pastagens e que se transformaram em plantações de cana de açúcar. Algumas áreas que eram destinadas a plantações de soja ou feijão ainda se mantêm. Existem ainda algumas áreas de terra expostas para culturas anuais, enquanto que as áreas ripárias são quase inexistentes.

A área total da bacia é dividida de acordo com as seguintes porcentagens:

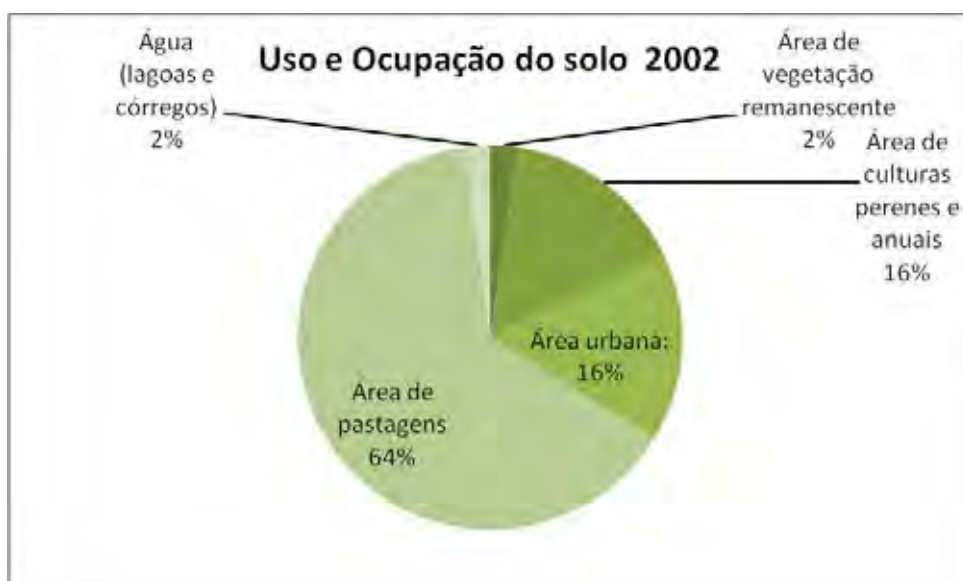
- Área de vegetação remanescente: 1,3%;
- Área de culturas perenes e anuais: 72,9%;
- Área urbana: 16,3%;
- Área de pastagens: 8,1%
- Água (lagoas e córregos) 1,4

FIGURA 11 - Bacia do Córrego do Ipê 2011



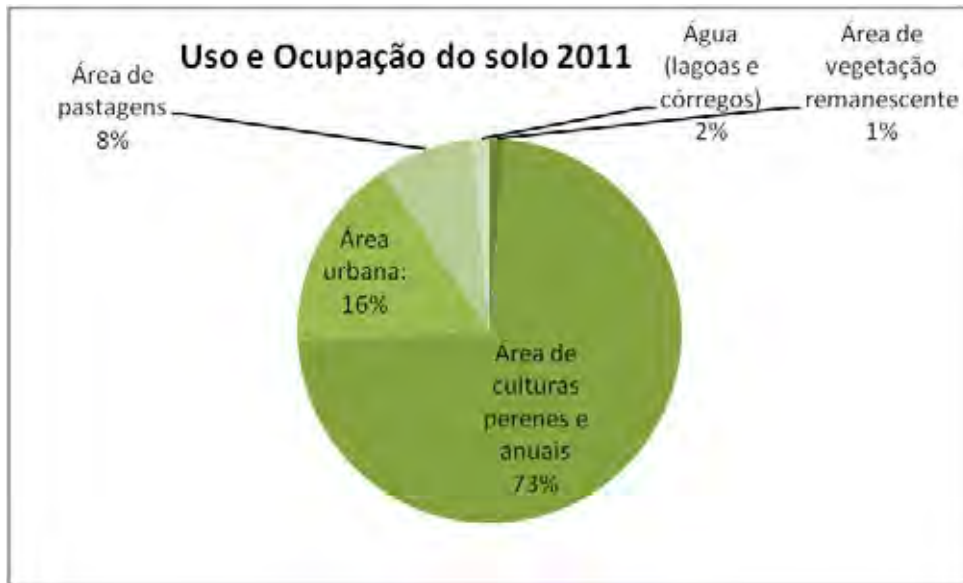
Fonte: Adaptado do site www.agr.feis.unesp.br/IRRIGACAO.html

FIGURA 12 - Uso e Ocupação do solo da Bacia do Córrego do Ipê no ano 2002



Fonte: Adaptado de Poletto (2002)

FIGURA 13 - Uso e Ocupação do solo da Bacia do Córrego do Ipê no ano 2011



Fonte: Pérez-Ortega (2011).

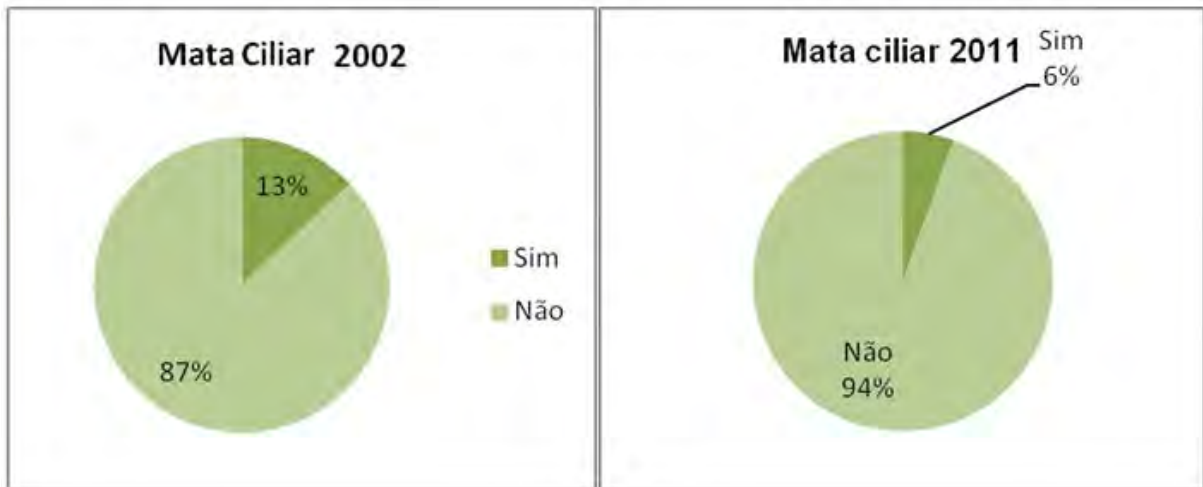
A diferença é grande e notória no uso e ocupação dos solos da bacia do Córrego do Ipê, onde a vegetação remanescente diminuiu para quase a metade, passando de 2,3% a 1,3. Neste período as culturas perenes aumentaram em 57,4% por causa do cultivo da cana de açúcar (*Saccharum officinarum*).

A área urbana manteve-se praticamente estável, apresentando um leve crescimento de 0,4% ao passo que houve decréscimo das áreas de pastagens, as quais passaram de 64,2% a 8,1% da área total da bacia.

6.1.1 Áreas de Vegetação Pioneira

As porcentagens de áreas remanescentes de vegetação ripária encontradas nas propriedades por Poletto (2002) são apresentadas na Figura 32. Observa-se em 2011, que a mata ciliar diminuiu em 7% nas propriedades da população que habita na bacia do Córrego do Ipê.

FIGURA 14 - Mata Ciliar existente nas propriedades ribeirinhas nos anos 2002 e 2011.



Fonte: Adaptado de Poleto (2002)

Fonte: Pérez-Ortega (2011)

Com o objetivo de se ampliar a área de produção de culturas anuais e perenes como a da cana de açúcar.

Podem-se visualizar nesses resultados os comportamentos de cada variável durante o período de análises, se crescentes ou decrescentes. Além disso, foram feitas medições da vazão dos três pontos durante os períodos da coleta, para entender as dinâmicas ou possíveis transferências ou interferências da vazão nas análises deste estudo. Os resultados estão apresentados na Tabela 15.

6.1.2 Problemas Gerados pela Má Conservação do Solo

Os problemas encontrados pela má conservação do solo são cada dia mais notórios. A erosão hídrica é a mais encontrada na área, já que suas consequências ficam registradas nas camadas de solo, Figura 24, onde identifica se também a presença de sólidos contidos na água provenientes da erosão, que ocasiona um excesso de sedimentos no encontro das águas do Córrego das Lagoas e Córrego do Ipê, como se observa na Figura 15, 17 e 18.

A erosão eólica também é frequente em porções de terra desprotegida (Figura 27). A presença de gado no passado deixou sequelas causadas pelo pisoteio, porém na atualidade existem ainda algumas porções de terra de aptidão pastoril com gado, sobre tudo no centro da bacia, intensificando mais a degradação dos solos (ver Figura 28). Pode se observar na Figura 29 que a voçoroca aumentou

de tamanho nos últimos 9 anos, ao mesmo tempo em que o recurso hídrico tem diminuído drasticamente nessa seção do córrego.

Figura 15 - Consequências no solo da erosão hídrica registradas na bacia.



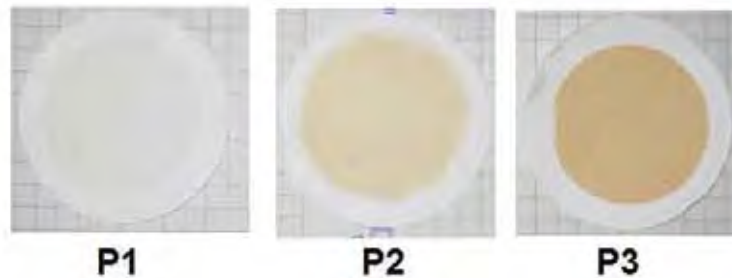
Fonte: Pérez-Ortega (2011).

Figura 16 - Excesso de sedimentos no encontro das águas do Córrego Das Lagoas e Córrego do Ipê



Fonte: Pérez-Ortega (2011).

Figura 17 - Diferença de conteúdo de sedimentos nas membranas nos ponto amostrados no Córrego do Ipê



Fonte: Pérez-Ortega (2011).

Figura 18 - Erosão eólica em porções de terra desprotegida.



Fonte: Pérez-Ortega (2011).

Figura 19 - Sequelas causadas no solo pelo pisoteio de gado.



Fonte: Poletto (2002)

FIGURA 20 - Voçoroca do Córrego do Ipê no ano 2002 e no ano 2011



Fonte: Poletto (2002)

Fonte: Pérez-Ortega (2011)

6.1.3 Diferenças da vazão no córrego do Ipê nos anos de 2002 e de 2011

Foram feitas medições da vazão dos três pontos durante os períodos da coleta, para entender as dinâmicas ou possíveis transferências ou interferências da vazão nas análises deste estudo. Os resultados estão apresentados na Tabela 13.

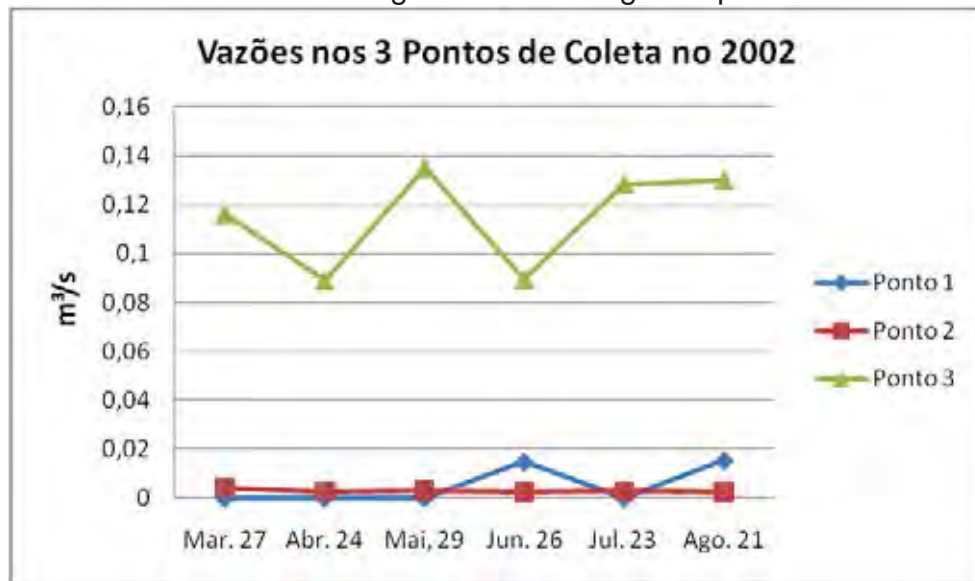
Tabela 13. Valores das Medidas de vazão nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 e 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.

Vazão 2002			
Dias	Ponto 1 m³/s	Ponto 2 m³/s	Ponto 3 m³/s
Mar. 27	0, 0202	0,0043	0,1162
Abr. 24	0, 0151	0,0027	0,0889
Mai, 29	0, 0165	0,0031	0,1353
Jun. 26	0,0149	0,0024	0,0895
Jul. 23	0, 0115	0,0029	0,1287
Ago. 21	0,0154	0,0026	0,1301
Vazão 2011			
Mar. 28	0,0104	0,0028	0,0987
Abr. 21	0, 0203	0,0045	0,0863
Mai, 22	0, 0228	0,0031	0,1395
Jun. 19	0,0192	0,0021	0,1467
Jul. 17	0,0175	0,0041	0,1309
Ago. 7	0,0096	0,0027	0,0901

Fonte: Pérez-Ortega (2011)

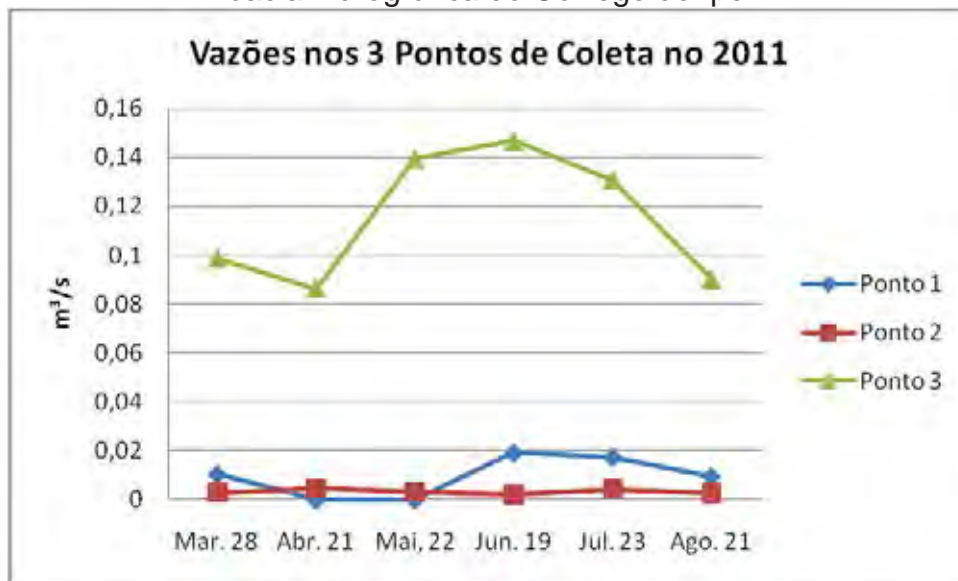
Os resultados nas medições de vazão mostram uma redução em alguns dos dados obtidos e o aumento em outros, com relação á medições registradas no ano 2002. A variações mais significativas são no mês de agosto no ponto 3, onde a vazão decresce de 0,1301m³/s para 0,0901 m³/s. No mês de junho no entanto ela aumenta de 0,0895 m³/s para 0,1467 m³/s e no mês de maio no ponto 2 os valores foram iguais. Isto indica que para algumas medidas dos pontos 2 e 3 a variação foi leve, como se pode observar nas Figuras 31 e 32.

FIGURA 21 - Vazão nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Adaptado de Poletto (2002)

FIGURA 22 - Vazão nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

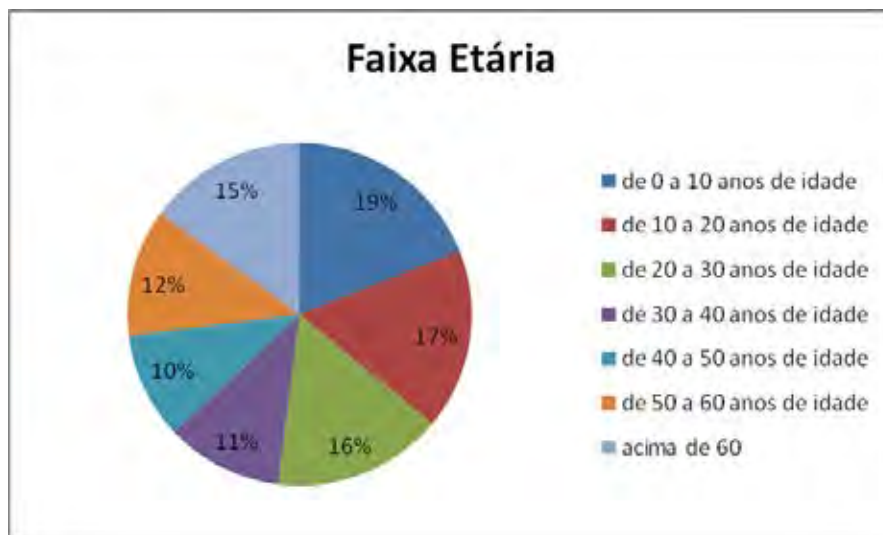
Os resultados obtidos nas análises de tendência central e variabilidade temporal das 9 variáveis físico-químicas e bacteriológicas, nos pontos 1, 2 e 3, localizados na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê, no período supracitado, estão apresentados nas Tabelas 14 e 15. Em cada variável foram discutidas e expostas às hipóteses para cada possível variação encontrada nos pontos amostrados.

6.2 Características Sócio-econômicas

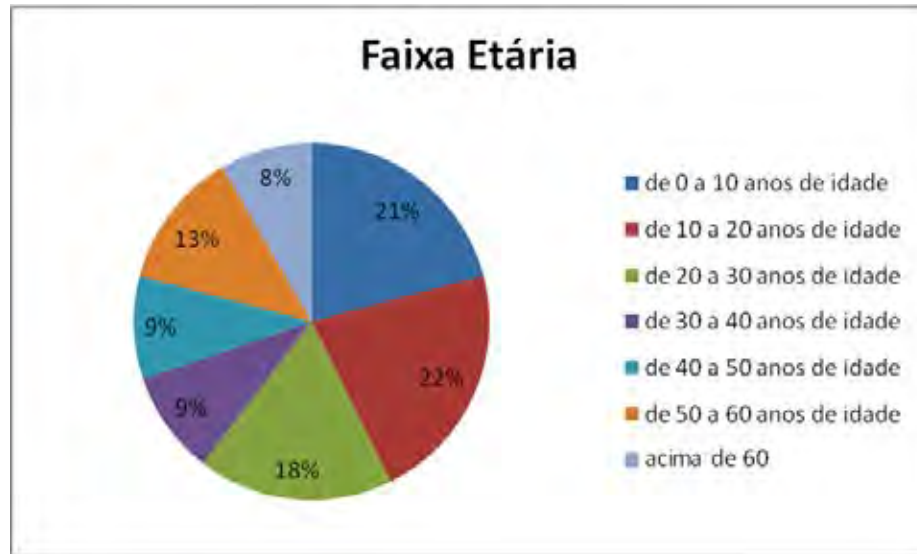
Para a caracterização das condições sócio-econômicas e ambientais das áreas de influência direta na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê, foram utilizados questionários com questões abertas, fechadas e de múltipla escolha, respondidas pelos moradores. As questões englobaram aspectos relacionados ao uso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

Com a pesquisa feita nas propriedades da bacia hidrográfica objeto de estudo, foi possível levantar dados que forneceram diversas informações sobre esta, entre as quais a faixa etária dos indivíduos que moram nas adjacências do Córrego do Ipê, a qual pode ser observada na Figura 12.

FIGURA 23 - Faixa etária da Bacia do Córrego do Ipê no ano 2002

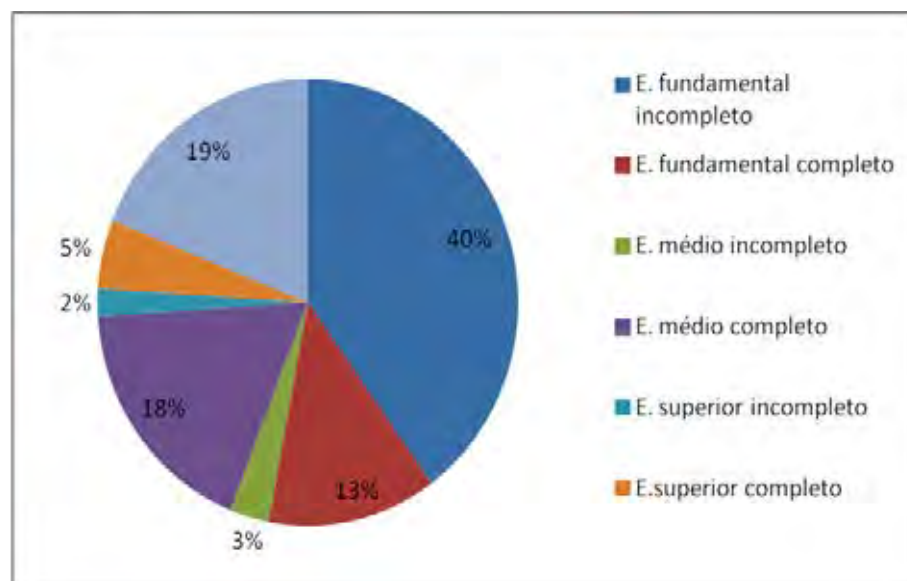


Fonte: Adaptado de Poletto (2002)

FIGURA 24 - Faixa etária da Bacia do Córrego do Ipê no ano 2011

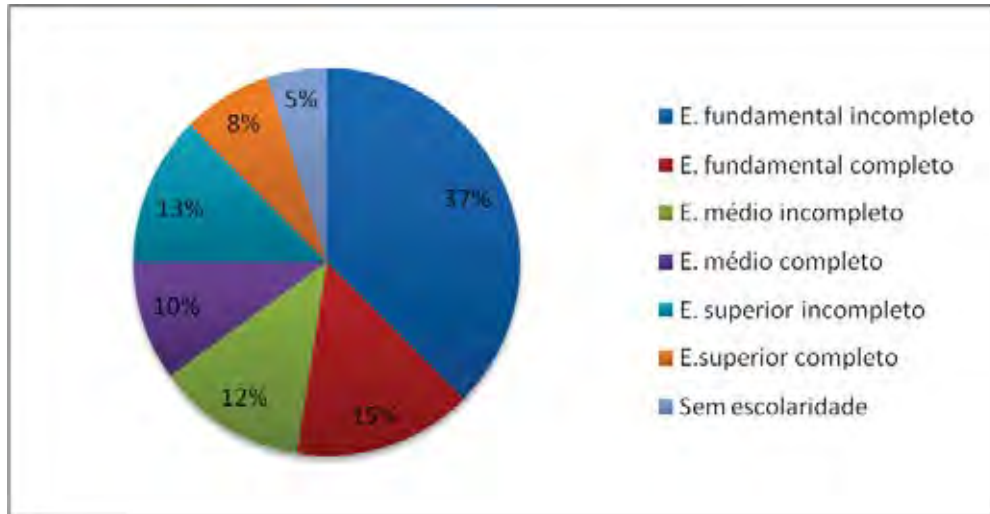
Fonte: Pérez-Ortega (2011).

As maiores diferenças se apresentam nas novas gerações, onde as crianças de 0 a 10 anos aumentaram em 2% da população, e nos adolescentes em que ocorreu um aumento de 5% da população. Já em pessoas mais idosas as porcentagens diminuíram de 15% a 8%, com redução de 7% da população nesta faixa etária.

Figura 25 - Grau de escolaridade dos habitantes do Córrego do Ipê no ano 2002

Fonte: Adaptado de Poletto (2002)

Figura 26 - Grau de escolaridade dos habitantes do Córrego do Ipê no ano 2011



Fonte: Pérez-Ortega (2011).

É preocupante o aumento da porcentagem do ensino médio incompleto de 3% a 12%. O ensino completo fundamental caiu 8%, por outro lado o ensino superior incompleto aumentou 11% e o ensino superior completo 3% respectivamente, o que significa que a população está ingressando em faculdades disponíveis na região, além da porcentagem de população sem escolaridade que foi reduzida em 3%.

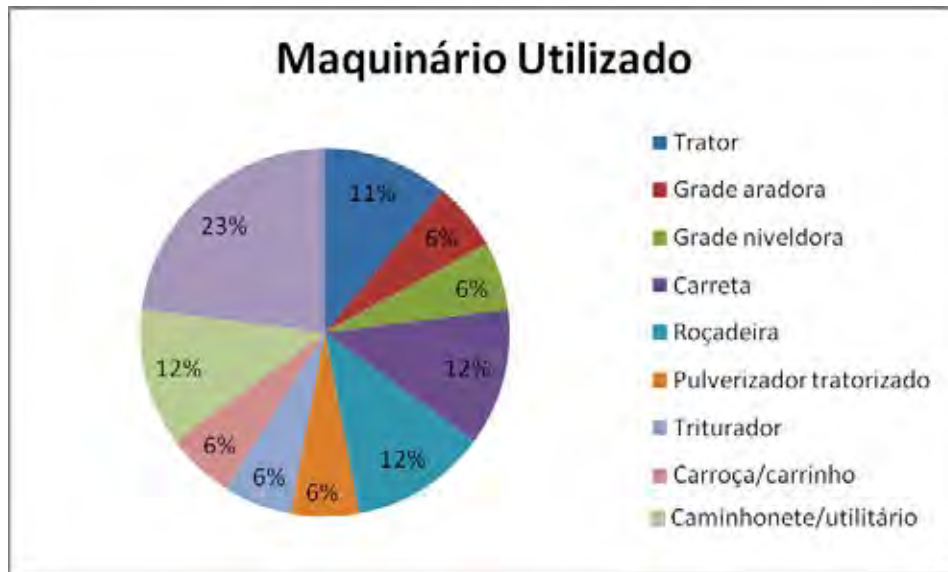
Figura 27 - Localização do banheiro nas casas dos moradores da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê no ano 2002.



Fonte: Adaptado de Poletto (2002)

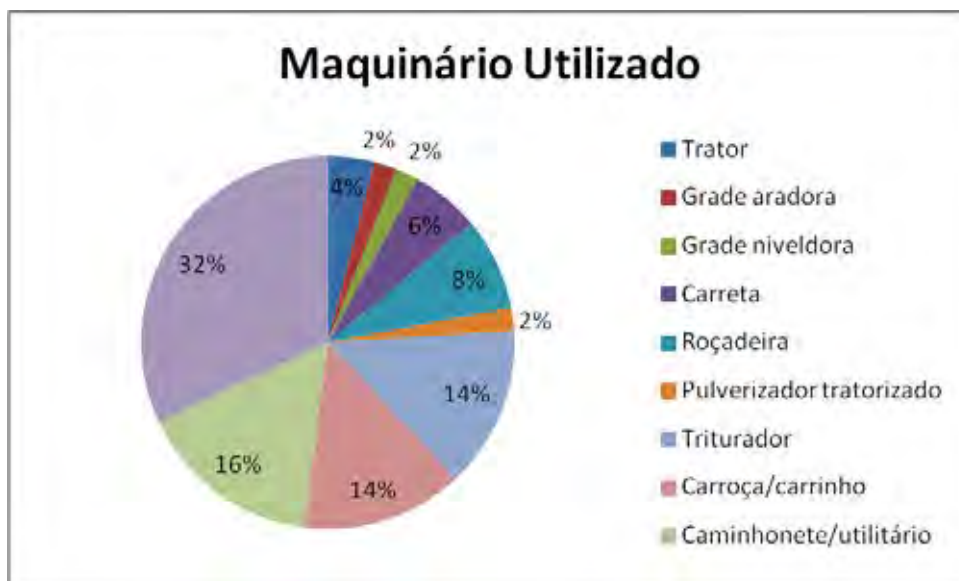
Na atualidade todas as casas têm o banheiro dentro das instalações, onde possuem poços cépticos de 4 a 5 metros de profundidade, com área de 2,5 x 2,5 x 2 mede comprimento e volume de 12,5 m³.

Figura 28 - Tipos de máquinas utilizadas pelos moradores da região no ano 2002.



Fonte: Adaptado de Poletto (2002)

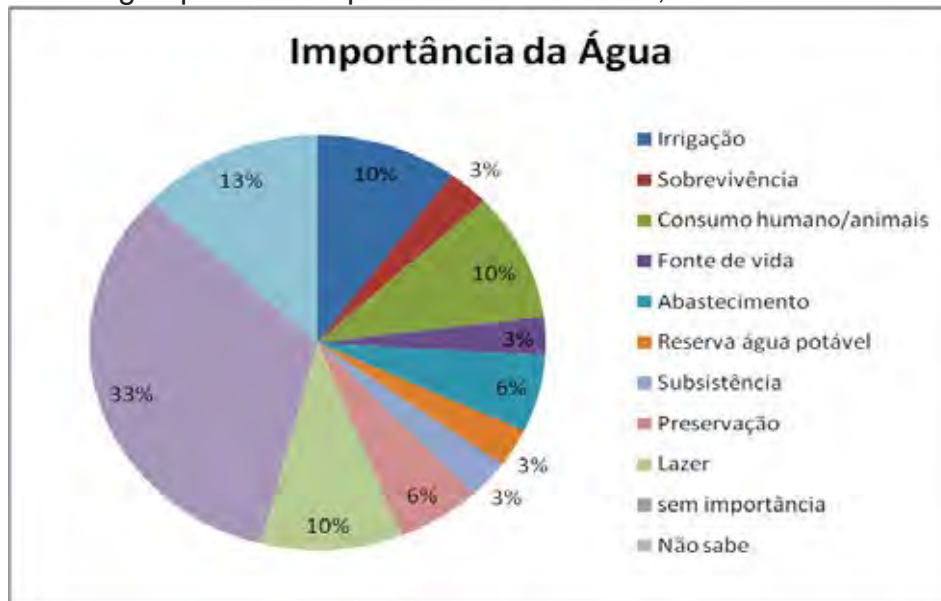
Figura 29 - Tipos de máquinas utilizadas pelos moradores da região no ano 2011.



Fonte: Pérez-Ortega (2011).

Um tipo de máquina cujo uso aumentou no período foi o carro (9%). O uso da camioneta aumentou em 4%, enquanto o do carro mais que dobrou passando de 6% a 14% assim como aconteceu com o triturador, ambos aumentando em 8%. O uso de pulverizadores diminuiu em 4% e o das grades aradora e niveladora decresceu 4%.

Figura 30 - Visão dos moradores da bacia de estudo, em relação à importância da água para vida e para o meio ambiente, no ano 2002.



Fonte: Adaptado de Poletto (2002).

Figura 31 - Visão dos moradores da bacia de estudo, em relação à importância da água para vida e para o meio ambiente, no ano 2011.



Fonte: Pérez-Ortega (2011).

Estes dados mostram um incremento no conhecimento da população referente a os usos múltiplos da água. No ano de 2002, 33% das pessoas responderam que a água não tinha importância alguma, enquanto que em 2011 esse valor caiu para 3%. Identifica-se assim o bom trabalho desenvolvido pelos professores das escolinhas da região em atividades de educação ambiental, tanto

para crianças como para pais. Além disso, as respostas indicaram um aumento da importância que tem a água para irrigação (10% para 14%), tanto devido á mudança da condição de pastos para cultivos da cana de açúcar (*Saccharum officinarum*), como também da água como fonte de vida, subindo de 3% para 21%.

FIGURA 32 - Destinação do lixo orgânico nas propriedades pertencentes à bacia do Córrego do Ipê no ano de 2002.



Fonte: Adaptado de Poleto (2002)

FIGURA 33 - Destinação do lixo orgânico nas propriedades pertencentes à bacia do Córrego do Ipê no ano de 2011.



Fonte: Pérez-Ortega (2011).

O destino do lixo variou nestes últimos anos, onde o lixo enterrado baixou de 15% para 3%, o lixo queimado aumentou de 10% para 41%. o lixo coletado

aumentou de 19% para 46%. O lixo usado para ração de animais também aumentou, da mesma forma que o lixo utilizado para adubos em 2%. Essas modificações foram resultantes da mudança no uso e ocupação dos solos. Embora os resíduos sólidos sejam recolhidos na localidade pelo caminhão de coleta duas vezes por semana, ainda, assim observa-se todo tipo de lixo no transcurso do Córrego do Ipê, como se pode ver na Figura 33. Esses dados anteriormente falados são resultantes do questionário feito na população da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.

FIGURA 34 - Lixo nas propriedades pertencentes à bacia do Córrego do Ipê no ano de 2011.



Fonte: Pérez-Ortega (2011).

6.3 Resultados dos Parâmetros do IQA

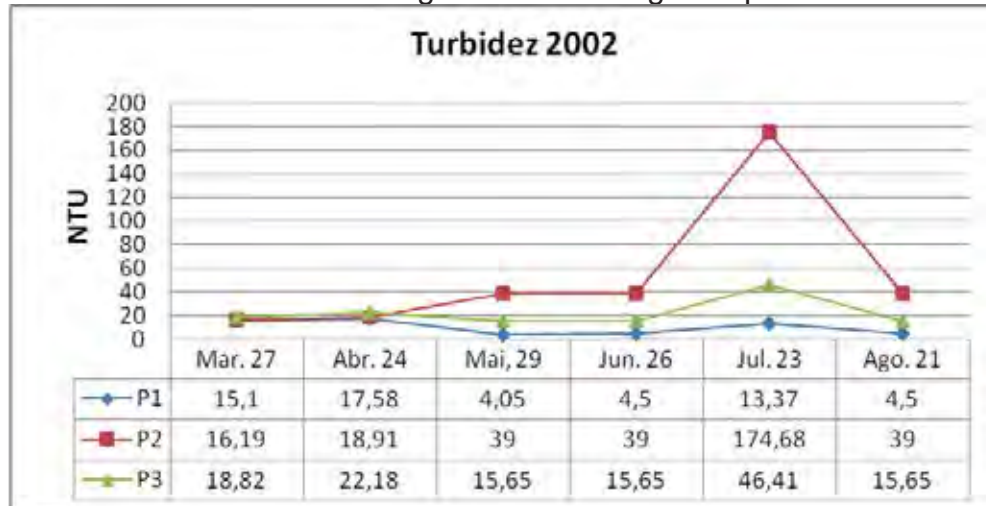
Os resultados da análise temporal das variáveis físico-químicas e bacteriológicas estudadas referem-se ao período de Março a Agosto de 2002 e 2011 para os Pontos 1, 2 e 3, estabelecendo-se uma comparação de cada variável utilizada para a obtenção da IQA.

6.3.1 Turbidez

Cauduro (2006) afirma que a urbanização provoca um aumento na quantidade de poluentes nas bacias hidrográficas, destacando-se os sedimentos, óleos, fertilizantes, pesticidas, etc. O aumento da velocidade e volume da água pode causar muitos impactos, na bacia do Córrego do Ipê. No ponto 2 cresce a cada dia mais a sua urbanização, e é onde foram obtidos os valores mais altos de turbidez, que podem ser causados por: erosão das margens dos rios. Estes efeitos, além de

prejudicar o corpo d'água receptor, interferem nas condições sanitárias da população ribeirinha.

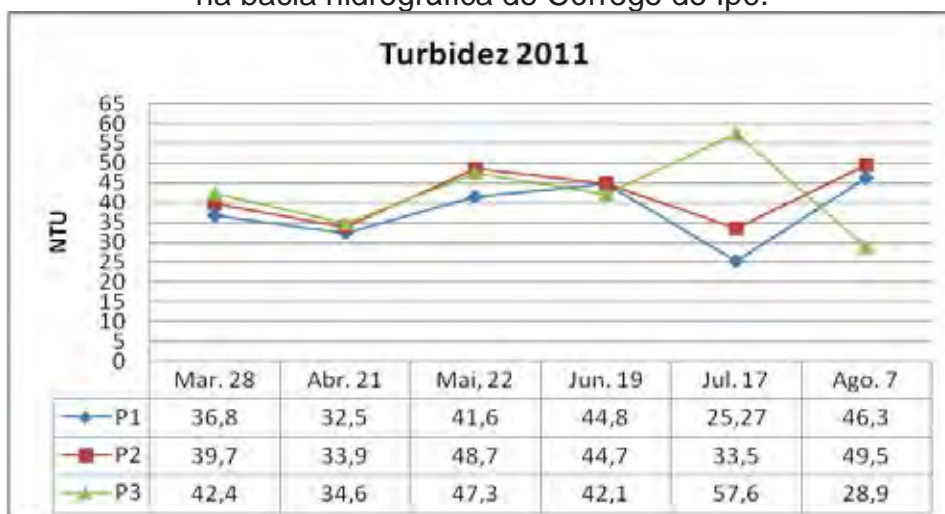
FIGURA 35 - Turbidez nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Adaptado de Poletto 2002

Um dos valores mais altos da turbidez aconteceu no ano de 2002, e atingiu o nível de 174,68 NTU. Isto ocorreu devido à influência do perímetro urbano. Na Figura 35 observa-se os valores da turbidez no ano de 2002, no Ponto 1, que estiveram entre 4,05 e 17,58 NTU e mediana de 9,85 NTU. No Ponto 2, os valores mínimo e máximo foram de 16,19 até 174,68 NTU e mediana de 54,46 NTU. No Ponto 3 os valores variaram entre 15,65 e 46,41 NTU, com mediana de 22,39 NTU.

FIGURA 36 - Turbidez nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

Na Figura 36 observa-se os valores da turbidez no ano 2011, que no Ponto 1, estiveram entre 25,27 e 46,3 NTU, com mediana de 37,88 NTU. No Ponto 2, os valores mínimo e máximo foram de 33,5 até 49,5 NTU e a mediana de 41,6 NTU. E no Ponto 3 os valores variaram entre 28,9 e 57,6 NTU, com uma mediana de 42,15 NTU.

ALMEIDA (2003) afirma que na bacia do Rio maracujá- Quadrilátero Ferrífero/MG a turbidez na estação seca de 57,9 UNT passa a 26,6 UNT na estação chuvosa. Dois fatores podem explicar este fato: um possível aumento da capacidade de diluição e/ou autodepuração do Rio Maracujá à jusante, e a presença de soleiras geomórficas no trecho, favorecendo a retenção de sedimentos em poços com baixa energia do fluxo. Logo

Nota se nas médias gerais que a do ano de 2002 foi de 28,9 NTU enquanto que a do ano de 2011 foi 40,56 NTU, tendo ocorrido, portanto, um aumento de **11,66** NTU nos 9 anos transcorridos.

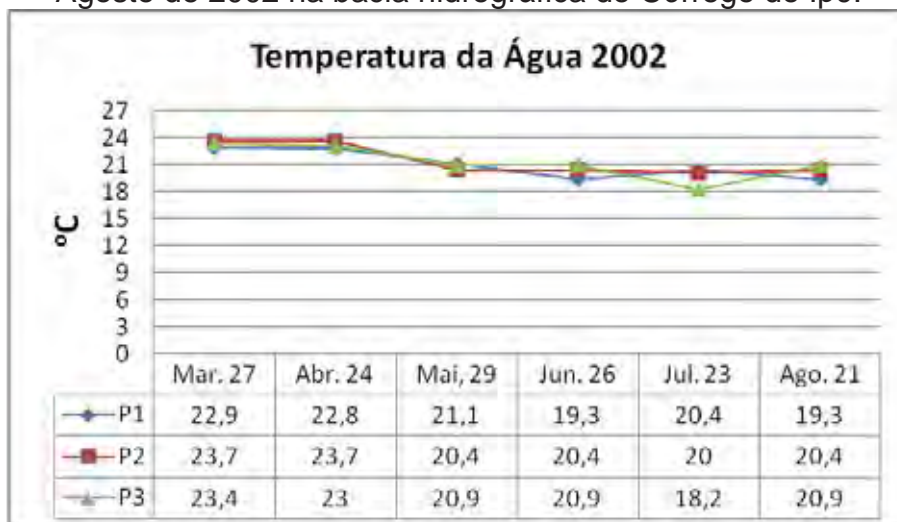
Verificou-se como mostra a Tabela 3, que só um ponto amostrado no mês de Julho do ano 2002 com 174,68 NTU não atendeu ao padrão de 100,00 NTU do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357. O restante das amostras do ano 2002 e 2011 ficaram abaixo dos limites.

6.3.2 Temperatura da Água

A temperatura pode ser considerada a característica mais importante do meio aquático. A temperatura caracteriza grande parte dos outros parâmetros físicos da água tais como a densidade, viscosidade, pressão de vapor e solubilidade dos gases dissolvidos (TUCCI, 2004).

A temperatura é um importante fator modificador da qualidade da água, pela influência direta sobre o metabolismo dos organismos aquáticos e pela relação com os gases dissolvidos. Assim, os aumentos de temperatura diminuem as concentrações de oxigênio dissolvido, gás carbônico, pH e a viscosidade, entre outras propriedades (HAMMER, 1979; SAWYER *et al*, 1994)

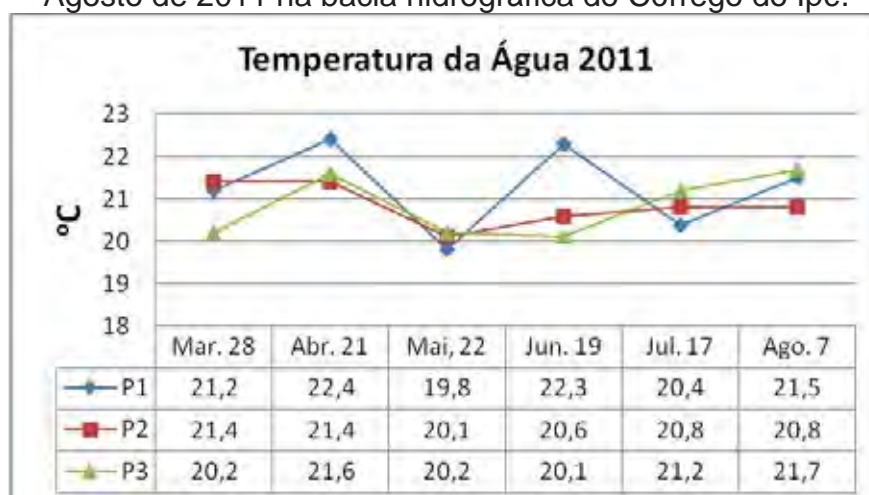
FIGURA 37 - Temperatura da Água nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Adaptado de Poletto 2002

No ponto 1 de 2002 a temperatura mínima da água foi de 19,3 °C, a máxima de 22,9 °C e a mediana de 20,97 °C. No Ponto 2, registrou-se a mínima de 20 °C, a máxima de 23,7 °C, com uma mediana de 21,43 °C. No Ponto 3, a temperatura da água ficou entre 18,2 °C e 23,4 °C e a mediana alcançou 22,2 °C. A Figura 37 ilustra os resultados obtidos nas análises, onde se obtiveram variações com o menor valor encontrado no Ponto 3, no mês de Julho com 18,2 °C do referido ano.

FIGURA 38 - Temperatura da Água nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

Na Figura 38, apresenta se os resultados obtidos das análises realizadas. No ponto 1 de 2011 a temperatura mínima da água foi de 19,8 °C, a máxima de 22,4 °C a mediana de 21,2 °C. No Ponto 2, registrou-se a mínima de 20,1 °C e a máxima de 21,4 °C, com uma mediana de 20,85 °C. No Ponto 3, a temperatura da água ficou entre 20,1 °C e 21,7 °C e a mediana alcançou 20,8 °C. O menor valor encontrado ocorreu no Ponto 3, no mês de Maio com 19,2 °C.

Numa pesquisa na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, feita por Donado, Galbiatti e Paular (2005), deduziram que a temperatura variou de 17,5 a 19,8 °C nos pontos amostrados nas nascentes 1 e 3 (com vegetação natural remanescente), refletindo condições semelhantes de sombreamento dos cursos de água proporcionados pela cobertura vegetal, e nos pontos das nascentes 2 e 4 (com agricultura), a temperatura variou de 20,2 a 22,6 °C.

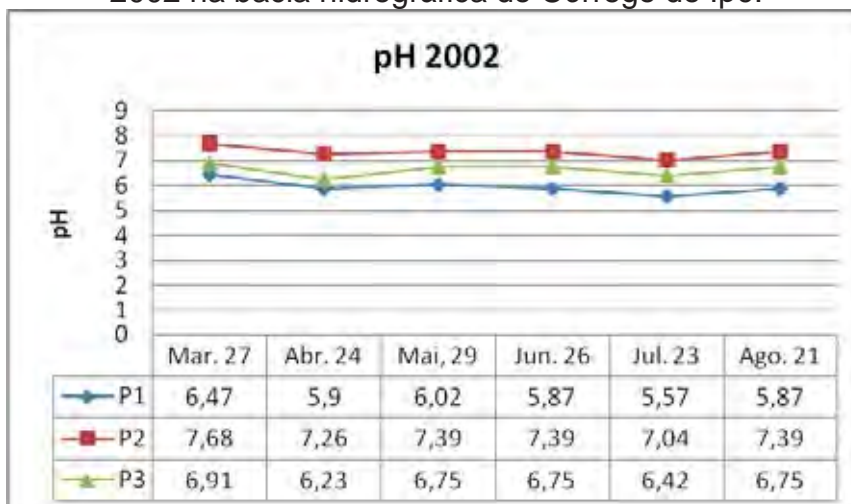
Estas medidas de temperatura são similares às encontradas no Córrego do Ipê, onde a temperatura aumentou sucessivamente à medida que os pontos de coleta se distanciavam das nascentes dando a entender que a manutenção da vegetação ciliar é a maneira mais efetiva de prevenir aumento da temperatura da água.

Apesar das médias gerais terem sido 21,2 °C e 20,9 °C respectivamente para os anos 2002 e 2011, ter havido um decréscimo geral nas leituras da temperatura no ano 2011 em relação ao ano de 2002, a redução foi de apenas 0,3 °C. Entretanto pode se afirmar que a temperatura da água da bacia do Córrego do Ipê era mais estável no ano de 2002 quanto comparada como o ano de 2011

6.3.3 Potencial Hidrogeniônico – pH

O pH, reflete o tipo de solo por onde a água percorre, ou ainda, em corpos hídricos com grande população de algas, nos dias ensolarados, pode subir muito, chegando a 9 ou mais. Isso porque algas, ao realizarem fotossíntese, retiram muito gás carbônico, que é a principal fonte natural de acidez da água. Geralmente um pH muito ácido ou muito alcalino está associado à presença de despejos domésticos e/ou industriais.

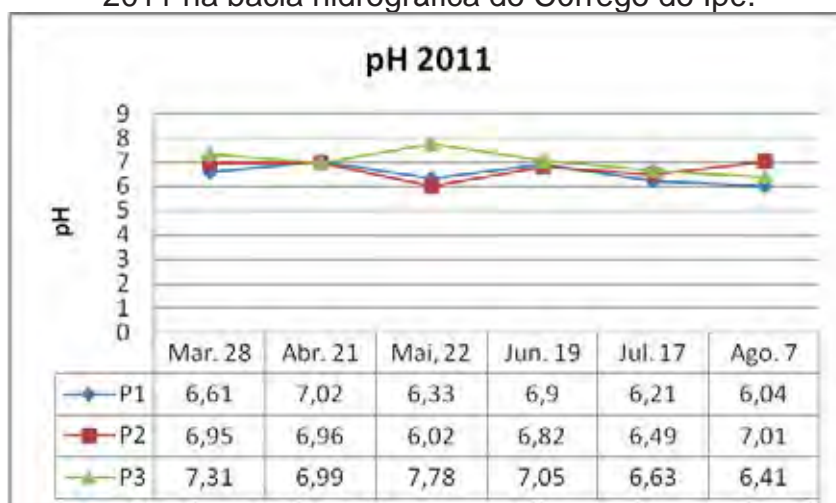
FIGURA 39 - pH da Água nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Adaptado de Poletto 2002

Os valores de pH no Ponto 1 de 2002 apresentam uma faixa de variação entre 5,57 e 6,47, com uma mediana de 5,95. O Ponto 2 demonstrou variações entre 7,04 e 7,68, sendo a mediana de 7,35. Quanto ao Ponto 3, o pH mínimo registrado foi de 6,23, elevando-se até 6,91, sendo a mediana de 6,63. Na Figura 39 destacam-se as diferenças entre os pontos amostrados. Observa-se nos pontos 1 e 3 águas com uma tendência a serem ácidas e no ponto 2 de águas mais alcalinas.

FIGURA 40 - pH da Água nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

No ano de 2011 os valores de pH no Ponto 1 estão na faixa de variação entre 6,04 e 7,02, com uma mediana de 6,52. O Ponto 2 demonstrou variações entre 6,02 e 7,01, sendo a mediana de 6,70. Quanto ao Ponto 3, o pH mínimo registrado foi de 6,41, elevando-se até 7,78, sendo a mediana de 7,02. Na Figura 40 destacam-se os pontos 1 e 2 os quais apresentam águas mais ácidas, enquanto que o ponto 3 possui metade dos dados com águas ácidas e metade alcalinas.

A variação no pH das água do Córrego do Ipê não foi muito notória. A média geral do ano de 2002 foi de 6,64 e a do ano 2011 foi de 6,75, mostrando ligeira elevação do nível do pH, o que tornou um pouco mais alcalina a água deste Córrego.

Esteves (1998) observou que é comum encontrar valores altos, ou seja, básicos no pH em regiões de balanço hídrico negativo como ocorre com os açudes do semi-árido no Nordeste brasileiro. Na época de estiagem, este fato é acentuado pelos altos valores de carbonatos e bicarbonatos encontrados nas águas e que se tornam mais concentrados pela evaporação. Esta poderia ser uma explicação a mudança do nível de pH na bacia do córrego do Ipê, já que observa-se leves mudanças nos meses de estiagem de Maio até Agosto onde é muito mais óbvio o aumento do pH no ponto 2 amostrado no ano 2002 e 2011.

No que se refere à faixa estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357/2005 que estabelece um pH variando entre 6,00 e 9,00, observa-se que no ano de 2002 as amostras do Ponto 1 dos meses de abril, junho, julho e agosto obtiveram valores abaixo de 6 e ficaram fora da faixa estabelecida pela Resolução CONAMA. Ao contrário no ano de 2011 nenhuns resultados ficaram fora do padrão.

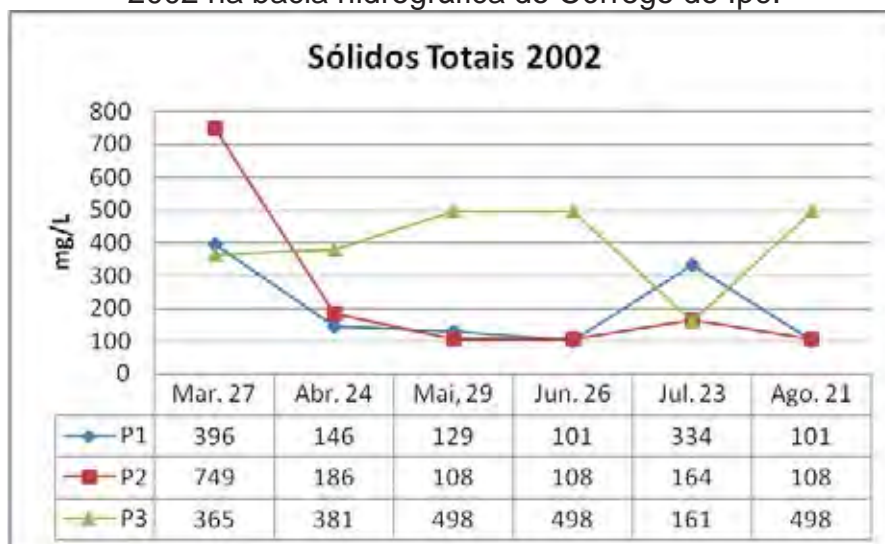
6.3.4 Sólidos Totais

A erosão é um dos principais fatores de impacto sobre os recursos hídricos, associados ao uso dos solos tanto no meio rural quanto no meio urbano. Anualmente um grande volume de sedimentos é perdido de solos com algum grau de fertilidade, vindo a sedimentar nos cursos d'água, afetando os usos mais a jusante dos corpos hídricos. (MANZATTO, 2002).

A avaliação da produção de sedimentos em bacias hidrográficas apresenta grandes dificuldades. Existem poucos dados de produção de sedimentos em bacias,

sendo que alguns estudos apontam, conforme Ramos (1995), para um aumento de 5, 10 e até 50 vezes a produção de sedimentos da bacia hidrográfica original.

FIGURA 41 - Sólidos Totais nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



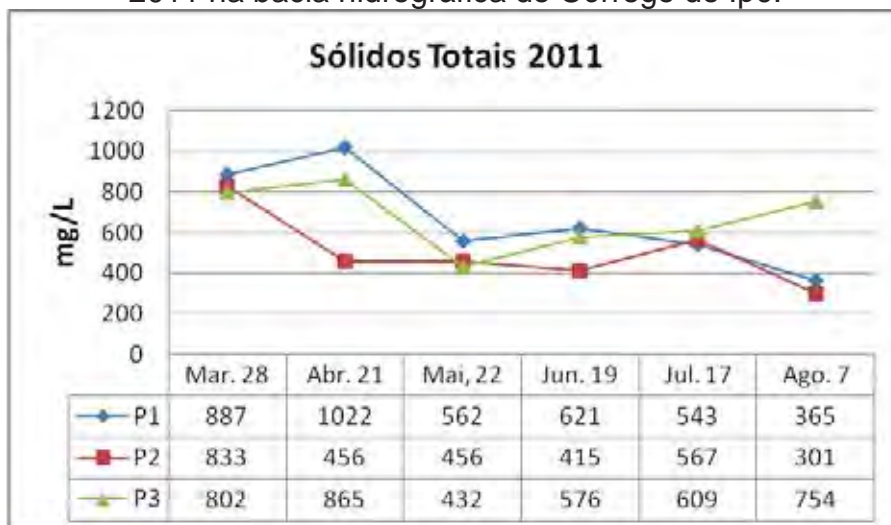
Fonte: Adaptado de Poletto 2002

Conforme Matos et al (1998), os parâmetros poluentes mais representativos na drenagem são as partículas de sólidos em suspensão. Eles apresentam comparação entre valores de zona urbana e rural, que no caso de sólidos, os valores médios são de 26 mg/L na zona rural e 220 mg/L na zona urbana.

No caso da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê no ano 2002 constata-se, na Figura 41, que no Ponto 1, os valores mínimo e máximo foram de 101 e 396 mg/l, com mediana de 201,16 mg/l. No Ponto 2, os valores variaram entre 108 e 749 mg/L, com mediana de 237,16 mg/l. No Ponto 3, observou-se valores mínimo e máximo de 161 e 498 mg/l, com mediana de 400,16 mg/l.

Cabe ressaltar que a mediana mais alta é do ponto 3 com um valor de 400,16 mg/l, ou seja quase que o dobro das médias dos pontos 1 e 2. Isso acontece, porque o ponto 3 está situado a jusante da bacia de estudo.

FIGURA 42 - Sólidos Totais nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

Constata-se, na Figura 42, que nos pontos de amostragem relativos a os dados do ano 2002 houve variações significativas. No Ponto 1, os valores mínimo e máximo foram de 365 e 1022 mg/l, com mediana de 666,6 mg/l. No Ponto 2, os valores variaram entre 301 e 833 mg/L, com mediana de 504,6 mg/l. No Ponto 3, observou-se valores mínimo e máximo de 432 e 865 mg/l, com mediana de 673 mg/l. No entanto, tais valores podem ser bastante variáveis. Gomes e Chaudhry (1981) encontraram em duas pequenas bacias hidrográficas de São Carlos, SP, concentrações de sólidos totais variando de 171 mg/L até 3499 mg/L.

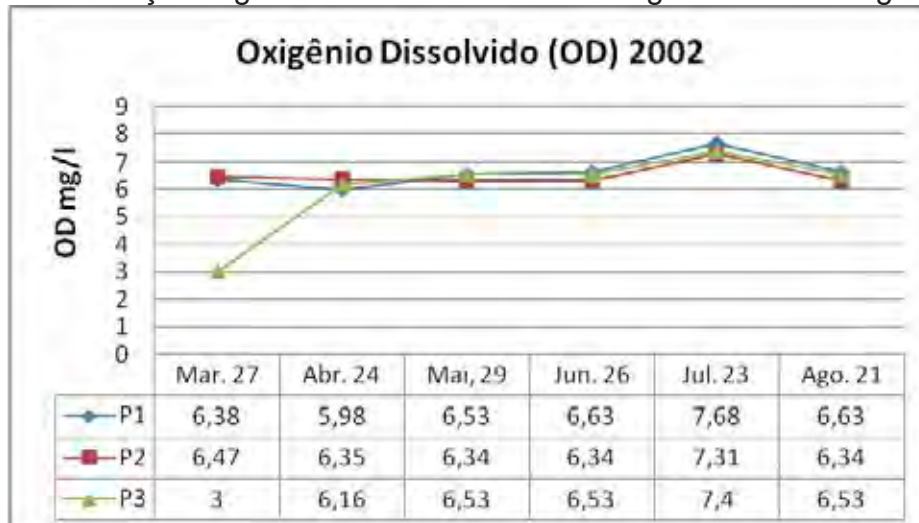
No caso da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê a média foi de 279,5 mg/L no ano de 2002 e de 614,7 mg/L no ano de 2011 com uma diferença de 335,2 mg/L . Isso significa que a porcentagem de sólidos nos últimos 9 anos aumentou em 45,46 %. Uma das causas desses incrementos aconteceu pela mudança de ocupação de solos, onde antes predominavam os pastos e agora são cultivos de grandes extensões de cana de açúcar, como trabalhos mecanizados onde a perda de solo é maior, conforme se observa na Figura 25 no encontro das águas do Córrego das Lagoas e Córrego do Ipê.

6.3.5 Oxigênio Dissolvido – OD

Do ponto de vista ecológico, o parâmetro Oxigênio dissolvido (OD) é uma variável extremamente importante, pois é necessário para a respiração da maioria dos organismos que habitam o meio aquático. Geralmente o OD se reduz ou desaparece, quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis encontradas, por exemplo, no esgoto doméstico, em certos resíduos industriais, no vinhoto, e outros. (CORDEIRO, 2002)

Von Sperling (1996) afirma que em ecossistemas aquáticos, as principais fontes produtoras de oxigênio são a reaeração atmosférica e a fotossíntese, enquanto as principais fontes de consumo são a oxidação da matéria orgânica dissolvida e presente no sedimento (demanda bentônica) e a nitrificação. O mesmo autor afirma que um dos efeitos mais nocivos da matéria orgânica em corpos d'água é a depleção dos níveis de oxigênio dissolvido, devido ao consumo pelos decompositores.

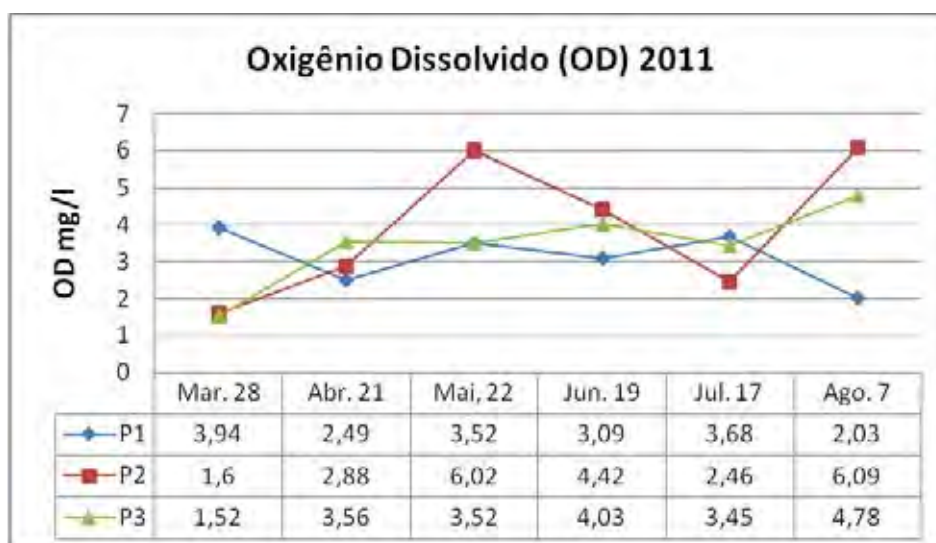
FIGURA 43 - Concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Adaptado de Poletto 2002

Com relação a Figura 43, os valores mínimo e máximo de OD no Ponto 1, mostraram oscilações entre 5,98 mg/l e 7,68 mg/l, e mediana de 6,63 mg/l. No Ponto 2, os valores mantiveram-se entre 6,34 mg/l e 7,31 mg/l, com mediana de 6,52 mg/l. No Ponto 3, os valores ficaram entre 3 mg/l e 7,4 mg/l, com mediana de 6,02 mg/l.

FIGURA 44 - Concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

Observa-se na Figura 44 que os valores mínimo e máximo de OD no Ponto 1, mostraram oscilações entre 2,03 mg/l e 3,94 mg/l, com mediana de 3,12 mg/l. No Ponto 2, os valores mantiveram-se entre 1,6 mg/l e 6,09 mg/l, com mediana de 3,91 mg/l. No Ponto 3, os valores ficaram entre 1,52 mg/l e 4,78 mg/l, com mediana de 3,47 mg/l.

Pode se dizer que a diminuição no OD do Córrego do Ipê, ocorreu devido ao fato do aumento da poluição pela disposição de esgoto doméstico sem prévio tratamento, esgoto abundante em matéria orgânica que promove a proliferação de espécies anaeróbicas, que reduzem os teores de OD contido na água. Além outro fator que ajudou na diminuição do OD, foi o período de seca em que as amostras foram realizadas, já que o aumento da concentração de oxigênio dissolvido ocorre possivelmente devido ao incremento da vazão do Córrego, o qual em época de cheia aumenta a velocidade da correnteza, aumentando o turbilhamento da água e consequentemente a dissolução do oxigênio atmosférico, fenômeno que não aconteceu nestes meses.

Tomamos novamente como referencia a bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, feita por Donado, Galbiatti e Paular (2005), onde acharam valores de oxigênio dissolvido na faixa de 8 mg/l na estação seca. Valores que no caso da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê nunca chegaram perto a esse numero. Para a

estação chuvosa se esperava uma redução dos níveis de temperatura da água e um aumento da concentração de oxigênio dissolvido, isto não ocorreu, possivelmente devido à vazão do córrego que em época de cheia aumenta a velocidade da correnteza, aumentando o turbilhamento da água e, conseqüentemente a dissolução do oxigênio atmosférico.

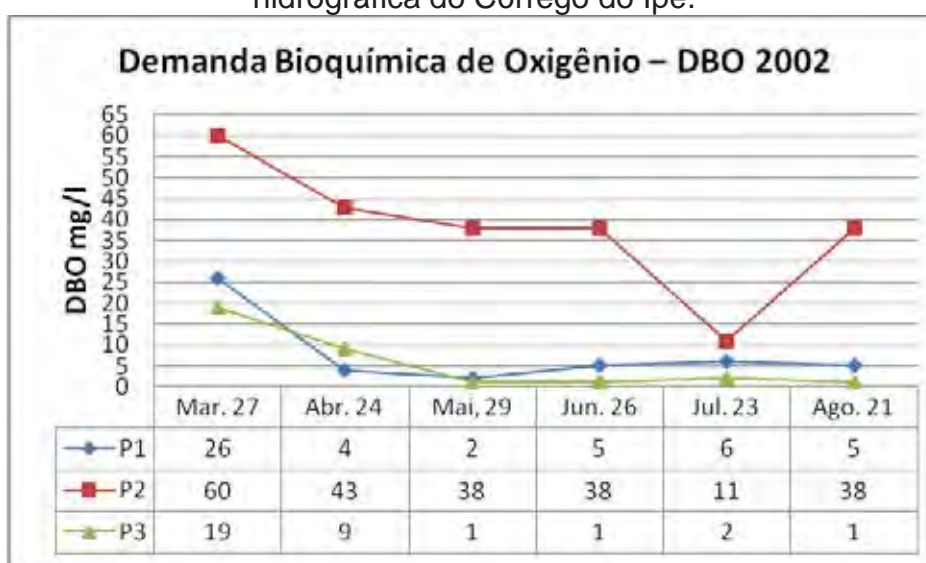
Na análise feita no Córrego Rico em junho de 2005 o oxigênio dissolvido está abaixo de 8 mg/l, o que era esperado, isso pode ter ocorrido pela influência da temperatura e da altitude.

As concentrações de OD em quase todos os pontos amostrados no ano 2011, com exceção do Ponto 2 no mês de Maio. foram inferiores ao limite estabelecido pela CONAMA 357, que estabelece que em qualquer amostra a quantidade de Oxigênio Dissolvido (OD) não pode ser inferior a 5,0 mg/l.

6.3.6 Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO

A decomposição biológica tem um papel vital na natureza: degradar a matéria orgânica restituindo seus elementos ao meio. A decomposição aeróbia é mais vantajosa que a anaeróbica: é mais rápida e não forma subprodutos orgânicos, ainda que feita à custa do oxigênio do meio, originando a DBO.

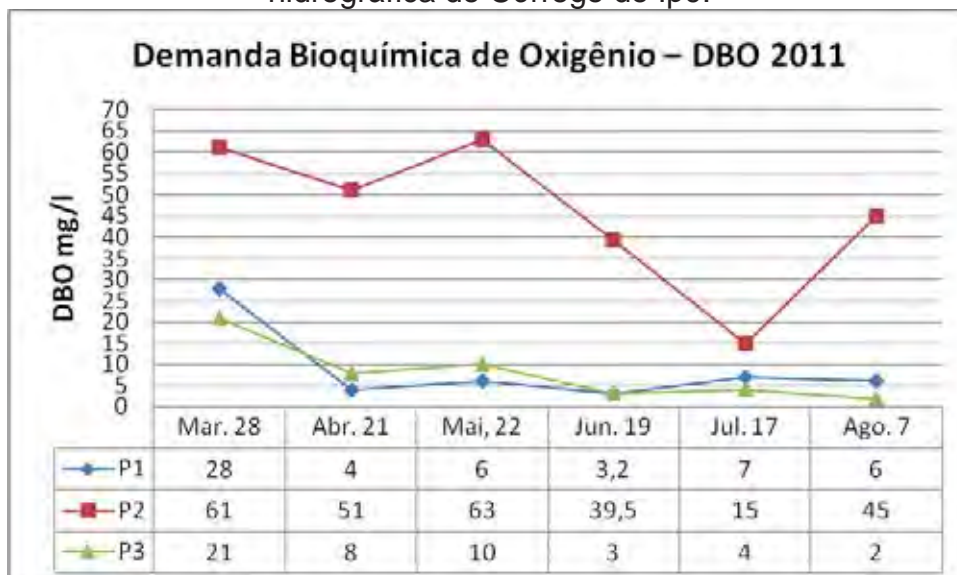
FIGURA 45 - Valores das concentrações da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Adaptado de Poletto (2002)

A Figura 45 apresenta os teores mínimos e máximos de DBO registrados no ano de 2002. No Ponto 1 foram de 2 mg/l a 26 mg/l, sendo a mediana de 8 mg/l. No Ponto 2, os valores mínimo e máximo oscilaram entre 11 e 60 mg/l, com mediana de 38 mg/l. No Ponto 3, o mínimo chegou a 1 mg/l e o valor máximo a 19 mg/l, com mediana de 5,5 mg/l. Os valores mais altos foram no Ponto 2, onde mostram aumentos na DBO que ocorrem principalmente devido a decomposição da vegetação que invadiu o leito e as cargas orgânicas lançadas no perímetro urbano. Além disso, as menores vazões encontradas neste ponto influenciaram, para uma DBO mais elevada.

FIGURA 46 - Valores das concentrações da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

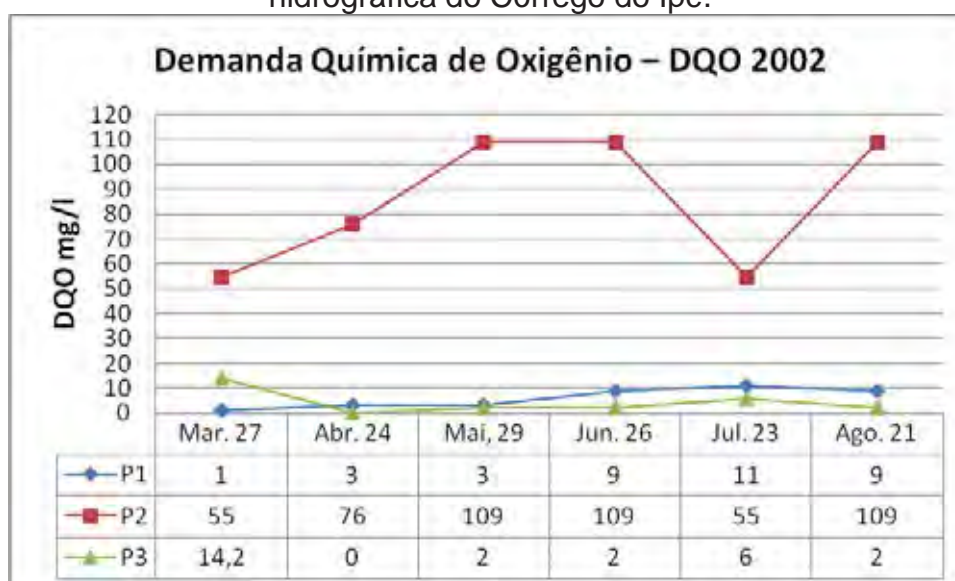
Os teores mínimo e máximo de DBO registrados no ano de 2011, no Ponto 1 foram de 4 mg/l a 28 mg/l, sendo a mediana de 9,03 mg/l. No Ponto 2, os valores mínimo e máximo oscilaram entre 15 e 63 mg/l, com mediana de 45,75 mg/l. No Ponto 3, o mínimo chegou a 2 mg/l e o valor máximo a 21 mg/l, com mediana de 8 mg/l. Na Figura 46, pode-se observar que assim como ocorreu no ano de 2002, os valores superiores se encontram no Ponto 2. Neste tempo a vegetação tem diminuído muito, enquanto que as cargas orgânicas lançadas no perímetro urbano têm aumentado. Com relação á DBO a média no ano de 2002 foi de 17,16 mg/L e no ano de 2011 de 20,92 mg/L aumentando em 3,76 mg/L.

Os valores encontrados na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, feita por Donado, Galbiatti e Paular (2005), não foram superiores a 4 mg/L. já que o rio apresenta maior carga orgânica no período de seca onde em termos de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), os microrganismos heterótrofos aeróbicos envolvidos na biodegradação da matéria orgânica, provocou déficit de oxigênio, que recebe influência da área do condômino Village Sul, o qual apresenta infra-estrutura deficitária, os esgotos são lançados em fossas sépticas, não existe rede de esgoto na área. O maior valor médio anual da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) ocorreu em 3,02 Para análise mensal observa-se que, quando a DBO aumenta a uma redução no valor do OD o que favorece a degradação da qualidade da água do Rio Cabelo.

6.3.7 Demanda Química de Oxigênio – DQO

Silva (2003), afirma que a diferença entre DBO e DQO é que a última refere-se à oxidação de matéria orgânica e outros compostos através de reagentes químicos, enquanto na DBO essa oxidação é realizada por microorganismos. A DQO está relacionada com a matéria orgânica.

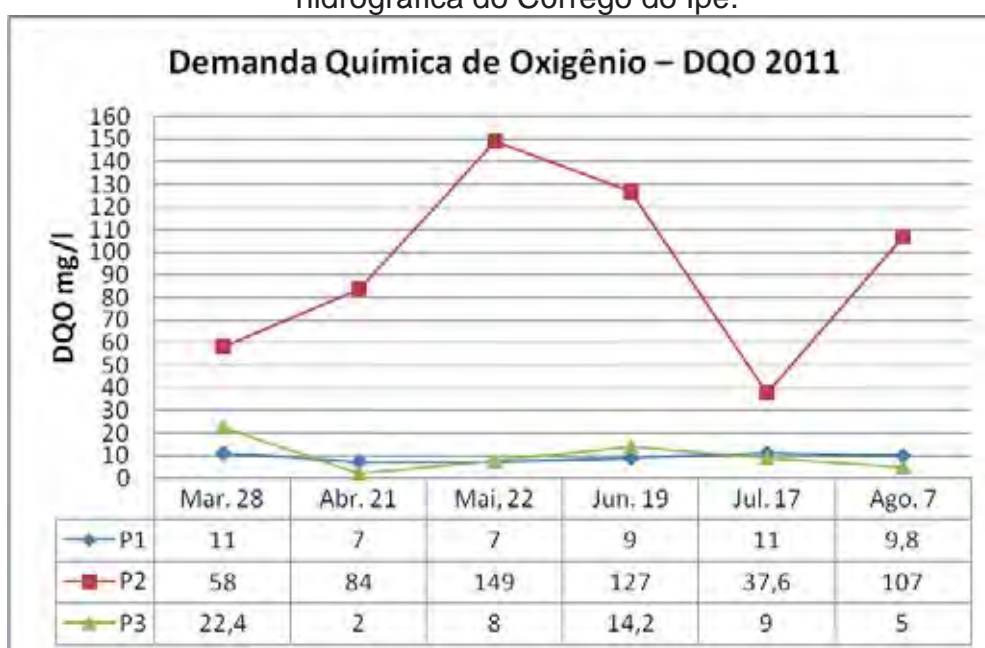
FIGURA 47 - Valores das concentrações da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Adaptado de Poletto (2002)

No ano de 2002 no Ponto 1 os valores de DQO oscilaram entre 1 e 11 mg/l e a mediana ficou em 6 mg/l. No Ponto 2, os valores de DQO oscilaram entre 55 e 109 mg/l, com mediana de 85,5 mg/l. No Ponto 3, os valores mínimo e máximo oscilaram entre 0 e 14,2 mg/l, com mediana de 4,36 mg/l. A Figura 47 ilustra os maiores teores no Ponto 2, devido a carga liberada pelo ambiente urbano e pela menor vazão em relação aos outros pontos.

FIGURA 48 - Valores das concentrações da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

No ano de 2011, no Ponto 1, os teores mínimo e máximo de DQO variaram entre 7 e 11 mg/l e a mediana ficou em 9,13 mg/l. No Ponto 2, os valores de DQO oscilaram entre 37,6 e 149 mg/l, com mediana de 93,7 mg/l. No Ponto 3, os valores mínimo e máximo oscilaram entre 2 e 22,4 mg/l, com mediana de 10,1 mg/l. A Figura 48 ilustra novamente no ano de 2011 os maiores teores no Ponto 2 o que indica a permanência de poluição por despejos de origem doméstica no corpo da água.

Com relação á DQO a média no ano 2002 foi de 31,95 mg/L e no ano 2011 a média foi de 37,66 mg/L aumentando em 5,71 mg/L.

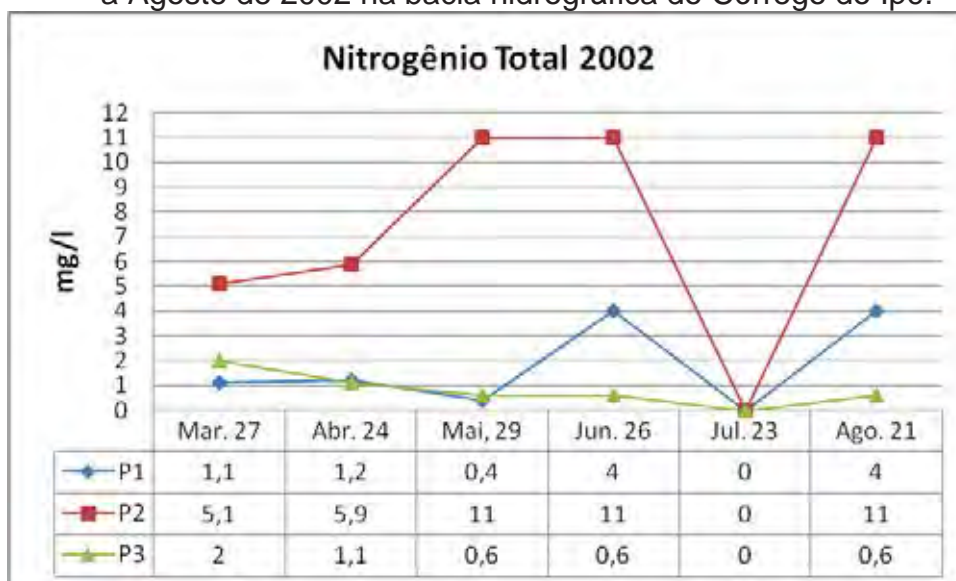
Segundo Esteves, Cavalcanti e Teixeira (2007) na bacia hidrográfica do Zerede, Timóteo-MG, a DQO atingiu valores de 27, 4 mg/L no período de seca e no período chuvoso a media atingiu 152 mg/L. esta situação se dá pelo fato do aumento de escoamento superficial, provavelmente pelo maior carregamento de nutrientes. Demonstrando que a bacia hidrográfica está isenta de contaminação orgânica.

6.3.8 Nitrogênio Total

São inúmeros os minerais possíveis de ocorrerem na água. O Nitrogênio e o Fósforo dependendo de quantidade são importantes porque são responsáveis pela alimentação de algas, vegetais superiores e outros organismos aquáticos. Em dosagens elevadas podem provocar sérios problemas, como proliferação excessiva de algas, causando o fenômeno conhecido como eutrofização.

Na Figura 47 observa-se a variação de Nitrogênio Total nos três pontos em estudo, ao longo das análises, o que caracteriza a ocorrência de picos de variação de forma irregular. Poletto (2002) afirma que esse tipo de ocorrência se deve ao lançamento de detergentes diretamente no Ponto 2 e ao transporte de fertilizantes e adubos do solo sem conservação adequada. Na Figura 49 pode se observar a maior influência das atividades antrópicas na bacia do Córrego do Ipê.

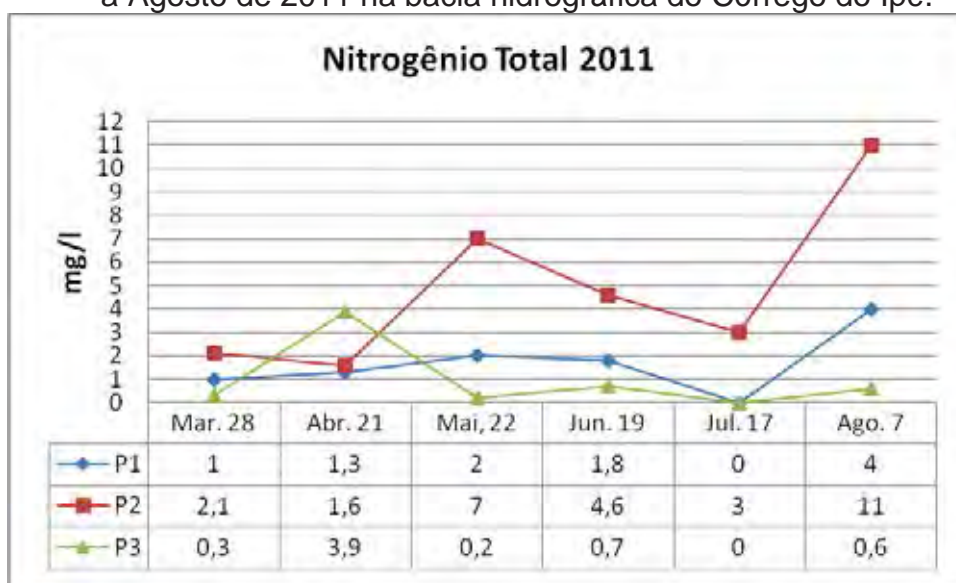
FIGURA 49 - Valores de Nitrogênio Total nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Adaptado de Poletto 2002

As concentrações no ano de 2002 mínimas e máximas de Nitrogênio Total no Ponto 1 foram de 0 e 4 mg/l, e a mediana de 1,78 mg/l. No Ponto 2, a variação foi de 0 a 11 mg/l e a mediana de 7,33 mg/l. No Ponto 3, os valores oscilaram entre 0 e 2 mg/l, com mediana de 0,81 mg/l. Na Figura 49, observa-se a grande variação no Ponto 2. Para os Pontos 1 e 3, os valores não ultrapassaram o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, que é de 10,00 mg/l, mas este limite foi ultrapassado no ponto 2.

FIGURA 50 - Valores de Nitrogênio Total nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

As concentrações no ano 2011 mínimas e máximas de Nitrogênio Total no Ponto 1 foram de 0 e 4 mg/l, e a mediana de 1,6 mg/l. No Ponto 2, a variação foi de 1,6 a 11 mg/l e a mediana de 4,88 mg/l. No Ponto 3, os valores oscilaram entre 0 e 3,9 mg/l, com mediana de 0,95 mg/l. Na Figura 50, novamente observa-se a os maiores teores de Nitrogênio Total no Ponto 2. Apenas um dado no Ponto 3 no mês de Agosto, ultrapassa o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005. O qual é de 10,0 mg/l. Em termos gerais o Nitrogênio Total teve no ano de 2002, média de 3,31 mg/L e no ano de 2011 média de 2,50 mg/L, diminuindo os teores em 0,81 mg/L.

Isso aconteceu provavelmente devido a mudança drástica do uso e ocupação de solos nos anos transcorridos, passando de agropastos com gado e culturas

anuais e perenes (café), para grandes extensões de cana de açúcar, onde os insumos nitrogenados utilizados (uréia) para adubo e dosagem e a produção de ácido úrico proveniente da urina do gado foram minimizados.

Em relação ao aspecto sanitário e à poluição orgânica, as águas do Rio Cabelo foram avaliadas quanto aos teores de nutrientes, incluindo as formas nitrogenadas. Durante a pesquisa o Nitrogênio Total (NT) do rio do cabelo teve uma variação de amônia nos pontos amostrais, com valores médios variando de 1,99 a 2,95 mg/l, valores similares se encontraram na bacia do Córrego do Ipê. Sendo os pontos amostrais CB1, CB4 e CB5 responsáveis pelos maiores valores. Nos demais pontos amostrais não foram observados valores inferiores ao recomendado pela resolução 357/05 do CONAMA, para um rio de classe II.

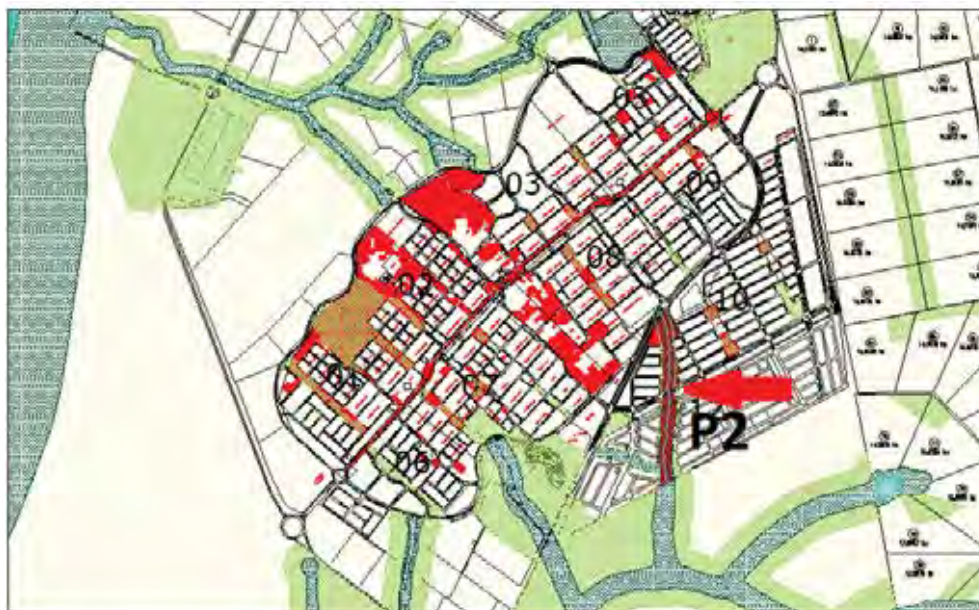
6.3.9 Fósforo Total

O fósforo é muito importante para os seres vivos, entrando na composição de muitas moléculas orgânicas essenciais. Podem provir de adubos, da decomposição de matéria orgânica, de detergentes, de material particulado presente na atmosfera ou da solubilização de rochas, e é o principal responsável pela eutrofização artificial.

A variação do fósforo total nos três pontos analisados se deve à presença de grandes concentrações de fósforo e nitrogênio no Ponto 2, ver (Figura 50, 51 e 53), com concentrações muito superiores ao limite estabelecido pela CONAMA 357, que é de 0,025 mg/l. Essas grandes concentrações se devem ao lançamento de esgotos clandestinos nesse ponto, (POLETO 2002).

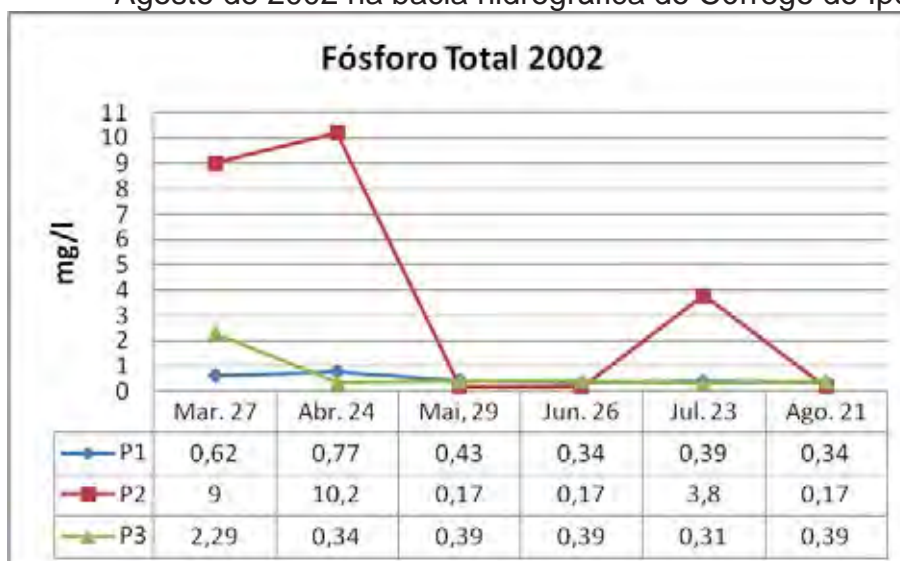
O fósforo, principal valor limitante da produtividade primária dos ecossistemas aquáticos, é apontado como principal responsável pela eutrofização artificial destes sistemas. Todo fósforo presente em águas naturais pode ter origem das rochas da bacia de drenagem, do material particulado na atmosfera, além de fontes artificiais, como do esgoto e do deflúvio superficial agrícola, que carrega compostos químicos e fertilizantes (BRIGANTE & ESPÍNDOLA, 2003).

Figura 51 - Ponto de maior impacto pela zona urbana.



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

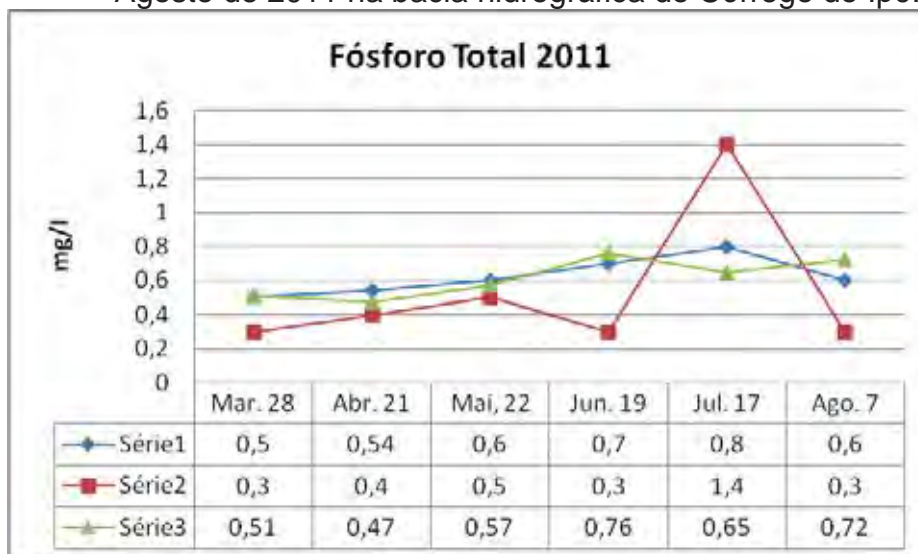
FIGURA 52 - Valores de Fósforo Total nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Adaptado de Poletto (2002)

No ano de 2011 (Figura 52), no Ponto 1, o Fósforo Total teve valores mínimo e máximo de 0,34 a 0,77 mg/l, com mediana de 0,48 mg/l. No Ponto 2, a variação foi de 0,17 a 10,2 mg/l e a mediana de 3,91 mg/l. As concentrações no Ponto 3 variaram de 0,31 a 2,29 mg/l, com mediana de 0,68 mg/l. Na Figura pode-se observar as variações mais significativas no Ponto 2.

FIGURA 53 - Valores de Fósforo Total nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

No ano de 2011 (Figura 53) no Ponto 1, os valores mínimo e máximo foram de 0,5 a 0,8 mg/l, com mediana de 0,62 mg/l. No Ponto 2, a variação foi de 0,3 a 1,4 mg/l e a mediana de 0,53 mg/l. As concentrações no Ponto 3 variaram de 0,47 a 0,76 mg/l, com mediana de 0,61 mg/l. Na Figura pode-se observar novamente como no ano de 2002 as variações mais significativas ocorreram no Ponto 2. Em conclusão a concentração de Fósforo Total teve uma média geral no ano de 2002 de 1,69 mg/L enquanto que no ano de 2011 a média foi de 0,59 mg/L diminuindo os teores em 1,1 mg/L, ou seja, o teor de Fósforo baixou em 65,1%. Uma possibilidade da queda na concentração pode ser proveniente da redução no consumo de adubos pela população da região.

O Fósforo Total avaliado nas águas do rio do cabelo indicam aumento progressivo em suas concentrações desde a nascente até o ponto CB5 localizado na jusante, O Fósforo Total variou de 0,0 até um valor máximo de 0,38 mg/L em CB5, com um valor médio de 0,29 mg/L. em relação á bacia hidrográfica do Córrego do Ipê os valores do rio do Cabelo são muito mais baixos, mais cabe ressaltar que a vazão é muito maior. O que ajuda na autodepuração e diminui a diluição do Fósforo Total por litro.(SOBRAL, 2006)

FIGURA 54 - Poluição por detergentes no Ponto 2, no Córrego do Ipê.



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

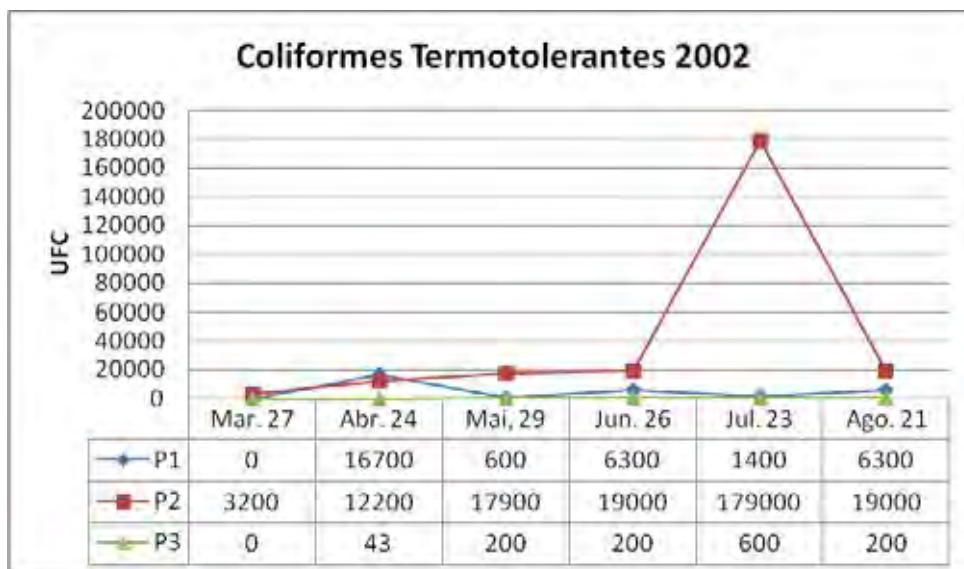
Observa-se, também, que todos os valores nos pontos amostrados nos diferentes anos, encontram-se superiores ao limite de 0,020 mg/l estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

6.3.10 Coliformes Termotolerantes

O uso da bactéria Coliforme Termotolerante (fecal) para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica.

Os Coliformes Termotolerantes apresentam picos de variação onde conforme Poleto (2002), as maiores concentrações ocorreram no Ponto 2, ver Figura 55, devido ao lançamento de esgotos clandestinos e pela extrapolação das bombas de recalque.

FIGURA 55 - Valores de Coliformes Termotolerantes nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Adaptado de Poletto 2002

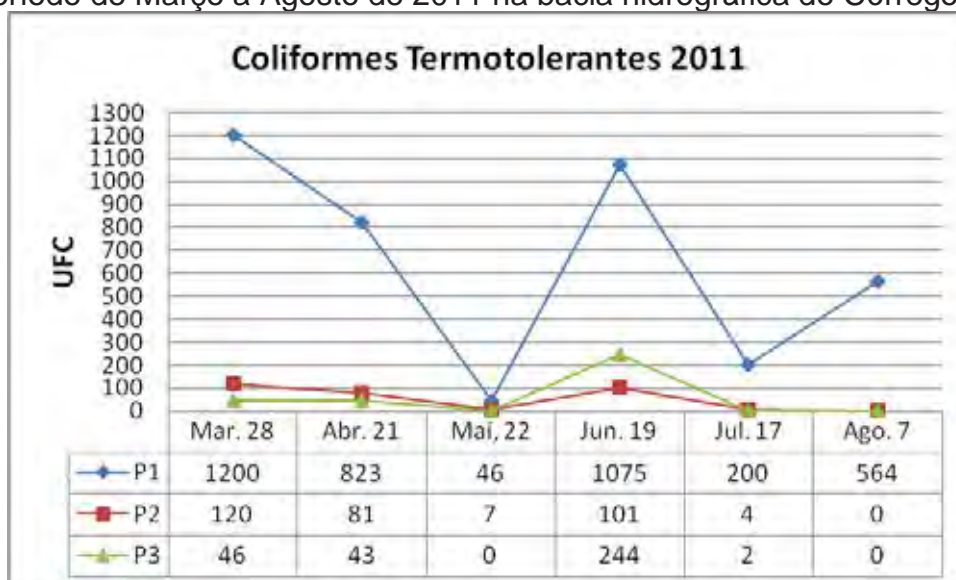
No ano de 2002, no Ponto 1, os valores mínimo e máximo de Coliformes Termotolerantes variaram entre 0 e $1,67E+04$ UFC/100ml, com mediana de $0,52E+04$ UFC /100ml. No Ponto 2, a variação foi de $3,2E+02$ a $1,79E+05$ e a mediana de $4,1E+04$ UFC /100ml. O Ponto 3 ficou entre 0 e $6E+02$ UFC /100ml, com mediana de $2,0E+02$ UFC /100ml.

FIGURA 56 - Poluição dos Recursos Hídricos com Coliformes no Córrego do Ipê.



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

FIGURA 57 - Valores de Coliformes Termotolerantes nos Pontos 1, 2 e 3, no Período de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

No Ponto 1, no ano de 2011, os valores mínimo e máximo de coliformes fecais variaram entre 46 e $1,2E+03$ UFC /100ml, com mediana de 651 UFC /100ml. No Ponto 2, a variação foi de 0 a 120 UFC /100ml e a mediana de 52,1 UFC /100ml. O Ponto 3 ficou entre 0 e 244 UFC /100ml, com mediana de 55,8 UFC /100ml. A Figura 57. Mostra as maiores concentrações no Ponto 1, ao contrário do ano de 2002, onde só dois valores excederam o limite padrão de $1,0E+03$ UFC/100ml. Cabe ressaltar que no ano de 2002 a maioria dos pontos excedeu esse limite.

A média geral no ano de 2002 foi $1,57E+04$ UFC /100 ml enquanto que no ano de 2011 a média foi de 253 UFC/100 ml, ou seja, os teores de Coliformes Termotolerantes no ano de 2002 são muito altos, em comparação aos de 2011. Uma possível explicação é a mudança do uso e ocupação de solos, onde antigamente predominavam pastos para produção pecuária e o gado tinha livre acesso a os córregos da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê. Na Figura 54, ainda se observa poluição de corpos hídricos por coliformes provenientes de animais, mais não tão intensiva como no ano de 2002.

Segundo Sobral (2006), no monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo, foram realizadas análises de coliformes totais, onde por serem todas as amostras provenientes de águas brutas, as bactérias estiveram sempre presentes. A determinação de coliformes fecais (termotolerantes) se ajustou melhor a esta realidade, visto que, sua presença indicou provável contaminação fecal, seja por material fecal de animais homeotérmicos ou por esgotos. Os coliformes fecais estiveram presentes em todos os pontos na série analisada, com valores médios variando de 248 UFC/100 ml em 2003 a 1835 UFC/100 ml em 2000 no ponto CB4, de 566 UFC/100 ml em 2003 a 14.682 UFC/100 ml em 1998 no ponto CB5, de 8887 UFC/100 ml em 1998 a 355 UFC/100 ml em 2000 no ponto CB3.

Foram detectada contaminação por coliformes fecais em todos os pontos no período de realização da pesquisa (2005-2006), com valores médios entre 591 e 9290 UFC/100 ml

Observa-se que os pontos amostrais de maior contaminação por coliformes fecais foram os pontos CB3 e CB4, o que pode ser explicado pela maior influência da urbanização e falta de infra – estrutura no trecho, no qual estão localizados

barracas da vila da Penha, Condomínio Village Sul, campo da AFRAFEP e residências.

A variação temporal e espacial dos níveis de coliformes fecais indicam que os maiores níveis de contaminação estiveram concentrados nos meses de maior precipitação (abril a agosto) de 2005, o que foi ocasionado pelo transporte através do escoamento superficial do material fecal acumulado na bacia de drenagem. No mês de agosto houve um aumento nos níveis de contaminação no ponto CB3, neste mês pode ter ocorrido um aumento da quantidade de esgotos lançados neste trecho. Caso contrária ocorreu na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê onde os níveis de contaminação por coliformes fecais diminuíram drasticamente devido à mudança no uso e ocupação de solos.

No Ponto CB4 o aumento da contaminação por coliformes fecais no trecho foi proveniente de um crime ambiental por parte da CAGEPA (Jornal o Norte, 2005), quando a tubulação que conduzia esgotos para a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Mangabeira VII foi serrada e os esgotos que deveriam ser levados para (ETE), foram lançados em uma área próxima ao rio, contaminando em especial este trecho, elevando o valor determinado em setembro de $3,40 \times 10^2$ UFC/100 ml e para outubro de $1,0 \times 10^5$ UFC/100 ml, resultando em um acréscimo de 295 vezes.

6.3.11 Índice de Qualidade da Água – IQA

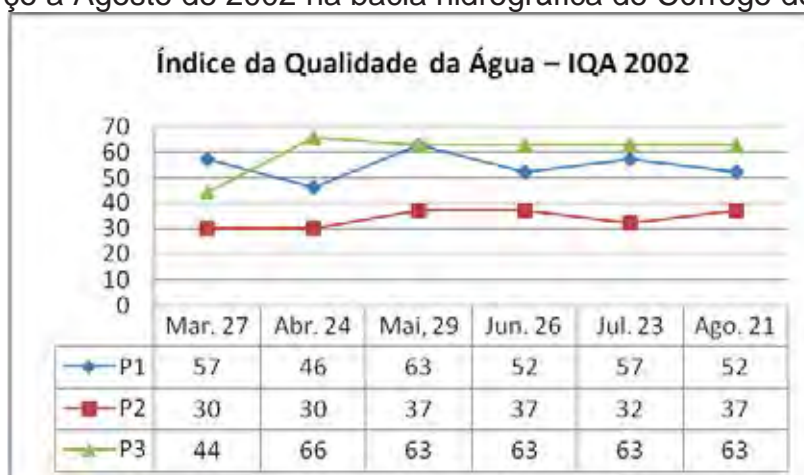
Neste item serão apresentados os resultados das análises da qualidade de água através do Índice de Qualidade da Água (IQA), realizados para tentar simplificar a interpretação dos valores encontrados das variáveis analisadas. Nas Tabelas 16 e 17, encontram-se os valores calculados do IQA para os três pontos em estudo nos anos 2002 e 2011.

TABELA 14. Resultados dos Padrões de Qualidade de Água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, no Período de Março a Agosto de 2002 da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê

Data	Ponto	DBO	pH	TURBIDEZ	TEMPER.	NITR.	FOSF.	COL. TERM	SOL.	DQO	OD	IQA
27/Mar	1	1	6,47	15,1	22,9	1,1	0,62	0	396	26	6,38	57
	2	60	7.68	16,19	23.7	5,1	9	3200	749	55	6,47	30
	3	19	6,91	18,82	23.4	2	2,29	0	365	14,2	3	44
24/Abr	1	4	5,9	17,58	22,8	1.2	0,77	16700	146	3	5,98	46
	2	43	7,26	18,91	23.7	5,9	10.20	12200	186	76	6,35	30
	3	9	6.23	22,18	23	1,1	0.34	43	381	0	6,16	66
29/Mai	1	2	6,02	4,05	21,1	0,4	0,43	600	129	3	6,53	63
	2	38	7.39	39	20.4	11	0.17	17900	108	109	6,34	37
	3	1	6.75	15,65	20.9	0.6	0.39	0	498	2	6,53	75
26/Jun	1	5	5,87	4,5	19,3	4	0,34	6300	101	9	6,63	52
	2	38	7,39	39	20.4	11	0.17	19000	108	109	6,34	37
	3	1	6,75	15.65	20.9	0.6	0.39	200	498	2	6,53	63
23/Jul	1	6	5,57	13,37	20,4	0	0,39	1400	334	11	7,68	57
	2	11	7,04	174,68	20.0	0	3,8	179000	164	55	7,31	32
	3	2	6,42	46,41	18,2	0	0.31	600	161	6	7,4	63
21/Ago	1	5	5,87	4,5	19,3	4	0,34	6300	101	9	6,63	52
	2	38	7,39	39	20.4	11	0.17	19000	108	109	6,34	37
	3	1	6,75	15.65	20.9	0.6	0.39	200	498	2	6,53	63

Fonte: Adaptado de Poletto 2002

FIGURA 58 - Valores de Índice da Qualidade da Água (IQA), nos Pontos 1, 2 e 3, de Março a Agosto de 2002 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Adaptado de Poletto 2002

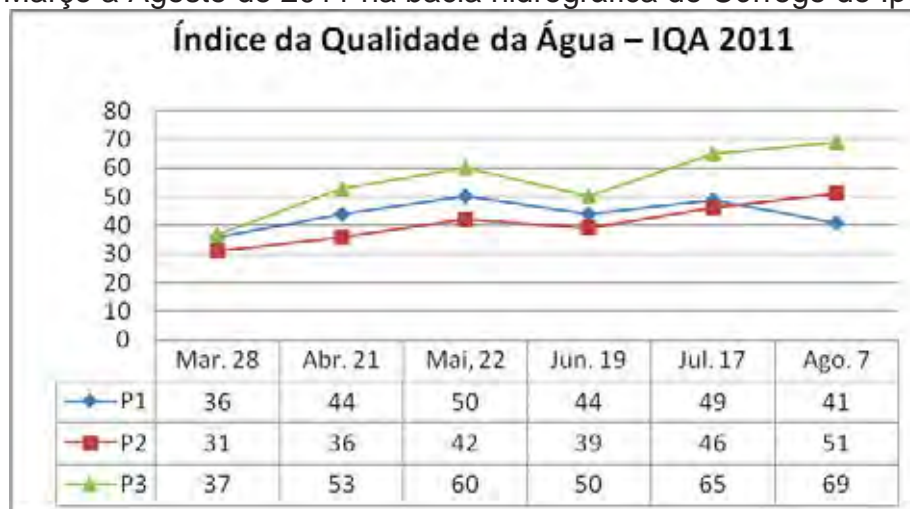
As Figuras 59 e 60 mostram os dados de IQA calculados para o ano de 2002, onde se pode observar que os valores mais baixos ocorreram no Ponto 2, com uma média de 33,8 na escala, devido á ação antrópica intensiva e a alta urbanização dessa zona especifica, piorando a qualidade da água. No Ponto 1 o IQA eleva-se para 46 e a maioria das amostras estão na faixa de água de boa qualidade. O Ponto 3 foi o que apresentou maiores dados de IQA com uma média de 60,33. A média geral do IQA ao final das análises do ano de 2002 ficou em 49,5, valor considerado regular.

TABELA 15. Resultados dos Padrões de Qualidade de Água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, no Período de Março a Agosto de 2011 da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.

Data	Ponto	DBO	pH	TURBIDEZ	TEMPER.	NIT.	FOS.	COL. TERM	SOL.	DQO	OD	IQA
28/Mar	1	28	6,61	36,8	21,2	1	0,5	1200	887	11	3,94	36
	2	61	6.95	39,7	21.4	2.1	0.3	120	833	58	1,6	31
	3	21	7.31	42,4	20.2	0.3	0.51	46	802	22,4	1,52	37
21/Abr	1	4	7,02	32,5	22,4	1,3	0,54	823	1022	7	2,49	44
	2	51	6.96	33,9	21.4	1.6	0.4	81	456	84	2,88	36
	3	8	6.99	34,6	21.6	3.9	0.47	43	865	2	3,56	53
22/Mai	1	6	6,33	41,6	19,8	2	0,6	46	562	7	3,52	50
	2	63	6.02	48,7	20.1	7	0.5	7	456	149	6,02	42
	3	10	7.78	47,3	20.2	0.2	0.57	0	432	8	3,52	60
19/Jun	1	3,2	6,9	44,8	22,3	1,8	0,7	1075	621	9	3,09	44
	2	39,5	6.82	44,7	20.6	4,6	0.3	101	415	127	4,42	39
	3	3	7.05	42,1	20.1	0.7	0.76	244	576	14,2	4,03	50
17/Jul	1	7	6,21	25,27	20,4	0	0,8	200	543	11	3,68	49
	2	15	6,49	33,5	20,8	3	1,4	4	567	37,6	2,46	46
	3	4	6,63	57,6	21,2	0	0,65	2	609	9	6,45	65
07/Ago	1	6	6,04	46,3	21,5	4	0,6	564	365	9,8	2,03	41
	2	45	7,01	49,5	20,8	11	0,3	0	301	107	6,09	51
	3	2	6,41	28,9	21,7	0.6	0,72	0	754	5	6,78	69

Fonte: Pérez-Ortega (2011)

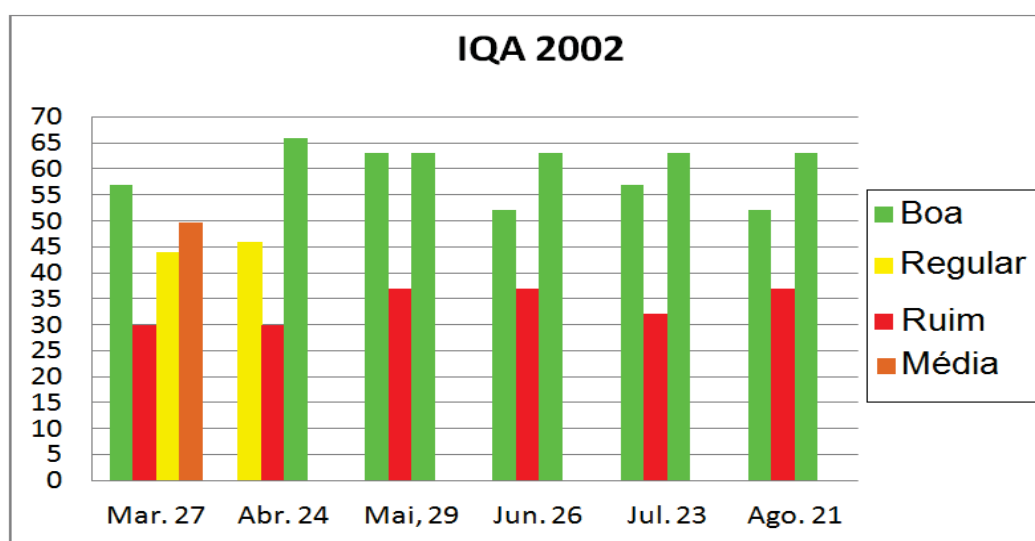
FIGURA 59 - Valores de Índice da Qualidade da Água (IQA) nos Pontos 1, 2 e 3, de Março a Agosto de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

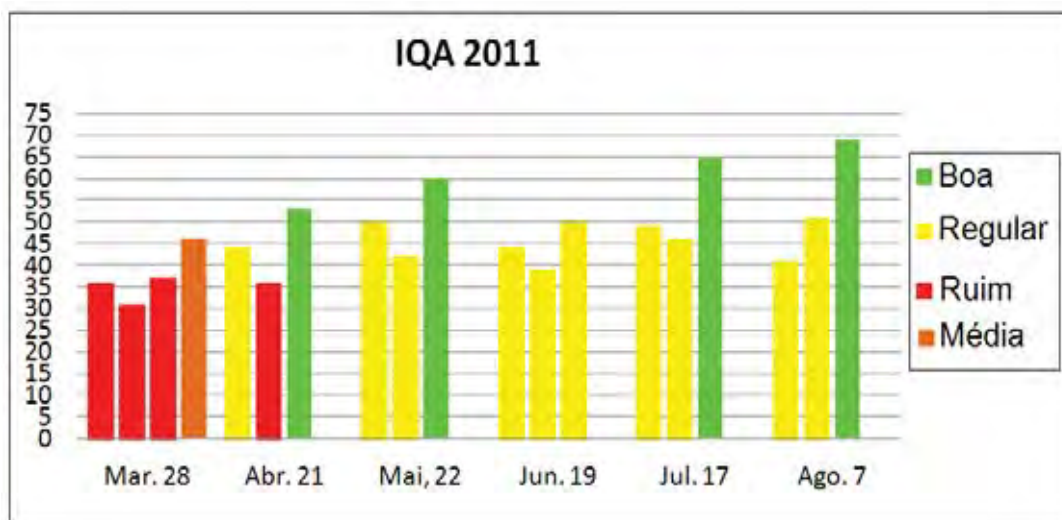
As Figuras 59 e 61 mostram os valores calculados para o ano de 2011, em que se pode observar que, da mesma forma que no ano 2002, os valores mais baixos continuam ocorrendo no Ponto 2, com média de 40,8 na escala do IQA. No Ponto 1, o valor mais baixo foi de 36 e o maior de 50, com média de 44. E no Ponto 3 o valor mais baixo foi de 37 e o maior de 69, com média de 55. A média do índice de qualidade de água, ao final das análises, no ano 2011 ficou em 46,8, valor também considerado regular.

Figura 60 - Representação gráfica dos resultados de IQA do ano de 2002 da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Adaptado de Poletto 2002

Figura 61 - Representação gráfica dos resultados de IQA do ano de 2011 da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

As colunas vermelhas representam os valores da IQA abaixo do limite da CONAMA 357 na faixa de $19 \leq 39$ qualificada como Ruim, (ver Tabela 4). As colunas amarelas são os valores da IQA que representam os valores na faixa de $36 \leq 51$ qualificada como Regular. E as colunas verdes representam os valores da IQA na faixa de $51 \leq 79$ como água Boa. As médias dos anos 2002 e 2011 foram 49,5 e 46,8 respectivamente e qualificadas como Regular. Verifica-se que a poluição no Córrego do Ipê aumentou 5,5% em 9 anos, ou seja 0,61% por ano, como resultado das ações antrópicas que trouxeram modificações, no uso e ocupação de solos.

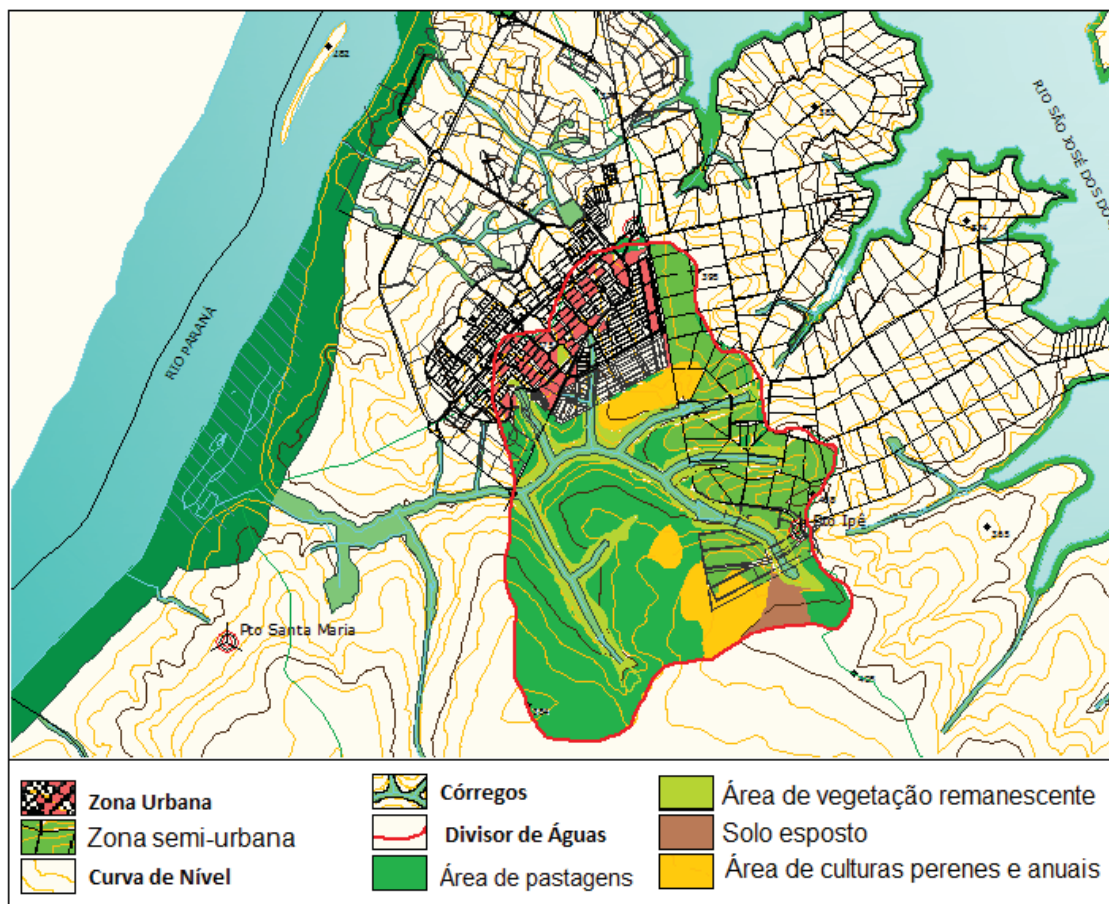
Também pode se observar a redução das colunas verdes de qualidade boa no ano 2002 passando para água regular no ano 2011, cabe ressaltar que no mês de Março foi o mês com os dados mais baixos na IQA.

6.4 Avaliação do Índice de Transformação Antrópica (ITA) na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê.

A proposta de Lèmechev (1982), em quantificar o grau de transformação ambiental, se adaptou de forma satisfatória às técnicas de geoprocessamento e monitoramento ambiental. Esta apresenta muitas vantagens para identificar e também indicar as áreas mais modificadas pelo homem, porém leva em consideração apenas um tipo de variável (uso da terra). Um passo importante no

processo da classificação é a elaboração dos mapas de classes temáticas que foram trabalhadas onde se levantou os dados tomados na zona de estudo, procurando se obter um bom detalhamento, de forma a cumprir os objetivos do trabalho. (Figura 62)

Figura 62 - Uso do solo no ano de 2002



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

No caso da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê, foram considerados os tipos resultantes do uso da terra no ano 2002 e estabeleceu-se o seguinte conjunto de pesos, conforme mostrado na Tabela 16. Os pesos foram obtidos através dos questionários feitos aos moradores da bacia, onde se perguntou qual tem sido a modificação da paisagem natural da zona. Posteriormente se fez uma média de todas as respostas, obtendo um valor para cada uso e ocupação de solos.

E as áreas foram conferidas pelo programa Arcview 3.2. Programa que permitiu recriar em polígonos, cada uso e ocupação do solo, em camadas de

informação geográfica (rios, lagoas, ruas, culturas, floresta, etc.). Para obter sua área, e sua equivalência em porcentagem.

Tabela 16. Pesos dados a cada tipo de uso do solo do ano de 2002

ÁREAS ANTRÓPICAS NÃO AGRÍCOLAS	Áreas Urbanizadas	Uso da Terra	Peso	Área %
		Cidades, Zonas Urbanas, Estradas.	9,1	15,9
ÁREAS ANTRÓPICAS AGRÍCOLAS	Cultura Temporária	Culturas alimentares de subsistência (arroz, feijão, mandioca e milho, hortaliças) Criação de animais para alimentação (pequeno porte e gado bovino + Pecuária bovina extensiva para corte + Vegetação secundária + pesca)	6,2	8
	Cultura Permanente	Café, cana de açúcar em pequena proporção, banana	8,1	7,5
	Pastagem	Pecuária bovina extensiva para corte + Culturas alimentares de subsistência + Vegetação secundária	5,4	64,2
ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATURAL	Floresta	Área sem uso identificado + Vegetação secundária	0,2	2,3
	CORPOS DE AGUA	Captação para abastecimento doméstico (Poço) + Captação para abastecimento agrícola (Irrigação) + Córrego receptor de efluente doméstico + Receptor de efluente agrícola	6,4	2,1
6 usos do solo				

Fonte: Pérez-Ortega (2011)

6.4.1 Aplicação do Índice de Transformação Antrópica (ITA) no ano de 2002

Aplicou-se a fórmula ITA, para conhecer a magnitude no uso da terra, onde os resultados obtidos se encontram na Tabela 17.

Tabela 17. Resultados da ITA para cada tipo de uso do ano de 2002

Número	Usos da terra	Peso	Área %	Resultado ITA
1	Áreas Urbanizadas	9,1	15,9	1,4469
2	Cultura Temporária	6,2	8	0,496
3	Cultura Permanente	8,1	7,5	0,6075
4	Pastagem	5,4	64,2	3,4668
5	Floresta	0,2	2,3	000,46
6	Corpos de água	6,4	2,1	0,1344
			Total	6.6116

Fonte: Pérez-Ortega (2011)

O cálculo do nível de transformação antrópica (ITA), da bacia do Córrego do Ipê no ano de 2002, permitiu classificá-la como **Degradada**, de acordo como grau de antropização.

Para o ano de 2011 na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê estabeleceu-se o seguinte conjunto de pesos, conforme apresentado na Tabela 18.

Tabela 18. Pesos dados a cada tipo de uso do solo do ano de 2011

ÁREAS ANTRÓPICAS NÃO AGRÍCOLAS	Áreas Urbanizadas	Uso da Terra	Peso	Área %
		Cidades, Zonas Urbanas. Estradas.	9,1	16,3
ÁREAS ANTRÓPICAS AGRÍCOLAS	Cultura Temporária	Culturas alimentares de subsistência (arroz, feijão, mandioca e milho, hortaliças) Criação de animais para alimentação (pequeno porte e gado bovino + Pecuária bovina para corte + pouca vegetação secundária + pesca esportiva	6,2	4,3
	Cultura Permanente	cana de açúcar em grandes extensões	8,1	68,6
	Pastagem	Pecuária bovina para corte + Culturas alimentares de subsistência + pouca vegetação secundária	5,4	8,1
ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATURAL	Floresta	Vegetação secundária (mata ciliar quase nula)	0,2	1,3

	Corpos de água	Captação para abastecimento doméstico (Poço) + Captação para abastecimento agrícola (Irrigação) + Córrego receptor de efluente doméstico + Receptor de efluente agrícola	6,4	1,4
	6 usos do solo			

Fonte: Pérez-Ortega (2011)

6.4.2 Aplicação do Índice de Transformação Antrópica (ITA) no ano 2011

Aplicou-se a fórmula ITA, para conhecer a magnitude no uso da terra, onde os resultados obtidos do ano 2011 se encontram na Tabela 19.

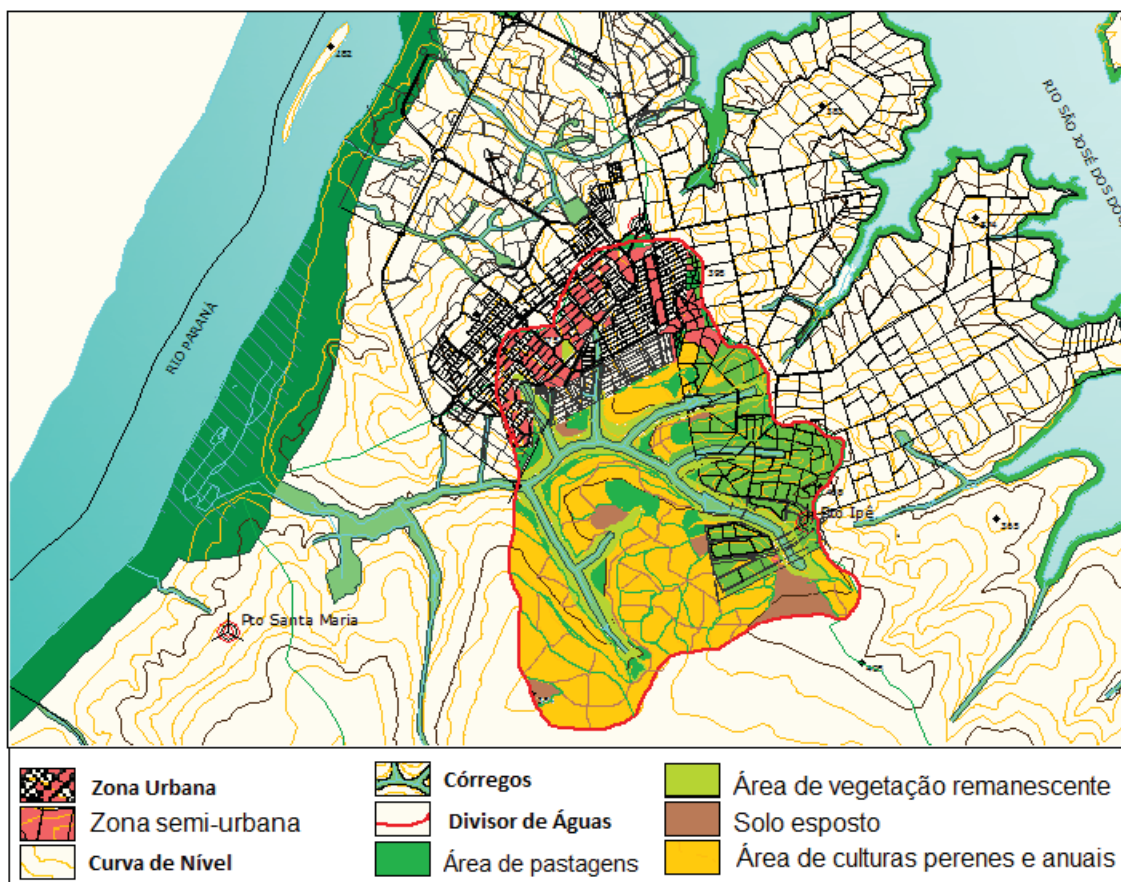
Tabela 19. Resultados do ITA para cada tipo de uso do ano de 2011

Número	Usos da terra	Peso	Área %	Resultado ITA
1	Áreas Urbanizadas	9,1	16,3	1,4833
2	Cultura Temporária	6,2	4,3	0,2666
3	Cultura Permanente	8,1	68,6	5,5566
4	Pastagem	5,4	8,1	0,4374
5	Floresta	0,2	1,3	0,0026
6	Corpos de água	6,4	1,4	0,0896
			Total	8,0935

Fonte: Pérez-Ortega (2011)

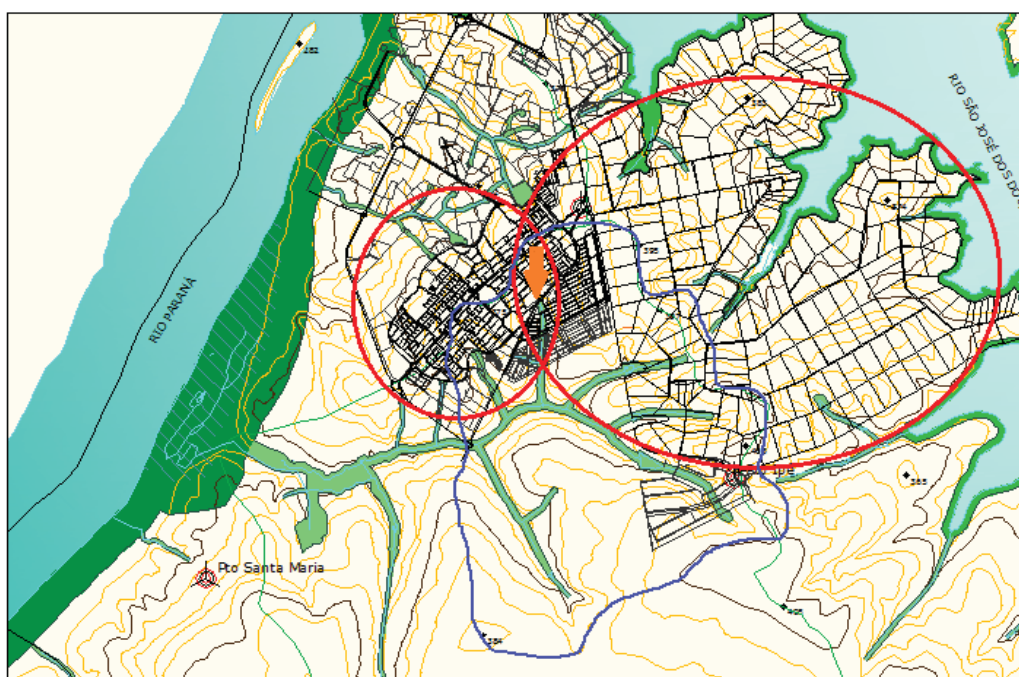
O cálculo do nível de transformação antrópica (ITA) da bacia do Córrego do Ipê no ano 2011, classificou como uma bacia **Muito Degradada** conforme os graus de antropização. Na Figura 63, pode se observar a mudança no uso e ocupação dos solos com relação ao ano de 2002. Na zona rural, a predominância das lavouras tradicionais de milho, feijão e soja começam a perder importância para a de cana-de-açúcar (vindo a ocupar até mesmo áreas atualmente destinadas às pastagens) devido às usinas sucroalcooleiras já instaladas na região e projetos em andamento para futuras instalações.

Figura 63 - Uso do solo no ano de 2011



Fonte : Pérez-Ortega (2011)

Figura 64 - Zonas de maior influência antrópica, Ilha Solteira, 2011.



Fonte: Pérez-Ortega (2011)

7 CONCLUSÕES

Este estudo deixa como conclusões, que o uso da terra tem forte influência sobre a qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê. Essa ocupação antrópica ou ocupação inadequada das terras na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê teve como uma das maiores consequências o desmatamento das matas ciliares, além do crescimento demográfico desordenado, queimadas pelo cultivo da cana de açúcar, erosão, e perda da fauna e da flora.

A agricultura é uma das atividades antrópicas mais impactantes negativamente nos ecossistemas, isto fez que na zona de estudo predominem paisagem de campos cultivados, que foram implantados às expensas dos ecossistemas naturais, reduzindo ao mínimo a floresta, para convertê-las em pastagens para gado e culturas como a cana de açúcar.

A poluição da bacia hidrográfica do Córrego do Ipê manteve-se em alta no transcorrer dos anos, em uma escala temporal e espacial, onde as concentrações de cargas orgânicas, medidas através da DBO, coliformes e os elevados teores de nutrientes, como o fósforo, aumentam devido à crescente população contida na área de entorno da bacia hidrográfica.

Uma das mudanças mais notórias foi no uso e ocupação dos solos, onde antes predominavam os pastos e atualmente existem cultivos de grandes extensões de cana de açúcar, com trabalhos mecanizados onde a perda de solo é maior.

Foi detectada na área de estudo uma diminuição drástica nos teores de OD, o que indica a permanência de poluição por despejos de origem doméstica. Este fato pode ser evidenciado também pela presença de coliformes termotolerantes, cujos teores foram reduzidos em relação ao ano de 2002, porém sendo indicativos da contaminação da água.

Apesar de que a poluição ter aumentado nos anos transcorridos, juntamente com a intensificação das ações antrópicas, o IQA do Córrego do Ipê foi qualificado de acordo com a Resolução CONAMA 357, como Regular.

Uma das maiores conclusões para este trabalho foi tentar entender o valor dos indicadores ambientais, já que possuem sensibilidade para detectar as mudanças ocorridas. Essas mudanças podem chegar a ser específicas e testadas, encontrando a causa de determinados fatores de poluição e sua transformação nos ecossistemas. Sendo assim relacionou-se o IQA e o ITA, com o fim de representar

as modificações no uso e ocupação e solos e as consequências sobre os recursos hídricos, onde através da aplicação destes dois índices se classificou conforme o ITA no ano 2002 como uma bacia **Degradada**, sendo assim no ano de 2011 a bacia passou conforme grau de antropização a **Muito degradada**. E referente ao IQA também observou se a degradação do recurso hídrico pela poluição exercida pela população da bacia através dos anos.

Sendo assim pode se afirmar que os impactos do crescimento urbano aumentaram a poluição ambiental, e fundamentalmente se multiplicou sobre os mananciais, e a qualidade da água da bacia do Córrego do Ipê.

8 RECOMENDAÇÕES

Com base nos dados obtidos e nas informações geradas a partir da análise dos resultados do presente trabalho, as seguintes recomendações foram formuladas com o fim de melhorar as condições da bacia do Córrego do Ipê:

1. Implantar obras de bioengenharia nos locais que contenham voçorocas, para evitar seu aumento e/ou carregamento de sedimentos do solo e outras substâncias para dentro do corpo d'água;
2. Melhoria no uso e conservação do solo através de técnicas de manejo como curvas de nível, para diminuir e evitar erosões, além do carregamento de adubos e nutrientes do solo. Também se propõe a implementação de sistemas agro florestais onde se intercalam num mesmo espaço, culturas perenes, anuais, e animais domésticos para produção, reduzindo assim os níveis de erosão.
3. Levantamento e eliminação dos esgotos clandestinos, tornando-os parte do sistema de esgoto municipal;
4. Preservar os fragmentos de matas ciliares e recuperá-las, onde já foram destruídas, para proteção dos afluentes do Córrego do Ipê.
5. Trabalhos com educação ambiental devem ser reforçados para os agricultores, produtores e habitantes da bacia, com vistas à preservação das matas ciliares e para evitar o lançamento de resíduos químicos (pesticidas, fungicidas, inseticidas) ou de fertilizantes nas águas do Córrego;
6. Incentivar cursos de extensão voltados para a educação ambiental e a aplicação do Código Florestal, nas chácaras da população da bacia.

9 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS, com Aplicação de um índice de qualidade de água (IQA). *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Goiânia, v. 8 n 3, p 81-97. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10.703: degradação do solo: terminologia.**, Brasília, 1989. p. 27 – 43

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS- ANA. **Hidroweb water.** São Paulo:[s.n.], 2002. Disponível em: <WWW.ana.gov.br>. Acesso em: 4 maio 2004.

AGUILAR, R. **Zoneamento geotécnico geral do Distrito Federal: gestão ambiental.** 1996. 417 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia, Universidade São Paulo, São Carlos, 1997.

ALVES, R. F; CARVALHO, G. B. **Experiências de gestão de recursos hídricos.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente / Agência Nacional de Águas, 2001. p. 107 – 127.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standart methods:** for examination of water and wastewater. 20th ed. Washington: APHA/ AWWA, 1998. p. 149 – 211.

ÁNGELES, G.; GIL, V. **Identificación del grado de transformación antrópica y riesgo ambiental en cuencas fluviales serranas. el caso de la cuenca del arroyo el Belisario.** Argentina. Departamento de Ingeniería Civil/ Universidad Tecnológica Nacional de Argentina, 2007. p. 151.

ARMITAGE, P. D.; MOSS, D.; WRIGHT, J. F.; FURSE, M. T. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a ide range of unpolluted running-water sites. **Water Research**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 333-347, 2003.

BARRETO, M. A. C. et al. Caracterização dos principais usos das águas superficiais na área de influência do antigo lixão do roger em João Pessoa. **Jornal Goiânia**, Goiânia, v. 5, n. 8, p. 12, 2009. Disponível em: <www.saneamento>. Acesso em: 16 maio 2011.

BARROS, F. P.; MONTICELLI, J. J. Aspectos legais. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Ed.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE, 1998. cap. 33, p.509-515.

BENETTI, A.; BIDONE, F. **O meio ambiente e os recursos hídricos**: hidrologia, ciências e aplicação. Porto Alegre, 1993. cap. 22, p. 849 – 870.

BEZERRA, J. P. P. **Gestão das águas e planejamento ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antonio, Mirante do Paranapanema - SP**. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Geografia)- Faculdade de Geografia. Universidade Estadual Paulista – UNESP, Presidente Prudente, 2008.

BHOWMIK, N. G.; N. G; SOONG, T. W.; BOGNER, ... **Impact of barge traffic on waves and suspended sediments**: ohio river at river mile 581. Champaign: Illinois Water Survey, 1989. (Report , EMTC/8905, IL W).

BITAR, O. Y; ORTEGA, R. D. Gestão ambiental. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Ed.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE, 1998. cap. 32, p. 499-508.

BITAR, O. Y.; BRAGA, T. O. O meio físico na recuperação de áreas degradadas. In: BITAR, O. Y. (Coord.). **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – ABGE/ Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 1995. cap. 4.2, p.165-179.

BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na RMSP**. 1997. 286 f. Tese (Doutorado)- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

BITAR, O. Y.; FORNASARI FILHO, N; VASCONCELOS, M. M. T. Considerações básicas para a abordagem do meio físico em estudos de impacto ambiental. In: BITAR, O. Y. (Coord.). **O meio físico em estudos de impacto ambiental**. São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 1990. p. 9-13 (Boletim, 5).

BUCH, H. E. R. **Matas ciliares e degradação da paisagem da área limdeira do Médio Iguaçu em relação à educação ambiental**. 2007. 110 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Pós- Graduação em Educação Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

CAMPANA, N. A.; TUCCI, C. E. M. Estimativa de áreas impermeável de macro bacias urbanas. **Revista Brasileira de Engenharia**, Belo Horizonte. v. 12, n. 2 p. 10 dez.1994. Caderno de Recursos Hídricos.

CAMPOS, D. O. **Unidades ambientais, uso da tera e áreas prioritárias á conservação da mata atlântica na bacia hidrográfica do rio Santana, sul da Bahia**. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado)- Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável, Universidade federal de Viscosa – UFV, Viçosa, 2003.

CAUDURO, F. A.; DORFMAN, R. **Manual de ensaios de laboratório e de campo para irrigação & drenagem**. Porto Alegre: Pallotti, 1990. p. 216

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Índice de qualidade das águas– IQA**. São Paulo: Programa de engenharia civil – COPE, 1976. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iap_iqa.asp>. Acesso em: 3 abr. 2011.

CHANG, H. C. **Annals of water conservation in minqin county**. Chan gay: Press of Lanzhou University, 1994. 27 p.

CHEN, H. Change of spring water resources and its influences on environment in the Hexi Corridor. Khanate. **SELECTION OF HYDROGEOLOGY AND ENGINEERING GEOLOGY, BOULDER SYMPOSIUM**. Khanate Geological Press, 1995. p. 230.

Chen, C. Y. The rational area of planted farmland determined by available of water resources in Hexi Corridor of Northwest China. **Resources and Environment in Arid Area**, Chinese, v. 9, n. 3, p. 122–128, 1995.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. p. 123 - 135

COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS-COMITESINOS. **Enquadramento das águas da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos**. São Leopoldo: Impresul, 2000. Disponível em <http://www.unirevista.unisinos.br/_pdf/ART%2006%20MNStrieder%20et%20al.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2011

BRASIL. Ministério Do Meio Ambiente. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005 : dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/conama/res/res05/res35705.pdf> >. Acesso em: 22 jun. 2010

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Legislação sobre recursos hídricos**. São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente, 2010. p. 48

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PARANÁ - CERH. Resolução nº 49 do CERH/PR, de 20 de dezembro de 2006. Secretaria de meio ambiente. p. 48 – 59

CORDEIRO, J. S. **Disposição, tratabilidade e reúso dos lodos de estações de tratamento de água**. 1981. 167 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1981.

COSTA, L. M.; MATOS, A. T. Impactos da erosão do solo em recursos hídricos. In: AMORIM, M. C. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Brasília: ABAS, 1997. p. 102

Cruz, C. B. M.; Argento, M. S. F.; Mayr, L. M. Um modelo de eutrofização para a Baía de Guanabara. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 7., 1995, Brasília. **Geofísica aplicada**. Brasília: Agência Nacional de Águas – ANA, 1995. v.1, p. 544-552.

DIBIESO, E. P. **Planejamento ambiental da bacia do córrego do Cedro – Presidente Prudente – SP**. 2007. 201 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Presidente Prudente, 2007.

DUEÑAS, W. A. M. **Estudio integrado del grado de antropización (INRA) a escala del paisaje: propuesta metodológica y evaluación**. Colômbia: IASCP, 2004. Disponível em: <http://dlc.dlib.indiana.edu/archive/00001436/00/MartinezDuenas_Estudio_040607_Paper266.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2007.

FAN, X. The characteristics of the groundwater resources and the environmental problems caused by development of water resources in the arid area in the northwest of China. **Hydrogeol. and Engng Geol. Beijing. Journal of Beijing Polytechnic University**, Beijing, v. 12, n 2, p. 1-2, 1990

FORNASARI FILHO, N.; BITAR, O. Y. O meio físico em estudos de impacto ambiental- EIAs. In: BITAR, O. Y. (Coord.). **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – ABGE/ Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 1995. p.151-163.

FORNASARI FILHO, N.; BRAGA, T. O.; BATUSUCCI, S. G. G.; MONTANHESI, M O. R. Auditoria e sistema de gerenciamento ambiental (ISO 14000). In: SIMPÓSIO

SUL-AMERICANO, 1,; SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., 1994, Curitiba. **Recuperação de Áreas Degradadas**. Curitiba: Campus de Caçapava do Sul, 1994. p. 25-30.

FRASSON, A. Situação dos recursos naturais em Santa Catarina. In: LEONARD, E. **Manejo alternativo de recursos hídricos**. Florianópolis: SONODA, K. Editora Agropecuária Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 1993. p. 87-98

GEORGE, Z.; KENT, E.; NIKOLAOS; STAMATIS, S.; VASILIONS, T. M. Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology. **Agric. Ecosystem. Environ. Beijing. Hydrological Sciences—Journal—des Sciences Hydrologiques**, Beijing, v. 88, n. 2, . p. 137–146, 2002.

General Directorate of Environmental Pollution Prevention and Control, 2003: “Water Resources and Environmental Management Planning Project for Golbasi Mogan and Eymir Lakes”, Report prepared by Ministry of Environment, General Directorate of Environmental Pollution Prevention and Control, Environmental Reference Laboratory, February, 2003, Ankara.

GERSHON, M.; DUCKSTEIN, L. Multiobjective approaches to river basin planning. **Journal of Water Planning and Management**, Columbia, v. 109, n. 1, p. 13 – 28, 1983.

HADDAD, E. **Influências antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio são miguel, carste do alto São Francisco, Minas Gerais**. 2007. 156 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Programa de pós-graduação em geografia, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, 2007.

HEISKARY, S. A.; WILSON, C. B. **Minnesota lake water quality assessment report**. Minnesota: Pollution Control Agency, 1990. 83 p.

HILSENHOFF, W. L. Rapid field assessment of organic pollution with a family level biotic index. **Journal of the North American Benthological Society**, New England. v. 7, n. 7, p. 65-68. 1988. Disponível em:

<<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>>. Acesso em: 16 Ag. 2010.

ÍNDICE DE PRESSÃO ANTRÓPICA – IPA. **Atualização metodológica**. Brasília: Centro de Desenvolvimento Sustentável- Publicação Universidade de Campinas – Unicamp, 2000b. p. 15.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: Publicação IPT. 1995. 278 p. (Cempre, 2.16)

KRÖKER, R; NUCCI, J. C.; MOLETTA, I. M. O conceito de hemerobia aplicado ao planejamento das paisagens urbanizadas. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ENVIRONMENTAL PLANNING AND MANAGEMENT – ENVIRONMENTAL CHALLENGES OF URBANIZATION, 3., 2005, Brasília. **Anais...** Brasília: [s. n.], 2005. p. 145

LEITE, C. A. G.; FORNASARI FILHO, N.; BITAR, O. Y. Estudos de Impacto Ambiental: algumas reflexões sobre metodologia para o caso da mineração. In: BITAR, O. Y. (Coord.). **O meio físico em estudos de impacto ambiental**. São Paulo, Publicação Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 1990. p. 4-8. (Boletim, 56).

LIMA, W. P.; ZAKIA M. J. B. A bacia hidrográfica como unidade de monitoramento In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 6., 1997, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1997. 253 p.

LIN, C. K.; SHRESTHA, M. K.; YI, Y.; DIANA, J. S. Management to minimize the environmental impacts of pond effluent: harvest draining techniques and effluent quality. **Aquacultural Engineering**, São Paulo, v. 10, n. 25, p. 125-135, 2001.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. 5. ed. São Paulo: Malheiros, 1995. 696 p.

MATOS, R. J. **Planejamento ambiental da bacia do manancial Rio Santo Anastácio: estudo aplicado na sub-bacia do Córrego do Botafogo Presidente Prudente São Paulo**. 2009. 134 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia)- Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2009.

MOREIRA, A. A. **Identificação de conflito no uso da terra em uma microbacia hidrográfica**. 1999. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 1999.

PÁDUA, H. B. Variáveis físicas, químicas e biológicas para caracterização das águas em sistemas abertos. In: PÁDUA, H. **Indicadores ambientais**. Sorocaba: Liber Arte, 1997. p. 89-95.

PATERNIANI, J. E. S. et al. **Caracterização das condições de uso e qualidade dos recursos hídricos no município de Paulínia, Estado de São Paulo**: relatório final para a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP. [S.l.: s.n.], 2001. p. 271.

Perry M. J. Children's agricultural health: traumatic injuries and hazardous inorganic exposures. **J. Rural Health**, New York, v. 9, n. 2, p. 269-78, 2003.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. A Utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. *Gerenciamento dos Recursos Naturais*, Bauru, v. 14, n. 3, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132008000300011>>. Acesso em: 21 nov. 2010.

POLETO, C. **Monitoramento e avaliação da qualidade da água de uma microbacia hidrográfica no município de ilha solteira - s.p.** 2003. 150 f.

Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil na área de recursos hídricos e tecnologias ambientais, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Ilha Solteira, 2003.

PROIN/CAPES; UNESP/IGCE. **Material didático**: arquivos de transparências. Rio Claro: Departamento de Geologia Aplicada, 1999. 46 p.

ROCHA, O.; TUNDISI, J. G. TUNDISI, T. M. Limnologia de águas interiores: impacto, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. In: BRAGA, B.; REBOUÇAS, A. C; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. p. 56 – 75.

RODRIGUES, I. C. **Estudo de certificações de caráter ambiental na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçú**. 2004. 297 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

Sanchez, R. **O transporte de sedimentos em suspensão como parte da análise ambiental da bacia hidrográfica do Rio Mazomba**. 1997. 298 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Engenharia de produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997.

SAWYER, D. **Índice de pressão antrópica**: uma proposta metodológica. Brasília: Ministério da Saúde, 2000. 1997. Mimiografado.

SCHIAVETTI , A; CAMARGO, A F. M. (Ed.). **Conceito de bacias hidrográficas, teoria e aplicação**: conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus: Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, 2002. 289 p.

SILVA, A. **Princípios básicos de hidrologia**. Lavras- MG: Departamento de Engenharia/ Universidade Federal de Lavras - UFLA. 1995. 220 p.

ALLING, A.; ALLEN, J.; NELSON, M.; SILVERSTONE, S; Development and research program for a soil-based bioregenerative agriculture system to feed a four person crew at a Mars base. **Adv. Space Res.**, Houston. v. 31, n. 11, p. 69-75, 2003.

SOUZA, E. R. **Alterações físico-químicas no deflúvio de três sub-bacias hidrográficas decorrentes da atividade agrícola.** 1996. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal / Manejo Ambiental)- Faculdade de Engenharia Florestal. Universidade Federal de Lavras – UFLA,1996

JOSEPHSON, B.; TODD, J. The design of living machines for wastewater treatment. Ecological Engineering. **Ecological Engeneering**, Burlington, v. 6, n. 3, p.109-136, 1996.

VALENTE, O. F. Manejo de bacias hidrográficas. **Revista Ação Ambiental**, Itajubá, v. 1, n. 3, p. 5 - 6, 1998-1999.

YABE, M. J. S. **Determinação de metais pesados em águas superficiais por ICP-AES, objetivando caracterização e recuperação de bacias hidrográficas.** 1995. 203 f. Tese (Doutorado) – Faculdade em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Materiais, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

ZUFFO, A. C. **Seleção e aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento ambiental de recursos hídricos.** 1998. 301 f. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

ANEXOS

ANEXO I

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP) - Câmpus de Ilha Solteira
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PESQUISA: “ Percepção ambiental de produtores rurais e condições ambientais das propriedades agrícolas da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Ipê, Município de Ilha Solteira - S.P.” –
Trabalho: “Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água em uma Microbacia Hidrográfica no Município de Ilha Solteira – SP”

Nº do questionário: _____ Código da UPA: _____ Data do levantamento: _____

1. IDENTIFICAÇÃO

1.1 Nome do produtor: _____

1.2 Endereço: _____

2. DADOS DA FAMÍLIA

2.1. Composição familiar atual

Nome	Parentesco	Idade	Escolaridade	Trabalha nesta área	Trabalha fora	
					integral	parcial
TOTAL						

3. FONTE DE RENDA MONETÁRIA ATUAL DA FAMÍLIA (% DO TOTAL):

Produção agropecuária (bruta)		Arrendamento		Outros rendimentos	
Trabalho não-agrícola		Aluguel		Renda Total:	
Trabalho agrícola p/ terceiros		Aposentadoria/pensão			

4. CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE DE PRODUÇÃO

4.1. Nome: _____ Localização: _____ 4.2. Área total: _____ ha

4.3. USO DO SOLO (área)

Culturas anuais: _____ Culturas perenes: _____ Pastagens: _____

Áreas inexploradas: _____ Outras: _____

5. CRIAÇÕES ANIMAIS:

Discriminação	Quantidade	Produção	Observações

8. São utilizados equipamentos de proteção contra os defensivos agrícolas?

Sim () Não ()

9. Em caso positivo, quais os equipamentos utilizados? _____

10. Já houve casos de contaminação de pessoas por agrotóxicos em sua propriedade?

Sim () Não ()

11. Em caso positivo:

Nome da Pessoa	Cultura / Atividade	Produto	Problema de Saúde

12. Sobre o descarte das embalagens utilizadas com agrotóxicos:

Produto e Embalagem	Onde é descartada	Como é descartada

13. Quanto a reutilização ou reaproveitamento de embalagens de produtos químicos?

Produto e Embalagem	Finalidade da utilização

14. INFRA-ESTRUTURA EXISTENTE

14.1. Benfeitorias

14.1.1. Atualmente					
Discriminação	N°	Discriminação	N°	Discriminação	N°
Casas de moradia		Estábulo		Silo p/ silagem	
Barracão/galpão		Depósito/tulha		Poço semi-artesiano	
Curral		Paiol			

14.2. Máquinas e equipamentos

Discriminação		Discriminação	n°	Discriminação	
Trator		Pulverizador tratorizado		Colhedeira	
Grade aradora		Pulverizador costal		Triturador	
Grade niveladora		Ensiladeira		Carroça/carrinho	
Carreta		Semeadeira tração animal		Camioneta/utilitário	
Roçadeira		Semeadeira tr. mecânica			

15. Localização do Banheiro: dentro da casa () fora da casa ()

16. Que fontes de água existem na propriedade?

Rio () _____ Córrego () _____

Nascente(s) () _____ Represa /Açude/Lago () _____

Poço () _____ Outras () _____

17. A água usada para abastecimento é tratada? _____

18. Onde é lançado o esgoto? Existe algum contato dele com o lençol freático? _____

19. Existindo mananciais /cursos d'água, relatar presença e condições de matas ciliares:

Tipo* e denominação do manancial ou curso d'água	Existência ou não de mata ciliar	Características / condições da mata ciliar	Problemas de contaminação identificar produtos/ agentes de contaminação

* rio, córrego, nascente, riacho, várzea, lago, etc.

20. SOBRE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO:

Fonte	Finalidade	Impactos ambientais provocados

21. SOBRE O LIXO:

21.1 O que é lixo para você, nesta propriedade: _____

21.2. Sobre o lixo doméstico:

Tipo de Lixo	Destino	Observação
Orgânico		
Papel		
Vidro		
Lata		
Plástico		

22. SOBRE O USO E CONSERVAÇÃO DO SOLO:

Problema	Causas	Medidas de controle	Observação
Erosão			
Voçorocas			
Assoreamento			

23. Que importância você atribui a conservação de cada um dos itens da tabela abaixo:

Água	Terra ou Solo	Matas Ciliares
Florestas / Bosques /Matas	Animais Silvestres	Outros: pássaros, peixes, ...

24. ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Entidade prestadora	Recebe atualmente	Fins: controle de erosão; queimada; qualidade da água, descarte de embalagens, etc.	Observações
Casa da Agricultura			
Cooperativa/Associação			
Agroindústria			
Particular			
Outra			

25. FORMAS DE ORGANIZAÇÃO

25.1 Participa de: () cooperativas () sindicatos () associações

() outros grupos/entidades? Qual? _____

25.2 Ocupa cargos atualmente: () não () sim, qual? _____

25.3 Já participou ou ocupou cargos antes? () não () sim, qual? _____

26. PROBLEMAS E PERSPECTIVAS

Quais os principais problemas enfrentados atualmente? _____

HISTÓRICO DA ÁREA

ENTREVISTADOR:

ENTREVISTADO:
