

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA – UNIARA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO
REGIONAL E MEIO AMBIENTE

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E DA VIABILIDADE TÉCNICA, LEGAL E ECONÔMICA DA APLICAÇÃO DA RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 PARA A SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS CRUZES (ARARAQUARA-SP)

MAURÍCIO FERREIRA DE MACEDO

Dissertação apresentada ao Centro Universitário de Araraquara, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

ARARAQUARA - SP
2007

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA – UNIARA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO
REGIONAL E MEIO AMBIENTE

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E DA VIABILIDADE TÉCNICA, LEGAL E ECONÔMICA DA APLICAÇÃO DA RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 PARA A SUB-BACIA DO RIBEIRÃO DAS CRUZES (ARARAQUARA-SP)

MAURÍCIO FERREIRA DE MACEDO

Orientador: Prof. Dr. Denilson Teixeira

Dissertação apresentada ao Centro Universitário de Araraquara, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

ARARAQUARA - SP
2007

FICHA CATALOGRÁFICA

M122a Macedo, Maurício Ferreira de

Avaliação do sistema de monitoramento de recursos hídricos e da viabilidade técnica, legal e econômica da aplicação da resolução CONAMA 357/2005 para a sub-bacia do ribeirão das Cruzes (Araraquara-SP). / Maurício Ferreira de Macedo. Araraquara, Centro Universitário de Araraquara, 2007. 96 p.

Dissertação de Mestrado – Trabalho apresentado ao Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA.

Dinâmica Regional e Alternativas de Sustentabilidade

Orientador: Teixeira, Denilson

1. Monitoramento. 2. Legislação ambiental. 3. Planejamento dos recursos hídricos. 4. Gestão dos recursos hídricos. 5. CONAMA 357/2005.

CDU – 504.03



Centro Universitário de Araraquara

Rua Voluntários da Pátria, 1309 - Centro - Araraquara - SP
CEP 14801-320 - Caixa Postal 68 - Fone/Fax: (16) 3301.7100

www.uniara.com.br

BANCA DE DEFESA

Prof. Dr. Wellington Cyro de Almeida Leite
UNESP - Guaratinguetá

Prof. Dr. Leonardo Rios
UNIARA - Araraquara

Prof. Dr. Denilson Teixeira
UNIARA - Araraquara

DEDICATÓRIA

A Deus, por nos deixar a essência do seu amor
e oportunidade de mais um aprendizado.

A minha esposa Sônia que esteve sempre ao
meu lado.

AGRADECIMENTO

Nestes mais de dois anos de muito trabalho, gostaria de agradecer a todos que de maneira direta ou indiretamente, tenham contribuído para a sua realização, e de maneira especial ao Prof. Denílson Teixeira, pela amizade, confiança e ensinamentos.

Aos meus pais que de maneira sábia souberam me orientar para ser hoje um homem de bem.

A minha esposa e filhos que de forma incondicional superaram minha ausência e me apoiaram nos momentos mais difíceis.

Ao Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Araraquara na pessoa do Dr. Wellington Cyro de Almeida Leite, pelo fornecimento das informações referentes ao banco de dados históricos da qualidade da água no ribeirão das Cruzes.

Ao Prof. Dr. Leonardo Rios pelo apoio e pelas valiosas sugestões que auxiliaram no enriquecimento do trabalho.

RESUMO

Nas últimas décadas, uma parte importante dos esforços na direção da gestão dos recursos hídricos tem incidido sobre o conjunto de condicionamentos que envolvem e circunscrevem os usos e as funções da água e os processos de decisão a eles relacionados. Neste contexto, torna-se cada vez mais importante a adoção de bacias hidrográficas como unidade de planejamento, uma vez que todo tipo de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica irá interferir nos aspectos qualitativos e quantitativos dos recursos hídricos e determinar conforme sua intensidade o grau do impacto no sistema. Diante disso, faz-se necessário um programa de monitoramento de recursos hídricos, que forneça subsídios para avaliar as condições qualitativas e quantitativas do manancial e propiciar informações para tomada de decisões. Assim, neste trabalho foi realizada uma avaliação do sistema de monitoramento da sub-bacia do ribeirão das Cruzes e da viabilidade técnica, legal e econômica da aplicação da resolução CONAMA 357/2005, com base em análise de dados históricos e de amostragens realizadas em 13 estações nos períodos seco e chuvoso. Os resultados apontaram os parâmetros que apresentam concentrações significativas nas diversas estações de amostragem da sub-bacia, onde houve uma heterogeneidade entre as estações amostradas, ressaltando a estação 3 com baixa influência antrópica e as estações 5 com influência direta do perímetro urbano e as estações 8 e 9 onde encontram-se a montante e jusante da Estação de Tratamento de Esgoto de Araraquara. Além disso, foram verificadas a frequência de amostragem e a localização das estações de coleta de amostras. Com isso, foi possível propor um plano de monitoramento mais eficaz e economicamente viável com base nos parâmetros da resolução CONAMA 357/2005, através da redução do número de estações de amostragem de 13 para 10 estações, onde foram descartadas as estações que apresentavam resultados redundantes e menos significativos. Também foram reduzidos os números de parâmetros analisados de 97, presentes na legislação, para apenas 27, o que gerou uma redução nos custos de aproximadamente 88%. A utilização de um plano adequado de monitoramento baseado em dados históricos, considerando a legislação vigente pode-se ter um gerenciamento integrado de recursos hídricos adequado a esta importante bacia hidrográfica para a cidade de Araraquara.

Palavras – chave: 1. monitoramento; 2. legislação ambiental; 3. planejamento de recursos hídricos; 4. gestão de recursos hídricos; 5. CONAMA 357/2005.

ABSTRACT

In the end of the decade of 90 and principles of the new century, one has left important of the efforts in the direction of the management of the hydric resources has initiated on the set of ambient conditionings, economic-social and institutional that involves and circumscribes the uses and the functions of the water and the processes of decision related they. In This contest, each more important time becomes the adoption of hydrographical basins as unit of planning, a time that all type of use and occupation of the ground in the hydrographic basin will go to intervene with the qualitative and quantitative aspects of the hydric resources and to determine as its intensity the degree of the impact in the system. Before this, necessary becomes a program of monitoring of hydric resources, that it supplies subsidies to evaluate the qualitative and quantitative conditions of the source and to propitiate information the taking of decisions. Thus, in this work an evaluation of the system of monitoring of the sub-basin of the Brook of Crosses and the viability was carried through technique, legal and economic of the application of resolution 357/2005, on the basis of analysis of historical data and samplings carried through in 13 stations in the periods dry and rainy. The results had pointed the parameters that present significant concentrations in the diverse stations of sampling of the sub-basin. Moreover, the frequency of sampling and the localization of the stations of collection of samples had been verified. With this, it was possible to consider a plan of more efficient and economically viable monitoring on the basis of the parameters of resolution CONAMA 357/2005, by reduction of the number of station of sampling of 13 for 10 stations, where the stations had been discarded that presented resulted redundant and less significant. Also the numbers of analyzed parameters of 97 had been reduced, gifts in the legislation, for only 30, what it approximately generated a reduction in the costs of 88%. The use of a plan adequate tracking based on historical data, considering the existing legislation could be having an integrated management of water resources adequate to this important watershed for the city of Araraquara.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Estrutura organizacional da Agência Nacional das Águas	23
FIGURA 2 – Localização do município de Araraquara no mapa estadual e federal .	24
FIGURA 3 – Localização das estações fixas de coleta	28
FIGURA 4 – Representação gráfica das distâncias, em km, das estações de coleta .	29
FIGURA 5 – Diagrama unifilar da sub-bacia do ribeirão das Cruzes	30
FIGURA 6 – Caracterização e localização da estação 1 no córrego Paiol	31
FIGURA 7 – Caracterização e localização da estação 2 no ribeirão das Cruzes . . .	32
FIGURA 8 – Caracterização e localização da estação 3 no ribeirão das Cruzes . . .	32
FIGURA 9 – Caracterização e localização da estação 4 no ribeirão das Cruzes . . .	33
FIGURA 10 – Caracterização e localização da estação 5 no ribeirão das Cruzes . . .	33
FIGURA 11 – Caracterização e localização da estação 6 no córrego Paiol	34
FIGURA 12 – Caracterização e localização da estação 7 no córrego Paiol	34
FIGURA 13 – Caracterização e localização da estação 8 no ribeirão das Cruzes . . .	35
FIGURA 14 – Caracterização e localização da estação 9 no ribeirão das Cruzes . . .	35
FIGURA 15 – Caracterização e localização da estação 10 no córrego Lageado . . .	36
FIGURA 16 – Caracterização e localização da estação 11 no ribeirão das Cruzes . .	36
FIGURA 17 – Caracterização e localização da estação 12 no rio Jacaré – Guaçú . .	37
FIGURA 18 – Caracterização e localização da estação 13 no rio Jacaré – Guaçú . .	37
FIGURA 19 – Dados pluviométricos relativos ao período de 2002 a 2005	55
FIGURA 20 – Dendograma de similaridade temporal entre as estações de coleta em função da variação espacial dos valores médios para o período de 2002 a 2005 . . .	56
FIGURA 21 – Mapa de similaridade espaço – temporal entre as estações (2002 a 2005)	58
FIGURA 22 – Médias das concentrações de DBO no decorrer do período	61
FIGURA 23 – Médias das concentrações de DQO no decorrer do período	62

FIGURA 24 – Médias das concentrações de nitrito no decorrer do período	63
FIGURA 25 – Médias das concentrações de nitrato no decorrer do período	64
FIGURA 26 – Médias das concentrações de amônia no decorrer do período	65
FIGURA 27 – Médias das concentrações de oxigênio dissolvido no decorrer do período	66
FIGURA 28 – Médias das concentrações de NMP de coliformes totais no decorrer do período	67
FIGURA 29 – Médias das concentrações de NMP de coliformes fecais no decorrer do período	67
FIGURA 30 – Classificação das estações	73

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Resultados do índice de qualidade da água bruta no rio Jacaré – Guaçú para o ano de 2005	16
TABELA 2 – Resultados de qualidade da água para a proteção da vida aquática no rio Jacaré – Guaçú para o ano de 2006	16
TABELA 3 – Variação espaço temporal de DQO – Demanda Química de Oxigênio (mg/L) nas estações de coleta	43
TABELA 4 – Variação espaço temporal de DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L) nas estações de coleta	44
TABELA 5 – Variação espaço temporal do Nitrito (mg/L) nas estações de coleta .	45
TABELA 6 – Variação espaço temporal do Nitrato (mg/L) nas estações de coleta .	46
TABELA 7 – Variação espaço temporal da Amônia (mg/L) nas estações de coleta	47
TABELA 8 – Variação espaço temporal de Oxigênio Dissolvido (mg/L) nas estações de coleta	48
TABELA 9 – Variação espaço temporal da Turbidez (UNT) nas estações de coleta	49
TABELA 10 – Variação espaço temporal da Cor (mgPt/L) nas estações de coleta .	51
TABELA 11 – Variação espaço temporal da concentração de pH – Hidrogeniônica (íons H ⁺) nas estações de coleta	52
TABELA 12 – Variação espaço temporal de Coliformes Totais (NMP/100 mL) nas estações de coleta (Valores x 10 ⁴)	53
TABELA 13 – Variação espaço temporal de coliformes fecais (NMP/100 mL) nas estações de coleta (Valores x 10 ⁴)	54
TABELA 14 – Parâmetros que foram detectados conforme limite do método . . .	59
TABELA 15 – Tabela de similaridade entre os meses do período	68
TABELA 16 – Tabela de similaridade entre as estações de amostragem no ribeirão da Cruzes	69
TABELA 17 – Tabela de similaridade entre as estações de amostragem do córrego	

Paiol e rio Jacaré – Guaçú	70
TABELA 18 – Classificação das estações de amostragem no período seco	74
TABELA 19 – Classificação das estações de amostragem no período chuvoso	75
TABELA 20 – Valor economizado com a redução dos parâmetros	77
TABELA 21 – Valor economizado com a redução de estações	77

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Tipos de fontes de poluição e respectivas definições	10
QUADRO 2 – Localização das estações de monitoramento de qualidade da água da CETESB na área de estudo	15
QUADRO 3 – Variáveis analisadas e respectivos métodos analíticos	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. HIPÓTESE	05
2.1. Hipótese 1	05
2.2. Hipótese 2	05
3. OBJETIVOS	06
3.1. Geral	06
3.2. Específico	06
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	07
4.1. Qualidade da água	07
4.2. Fatores de degradação dos recursos hídricos	09
4.3. Monitoramento dos recursos hídricos	12
4.3.1. Sistema nacional de informações em recursos hídricos	13
4.4. Legislação ambiental	17
4.4.1. Aspectos históricos da política nacional dos recursos hídricos	18
5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	24
5.1. Localização	24
5.2. Clima	25
5.3. Geologia	25
5.4. Pedologia	26
5.5. Uso e ocupação do solo	26
5.6. Uso das águas	27
6. MATERIAIS E MÉTODOS	28
6.1. Localização e caracterização das estações de amostragem	31
6.2. Coleta e análise das amostras de água	38
6.3. Análise numérica dos dados	40
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
7.1. Análise dos dados históricos	42

7.2. Viabilidade técnica	56
7.2.1. Análise da qualidade hídrica da sub-bacia	56
7.2.2. Parâmetros	58
7.2.3. Frequência de amostragem	60
7.2.4. Análise das estações de amostragem	69
7.3. Viabilidade legal	71
7.4. Análise econômica do projeto de monitoramento	76
7.5. Proposta de monitoramento	77
8. CONCLUSÃO	80
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ANEXO A – Orçamento para análise das variáveis da resolução CONAMA 357/2005	88

1. INTRODUÇÃO

No final da década de 90 e princípios do novo século, uma parte importante dos esforços na direção da gestão dos recursos hídricos tem incidido sobre o conjunto de condicionamentos ambientais, econômico-sociais e institucionais que envolvem e circunscrevem os usos e as funções da água e os processos de decisão a eles relacionados (COSTA, 2003).

Assim, o planejamento e gestão dos recursos hídricos levantam, necessariamente, problemas de natureza intersetorial e multidisciplinar, pois, tratando-se a água de um recurso partilhado pelos mais diversos setores de atividades, não pode deixar de estar sujeita a um regime complexo de utilização e jurisdição que tem evoluído ao longo do tempo. Destaca-se a importância da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, uma vez que todo tipo de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica irá interferir nos aspectos qualitativos e quantitativos dos recursos hídricos e determinar conforme sua intensidade o grau do impacto no sistema.

Existem diversas definições para o conceito de bacia hidrográfica apresentadas por diferentes autores. Segundo Viessman *et. al.* (1972), a bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água tal que toda vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída.

Tucci (2002) define bacia hidrográfica como uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único no exutório.

Ainda, as bacias de drenagem podem ser desmembradas em um número qualquer de sub-bacias, dependendo do ponto de saída considerado ao longo de seu eixo-tronco ou canal coletor (Silva *et al.*, 2003), sendo que, segundo o conceito de microbacias sobrepostas, a eficácia do manejo da qualidade da água será maior à medida que enfocarmos as bacias de escalas menores (microbacias) para as maiores (CALIJURI, 2000).

Diante disso, faz-se necessário um programa de monitoramento de recursos hídricos, que forneça subsídios para avaliar as condições qualitativas e quantitativas do manancial e propiciar informações para a tomada de decisões.

Cabe destacar que existem várias teorias ecológicas aplicadas a estrutura e funcionamento dos sistemas lóticos, dentre elas podemos citar a teoria do rio contínuo de Vannote *et al.* (1980) e o conceito de pulsos de inundação de Junk *et al.* (1981). Porém, a teoria de Ward (1989), onde os sistemas lóticos são descritos como tetradimensionais, isto é, possuem componentes laterais, verticais e longitudinais que se modificam ao longo do tempo, juntamente com a teoria de Boon (1992), que incorporou a dimensão conceitual humana como sendo uma variável de controle no sistema rio a qual explica melhor a variação físico-química e ambiental para os sistemas regionais, são concepções teóricas mais adequadas a sub-bacia a estudada (BARBOSA e ESPÍDOLA, 2003).

Independente da abordagem teórica adotada o estudo de recursos hídricos demanda o levantamento de informações referentes à qualidade e quantidade desse recurso. Esse levantamento deve levar em consideração a questão espacial e temporal sendo realizado através de um monitoramento.

Segundo Petts *apud* Soares (2003), monitoramento é em essência a coleta de dados com o propósito de obter informações sobre uma característica e/ou comportamento de uma variável ambiental. Para esta finalidade, o monitoramento consiste de um programa de repetidas observações, medidas e registros de variáveis ambientais e parâmetros operacionais em um período de tempo para um propósito definido.

No Brasil a responsabilidade pela coleta de dados é de entidades federais e estaduais com atribuições que envolvem territórios muito extensos. Com isso, as bacias de pequeno porte, que são fundamentais no gerenciamento dos recursos hídricos, não são monitoradas, induzindo a conflitos (TUCCI *et. al.*, 2003). Além disso, a escassez de recursos, falta de organização de bancos de dados, desconhecimento da legislação, projetos de rede de monitoramento inadequados e os altos custos de coleta e análise dos dados tem contribuído de forma decisiva para a ausência ou mau funcionamento desta prática.

Conforme relata Coimbra (1991), o monitoramento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos se constitui num poderoso instrumento, que possibilita a avaliação da oferta hídrica, base para decisões do aproveitamento múltiplo e integrado da água, bem como para a minimização de impactos ao meio ambiente.

Assim, o levantamento de dados e informações referentes a qualidade de água por meio de monitoramento é o principal instrumento para os programas de gestão integrada de recursos hídricos, aliado aos princípios legais e econômicos. O estabelecimento de instrumentos normativos e econômicos objetivam o uso racionalizado dos recursos hídricos e

a captação de recursos financeiros para implementação de projetos no âmbito das bacias hidrográficas.

Existe uma série de regras ou disposições legais apresentados nos formatos de Leis, Decretos, Medidas Provisórias e Resoluções que estabelecem os princípios jurídicos básicos para discussão da qualidade da água e a sustentabilidade dos sistemas hídricos.

A primeira legislação a ser utilizada como subsídio para aplicação do enquadramento de corpos d'água foi a Resolução CONAMA 20, criada em 1986 a partir de um aperfeiçoamento da Portaria 13, de 15 de janeiro de 1976, do Ministério das Relações Exteriores, que fixou pela primeira vez, padrões específicos de qualidade das águas para fins de balneabilidade ou recreação de contato primário (PEREIRA, 1998).

Contudo, a CONAMA 20/86 apresentava diversas incongruências com relação aos padrões de qualidade, sendo alguns considerados muito restritivos frente à capacidade tecnológica existente para controle da poluição e outros muito permissivos frente a qualidade ambiental requerida, o que culminou na revogação da resolução CONAMA 20/86, sendo esta substituída pela CONAMA 357 em 17 de março de 2005 (PIZZELA, 2006).

A complexidade da gestão de recursos hídricos relaciona-se a integração de processos políticos, sócio-econômicos e técnico-científicos. O processo político depende das interações União, Estado e Municípios e dos órgãos ou instituições que possuem a responsabilidade de cuidar para que a legislação seja cumprida como: IBAMA, CETESB, DEPRN, etc. O segundo ponto refere-se a grande carência de dados e informações em todos os níveis sociais, gerando um processo de enfraquecimento da participação comunitária. Em muitos casos dificilmente a sociedade tem condições de atribuir determinado valor aos recursos naturais, ou de mobilizar-se por uma política adequada de desenvolvimento, equidade social e equilíbrio ecológico. O terceiro ponto refere-se aos aspectos técnico-científicos, o que significa um aprofundamento das bases científicas e integração de conhecimentos em uma abordagem regional (TEIXEIRA, 2000).

A gestão integrada de recursos hídricos é um processo que promove o desenvolvimento e a gerenciamento coordenado da água, terra e recursos relacionados, a fim maximizar o bem estar econômico e social, sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas vitais (COSTA, 2004).

Dentro deste contexto, torna-se de grande importância realizar um estudo da crescente degradação sobre os recursos hídricos por meio da caracterização da qualidade das águas da sub-bacia hidrográfica do ribeirão das Cruzes. É deste manancial 30% de toda água captada e servida a população de Araraquara (SP). Assim, o presente projeto pretende contribuir com

informações e propostas para que os gestores municipais desenvolvam planos para a recuperação e a preservação da sub-bacia, contribuindo para a gestão integrada dos recursos hídricos no âmbito local e regional.

O objetivo principal do projeto é avaliar o sistema de monitoramento da sub-bacia do ribeirão das Cruzes e a viabilidade prática, técnica e econômica da aplicação da resolução CONAMA 357/2005 e desta forma, propor um plano de amostragem temporal e espacial e parâmetros necessários para o monitoramento da sub-bacia do ribeirão das Cruzes.

Desta forma, os problemas relacionados com os recursos hídricos normalmente requerem uma ampla combinação de soluções, o que pode implicar na mudança de políticas públicas e o estabelecimento de novos tipos de gestão. A base dessas mudanças está fundamentada principalmente nos seguintes pontos: organização de dados e informações, um sistema de monitoramento e indicadores ambientais e capacitação técnica das instituições.

2. HIPÓTESES

2.1. Hipótese 1

O monitoramento de recursos hídricos no âmbito municipal tem gerado dados e informações que tem atendido muito pouco aos objetivos de subsidiar a gestão de recursos hídricos.

2.2. Hipótese 2

Aspectos práticos, técnicos e legais influenciam de forma significativa a implementação e manutenção de programas de monitoramento.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Avaliar o sistema de monitoramento da sub-bacia do ribeirão das Cruzes e a viabilidade técnica, legal e econômica da aplicação da resolução CONAMA 357/2005.

3.2. Específico

Avaliar a qualidade da água por meio de uma série histórica de dados (2002 à 2005) da sub-bacia hidrográfica do ribeirão das Cruzes.

Analisar a viabilidade técnica, legal e econômica da aplicação da resolução CONAMA 357/2005 na sub-bacia hidrográfica do ribeirão das Cruzes.

Propor um plano de amostragem temporal, espacial e parâmetros necessários para o monitoramento racional e efetivo da sub-bacia do ribeirão das Cruzes.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Qualidade da água

A base conceitual associada à gestão de recursos hídricos perpassa questões que vão do entendimento da qualidade da água e seus fatores de degradação, até os procedimentos de monitoramento e a organização de dados em um sistema de informações de recursos hídricos.

Esses conceitos estão apresentados a seguir de forma a colaborar no entendimento e importância da manutenção de séries históricas de dados sobre a qualidade de recursos hídricos. Importância esta, associada a aproximação da realidade do estado de “saúde” do sistema monitorado com os tomadores de decisão e a sociedade civil organizada.

Devido a suas propriedades de solvente e à sua capacidade de transportar partículas, a água incorpora diversas substâncias, as quais definem a sua qualidade (SPERLING, 1996).

Os diversos componentes presentes na água, que alteram suas características naturais, podem ser retratados em termos de concentrações e variações de parâmetros físico, químicos e biológicos.

Os principais parâmetros utilizados para caracterizar fisicamente as águas naturais são a cor, a turbidez, as concentrações de sólidos, em suas diversas frações, a temperatura, o sabor e o odor. Embora sejam parâmetros físicos, fornecem indicações preliminares importantes para a caracterização da qualidade química da água, como, por exemplo, as concentrações de sólidos dissolvidos (associados a cor), os sólidos orgânicos (voláteis) e os sólidos minerais (não voláteis) e os compostos que produzem odor (PIVELLI, 2006).

Segundo Pivelli (2006), as suas aplicações nos estudos e fenômenos que ocorrem nos ecossistemas aquáticos e de caracterização e controle de qualidade de água para abastecimento público e residuárias, tornam as características físicas indispensáveis à maioria dos trabalhos envolvendo qualidade de água.

Entre as características químicas mais importantes destacamos o fato da água ser um ótimo solvente conforme comentado. Isso significa que a água é capaz de dissolver um grande número de substâncias orgânicas ou inorgânicas nos estados sólidos, líquidos ou gasosos. Algumas das substâncias dissolvidas nas águas naturais são essenciais para a sobrevivência dos organismos aquáticos.

Por exemplo, os sais de fósforo e de nitrogênio são fatores limitantes para o crescimento de organismos no ambiente aquático, de modo que um aumento excessivo na

concentração desses nutrientes pode gerar uma proliferação exagerada de algas, ocorrendo o fenômeno denominado eutrofização (BRAGA *et al.*, 2002).

Vários organismos podem ser utilizados como bioindicadores, ou seja, detectores de distúrbios ambientais. Entre estes estão os macro invertebrados bentônicos (organismos que ficam retidos em redes de 200 a 500 μm , incluindo larvas de insetos, moluscos, oligoquetos, hirudíneos e crustáceos), que são considerados organismos bioindicadores porque se tornam numericamente dominantes sob um conjunto específico de condições ambientais (MANDAVILLE, 2000 *apud* DORNFELD *et al.*, 2005).

Os macro invertebrados bentônicos têm sido amplamente utilizados para auxiliar avaliações sobre impactos em ambientes aquáticos, pois apresentam características que permitem sucesso no biomonitoramento, tais como: abundância em todos os sistemas aquáticos, capacidade de locomoção limitada ou nula; ciclo de vida longo, possibilitando assim a explicação de padrões temporais de alterações causadas por perturbações; ampla tolerância a vários graus e tipos de poluição e funcionam como integradores das condições ambientais, isto é, estão presentes antes e após eventos impactantes (DORNFELD, *et al.*, 2005).

Entre os organismos que se encontram na água, destacam-se também as algas e os microorganismos patogênicos. Estes últimos, devido a grande variedade de espécies existentes, têm sua identificação dificultada, portanto, sua possível ameaça é mostrada através da presença de material fecal, sendo que as bactérias utilizadas como indicadora deste tipo de poluição são os coliformes fecais ou termotolerantes.

Mota (1995) demonstra que a escolha dos coliformes como indicadores da presença potencial de patogênicos de origem fecal na água justifica-se pelas seguintes razões:

- Existem em grande número, na matéria fecal e não em qualquer outro tipo de matéria orgânica poluente;
- Algumas bactérias pertencentes ao grupo não se reproduzem na água ou no solo, mas exclusivamente no interior do intestino; portanto, só são encontradas na água se for introduzida matéria fecal e seu número é proporcional a concentração desta matéria;
- Apresentam um grau de resistência ao meio comparável ao que é apresentado pelos principais patogênicos intestinais que podem ser veiculados pela água; dessa

forma, reduz-se muito a possibilidade de existir patogênicos fecais quando não se encontram coliformes na água;

- Sua caracterização e quantificação são feitos por métodos relativamente simples.

Os organismos aquáticos podem pertencer a um dos seguintes grupos: vírus, bactérias, fungos, algas, macrófitas, protozoários, rotíferos, crustáceos, insetos aquáticos, vermes, moluscos, peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

4.2. Fatores de degradação dos recursos hídricos

A lei federal 6.938 de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, define no seu artigo 3º o que é poluição:

Poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Em sua origem, o vocábulo poluição está associado ao ato de manchar ou sujar, o que demonstra a conotação estética dada à poluição quando esta passou a ser percebida. Entretanto, a alteração da qualidade da água não está necessariamente ligada somente a aspectos estéticos, já que a água de aparência satisfatória para um determinado uso pode conter microorganismos patogênicos e substâncias tóxicas para determinadas espécies (BRAGA *et al*, 2002).

Segundo o mesmo autor é importante distinguir a diferença entre os conceitos de poluição e contaminação, já que ambos são às vezes utilizados como sinônimos. A contaminação refere-se à transmissão de substância ou microorganismos nocivos à saúde pela água. A ocorrência de contaminação não implica necessariamente um desequilíbrio ecológico. Assim, a presença na água de organismos patogênicos prejudiciais ao homem não significa que o meio ambiente aquático esteja ecologicamente desequilibrado. De maneira análoga, a ocorrência de poluição não implica necessariamente riscos a saúde de todos os organismos que fazem uso dos recursos hídricos afetados. Por exemplo, a introdução de calor excessivo

nos corpos de água pode causar profundas alterações ecológicas no meio sem que isso signifique necessariamente restrições ao seu consumo pelo homem.

O aumento nas taxas de urbanização e industrialização vêm intensificando a exploração dos recursos hídricos, diminuindo vazões e causando contaminação e poluição de suas águas.

Segundo Tundisi (2003), o despejo de águas residuárias de uso doméstico, não tratados, é uma das principais causas de deterioração dos recursos hídricos em águas interiores e nas águas costeiras.

De acordo com Barros *et al* (1995) as formas de poluição de água são variadas, de origem natural ou como resultado das atividades humanas, na qual esta tem maior influência nos dias atuais pelo crescente processo de industrialização e urbanização, conforme comentado, ocorridos principalmente em grandes centros.

Basicamente, segundo Derísio (2000), existem quatro tipos de fontes poluição, a poluição natural, a poluição industrial, a poluição urbana e a poluição agropastoril. No QUADRO 1 pode-se observar os tipos de poluição citados e suas respectivas definições.

QUADRO 1 – Tipos de fontes de poluição e respectivas definições.

Tipo de Fonte de Poluição	Definição
Poluição Natural	Trata-se de um tipo de poluição não associada à atividade humana, como por exemplo, chuvas e escoamento superficial, salinização e decomposição de vegetais e animais mortos.
Poluição Industrial	Constituí-se de resíduos líquidos e sólidos gerados nos processos industriais de uma maneira geral. É quase sempre o fator mais significativo em termos de poluição.
Poluição Urbana	É aquela proveniente dos habitantes de uma cidade, que geram efluentes domésticos, lançados direta ou indiretamente nos corpos d'água.
Poluição Agropastoril	Poluição decorrente de atividades ligadas à agricultura e à pecuária através de defensivos agrícolas, fertilizantes, de excrementos de animais e erosão.

Fonte: DERISIO (2000)

Outra consideração importante em relação a origem de poluição está relacionada com o conceito de fonte pontual e fonte difusa. As pontuais são aquelas possíveis de serem determinadas e localizadas, como exemplos podemos citar efluentes domésticos, descargas industriais e efluentes de aterros sanitários. Já as poluidoras difusas, são aquelas distribuídas ao longo da superfície do solo por inúmeros agentes poluidores, que afluem aos corpos d'água por ocasião dos eventos de chuva. As fontes difusas de poluição podem ser de origem rural (atividades agrícolas, pecuária, silvicultura, chácaras de lazer e recreação, áreas de lazer pouco alteradas e mineração) e urbana (áreas residenciais, comerciais, industriais, parques, meios de transporte, partículas em suspensão no ar e água de chuva) (PRIME 1988 *apud* SILVA 2003). Para Pereira (2004), existe ainda a forma mista, associação entre fontes pontuais e difusas. As fontes de poluição podem ter significância local, regional ou mesmo global, causando a degradação dos recursos hídricos apenas onde é gerada ou em locais distantes, regiões ou até mesmo continentes diferentes de onde foram produzidos.

Diferentes aspectos relacionados à poluição vêm sendo estudados, por exemplo, Silva (2004) que discute a formação de alguns gases como o metano, derivado da decomposição da biomassa de florestas submersas e Rodriguez (2001) que retrata a sub-bacia do rio do Monjolinho no município de São Carlos (SP) de forma a caracterizar e classificar este manancial junto a legislação vigente em relação a poluição por metais e os organoclorados associados a monocultura da região. Minillo (2005) traz uma abordagem do processo de eutrofização e suas conseqüências avaliadas através do estudo das florações de cianobactérias e suas toxinas nos sistemas médio e baixo Tietê, relacionados principalmente a emissão de efluentes domésticos, industriais e atividades agrícolas.

Dentro deste contexto a resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005 considera a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação as classes estabelecidas no enquadramento dos corpos d'água, de forma a facilitar a fixação e controle de metas, visando atingir gradativamente os objetivos propostos de conservação e melhoria da qualidade das águas.

Para isso, o Conselho Nacional do Meio Ambiente através da resolução acima descrita, fornece diretrizes de classificação em relação a qualidade da água em função do enquadramento dos corpos de água superficiais em quatro classes, de acordo com as concentrações encontradas nas análises dos 97 parâmetros contemplados na resolução.

4.3. Monitoramento dos recursos hídricos

Conforme relata Coimbra (1991), o monitoramento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos se constitui num poderoso instrumento, que possibilita a avaliação da oferta hídrica, base para decisões do aproveitamento múltiplo e integrado da água, bem como para a minimização de impactos ao meio ambiente.

Os sistemas fluviais estão sujeitos a problemas de competição de uso, gerando necessidade de um gerenciamento integrado dos recursos hídricos para a definição justa dos aspectos quantitativos e qualitativos destes recursos, fazendo-se necessário um programa de monitoramento da qualidade da água que forneça subsídios para avaliar as condições do manancial e propiciar informações para a tomada de decisões com relação ao gerenciamento (SOARES, 2001).

Além disso, a escassez de recursos torna necessário que se tenha uma metodologia para projetos de redes de monitoramento de qualidade da água em macrolocalização que seja eficaz e gastando-se o mínimo possível com recursos previamente disponíveis, buscando-se as melhores disposições que se encaixem nessas condições (SOARES, 2003).

O monitoramento também é efetivo para indicar mudanças na qualidade da água em função do uso e ocupação do solo. Teixeira (2006) relata que parcerias com órgãos de fiscalização podem ser muito eficazes no sentido de detectar mudanças de qualidade ambiental, facilitando a tomada das devidas providências técnicas e legais pelos órgãos competentes, contribuindo para preservação e recuperação dos ecossistemas.

Uma série de estudos vem sendo realizados com esta abordagem, Rodríguez (2001) realiza uma avaliação da qualidade da água da bacia do Alto Jacaré-Guaçu(SP) através de variáveis físicas, químicas e biológicas, classificando a bacia em 3 grupos de qualidade, como: não poluída à ligeiramente poluída (sem influência urbana), fortemente poluída (com influência urbana) e indicando sinais de recuperação (após influência urbana).

Ainda com este enfoque, Borges (2005) faz o levantamento dos aspectos qualitativos dos recursos hídricos na bacia do rio Jacupiranga como instrumento de avaliação de qualidade ambiental onde foi verificado que embora ainda preservado, a influência da ação antrópica nos corpos hídricos e no ciclo hidrológico do sistema já pode ser notada.

4.3.1. Sistema nacional de informações em recursos hídricos

Em 2002 diversas ações foram desencadeadas visando a consolidação do Sistema Nacional de Informações em Recursos Hídricos, assim como definidas as metas para que os dados e informações possam compor o sistema de maneira ágil e consistente.

Atualmente, estão cadastradas no banco de dados da ANA, 17.355 estações operantes no país, sendo 4.691 sob administração própria da Agência. Destas, 2.770 estações são pluviométricas, 141 limnimétricas, 1.760 estações fluviométricas com medição de vazão, 58 evaporimétricas, 529 estações com coletas de parâmetros para avaliação da qualidade de água e 422 estações com coletas de sólidos em suspensão. Entre os equipamentos associados a rede estão 370 pluviógrafos e 170 limnígrafos (ANA, 2006).

Conforme a Agencia Nacional das Águas (ANA) a rede de monitoramento de qualidade das águas tem como objetivo manter um banco de dados de referência com informações sobre a qualidade da água dos rios, fornecer subsídios para avaliação de estudos e projetos de aproveitamento de múltiplos usos dos recursos hídricos e fornecer informações complementares para o enquadramento dos corpos de água em classes e para o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

No estado de São Paulo a CETESB iniciou em 1974 a operação da Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. As informações obtidas por meio do monitoramento tem possibilitado o conhecimento das condições reinantes nos principais rios e reservatórios situados nas 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs), em que se divide o Estado de São Paulo (Lei Estadual nº. 7.663/91).

Em 2003 foram três os programas de monitoramento de qualidade dos rios e reservatórios mantidos pela CETESB:

- Rede Básica - 154 pontos de amostragem de água e 18 pontos de sedimento;
- Monitoramentos Regionais - 87 pontos de amostragem de água e
- Balneabilidade de Reservatórios - 31 praias

De acordo com a CETESB (2006), o principal objetivo das redes de monitoramento é procurar atender as necessidades tanto do público técnico (Secretarias de Estado, Comitês de Bacias e Empresas de Saneamento) como da população.

Dentre as necessidades do público técnico destacam-se:

- avaliar a evolução da qualidade das águas doces;
- propiciar o levantamento das áreas prioritárias para o controle da poluição das águas;
- identificar trechos de rios onde a qualidade d'água possa estar mais degradada, possibilitando ações preventivas e de controle da CETESB, como a construção de ETEs (Estações de Tratamento de Esgoto) por parte do município responsável pela poluição ou a adequação de lançamentos industriais;
- subsidiar o diagnóstico da qualidade das águas doces utilizadas para o abastecimento público e outros usos e;
- dar subsídio técnico para a elaboração dos relatórios de situação dos recursos hídricos, realizados pelos comitês de bacias hidrográficas.

Quanto as necessidades da população estão:

- informar as condições de balneabilidade das praias de reservatórios - boletins semanais;
- informar a situação de qualidade dos principais mananciais de abastecimento público do Estado de São Paulo - divulgação bimestral do índice de qualidade de água bruta para fins de abastecimento público - IAP e;
- informar as condições de proteção da biodiversidade dos ambientes de água doce - divulgação bimestral do índice de proteção da vida aquática - IVA.

A sub-bacia do ribeirão das Cruzes esta inserida na UGRHI 13 – bacia Tiête-Jacaré. Esta unidade de gerenciamento tem uma área de 11.537 Km², com vazão media especifica na ordem de 8,23 l/s/Km² e vazão mínima caracterizada na ordem e 3,99 l/s/Km², segundo o DAEE (Departamento de Águas e Energia do Estado de São Paulo). Nesta bacia a CETESB mantêm 5 pontos de monitoramento dos quais dois estão localizados na área de estudo, conforme pode ser observado na QUADRO 2.

QUADRO 2 - Localização das Estações de Monitoramento de Qualidade da Água da CETESB na área de estudo.

CÓDIGO DA ESTAÇÃO	CORPO DE ÁGUA
JCGU 03400	Rio Jacaré-Guaçu
JCGU 03900	Rio Jacaré-Guaçu

Fonte: CETESB (2006)

A CETESB, de 1975 a 2001, com a finalidade de facilitar o contato com o público não técnico, utilizava o índice de qualidade das águas (IQA) para o monitoramento, por representar uma média de diversas variáveis em um único número. Contudo, este método apresenta a desvantagem da perda de informações das variáveis individuais e da interação entre as mesmas.

Devido a isso, a partir de 2002, a CETESB vem utilizando índices específicos para os principais usos dos recursos hídricos, entre eles, o índice de qualidade da água bruta para fins de abastecimento público (IAP) e o índice de qualidade da água para proteção da vida aquática (IVA).

Segundo a CETESB (2006), o IAP, comparado com o IQA, é um índice mais fidedigno da qualidade da água bruta a ser captada, a qual, após tratamento, será distribuída para população. É obtido através da fórmula $IAP = IQA \times ISTO$, onde o IQA é composto pelos parâmetros básicos (temperatura, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez) e o ISTO, composto por parâmetros que indicam a presença de substâncias tóxicas e parâmetros que afetam a qualidade organolépticas.

Já o IVA, foi considerado um indicador mais adequado, por incorporar, com ponderação mais significativa, parâmetros mais representativos, especialmente a toxicidade e a eutrofização. É calculado pela fórmula $IVA = (IPMCA \times 1,2) + IET$, onde o IPMCA é o índice de parâmetros mínimos para a preservação da vida aquática e o IET o índice do estado trófico. Tais parâmetros levam em consideração a presença e concentração de contaminantes químicos tóxicos e seu efeito sobre os organismos aquáticos. Um detalhamento da metodologia pode ser obtido no site da CETESB (www.cetesb.sp.gov.br).

Na bacia em estudo, de acordo com este monitoramento gerenciado pela CETESB, o índice de qualidade da água bruta para fins de abastecimento público (IAP) e o índice de

qualidade da água para proteção da vida aquática (IVA) em 2005 variaram entre Bom e Ruim, nos dois pontos de amostragem, dentro da área de estudo.

Conforme apresentado na TABELA 1, os resultados do índice IAP da CETESB indicam que na maioria dos meses mostrados a qualidade da água foi regular, com exceção do mês de agosto.

TABELA 1 – Resultados do índice de Qualidade da Água Bruta no Rio Jacaré-Guaçu para o ano de 2005.

Corpo de Água	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
Rio Jacaré-Guaçu	-	45	-	50	-	44	-	53	-	51	-	39	47
Rio Jacaré-Guaçu	-	42	-	42	-	49	-	65	-	53	-	45	49

Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima
-------	-----	---------	------	---------

Fonte: CETESB (2006)

Assim, temos um alerta para a importância do monitoramento de sub-bacias hidrográficas desta região, que utiliza em grande escala a captação superficial para o abastecimento público. Os resultados do IVA para o mesmo período, apresentados na TABELA 2, corroboram com esta afirmação.

TABELA 2 – Resultados de Qualidade da Água para Proteção da Vida Aquática no Rio Jacaré-Guaçu para o ano de 2006.

Corpo de Água	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
Rio Jacaré-Guaçu	-	5,4	-	4,4	-	4,2	-	4,2	-	5,4	-	5,4	4,8
Rio Jacaré-Guaçu	-	4,4	-	4,4	-	3,2	-	3,2	-	4,2	-	4,2	3,9

Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima
-------	-----	---------	------	---------

Fonte: CETESB (2006)

Segundo estes resultados (TABELA 2) a qualidade da água necessita de atenção especial, demonstrando a urgência em relação a implantação de ações relacionadas a gestão integrada dos recursos hídricos.

4.4. Legislação ambiental

Existe uma série de regras ou disposições legais apresentados nos formatos de leis, decretos, medidas provisórias e resoluções que estabeleceram os princípios jurídicos básicos para discussão da qualidade da água e a sustentabilidade dos sistemas hídricos.

A evolução da Legislação Ambiental Brasileira demonstra a grande relevância e destaque dado aos recursos hídricos sobre o prisma de garantir o enquadramento de seus corpos de águas superficiais e estabelecer condições e padrões para o lançamento de efluentes (CONAMA 357, 2005).

Isto pode ser evidenciado com a criação em 1997 da Lei 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, definindo como seus instrumentos em seu artigo 5º:

- I. os Planos de Recursos Hídricos;
- II. o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- III. a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- IV. a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- V. o sistema de informações sobre recursos hídricos.

A partir daí diversas legislações, especificamente, as Resoluções CONAMA, vêm sendo utilizadas de forma complementar como subsidio para aplicação do instrumento de enquadramento de corpos d'água.

Levando-se em conta essas exigências, fatores logísticos como as avaliações das áreas antrópicas que podem influenciar direta ou indiretamente os corpos d'água devem ser considerados, pois se faz uma ferramenta importante para caracterizações consistentes e planejamentos de monitoramento das estações e no aspecto econômico com vistas a grande quantidade de parâmetros a serem solicitados nas legislações atuais.

4.4.1. Aspectos históricos da política nacional dos recursos hídricos

A primeira legislação a ser utilizada como subsídio para aplicação do enquadramento de corpos d'água foi a Resolução CONAMA 20, criada em 1986 a partir de um aperfeiçoamento da Portaria 13, de 15 de janeiro de 1976, do Ministério das Relações Exteriores, que fixou pela primeira vez, padrões específicos de qualidade das águas para fins de balneabilidade ou recreação de contato primário (PEREIRA,1998).

Esta resolução cuida da classificação das águas e considera que esta classificação seja essencial à defesa dos níveis de qualidade, de modo a assegurar seus usos preponderantes para gerações atuais e futuras. Dessa forma, fica estabelecido por esta resolução, o uso destinado a cada uma das classes estabelecidas e os limites máximos de algumas variáveis indicadoras da qualidade sanitária e ambiental da água (TEIXEIRA, 2000).

Segundo a Resolução CONAMA 20, a classificação dos corpos d'água é dividida em nove classes, conforme o uso preponderante, dentro das categorias águas doces, águas salobras e águas salinas, sendo que, cada classe corresponde a uma determinada qualidade a ser mantida no corpo d'água.

Esta Resolução apresenta como principal aspecto dispor de limites a parâmetros indicativos de ordem física, química e biológica, sendo utilizada como base legal em inúmeros trabalhos técnicos e científicos para monitoramento e classificação de mananciais.

Contudo, a CONAMA 20/86 apresentava diversas incongruências com relação aos padrões de qualidade, sendo alguns considerados muito restritivos frente à capacidade tecnológica existente para controle da poluição e outros muito permissivos frente a qualidade ambiental requerida. Com isso, uma série de discussões a esse respeito se iniciou, culminando na revogação da resolução CONAMA 20/86, sendo esta substituída pela CONAMA 357 em 17 de março de 2005 (PIZZELA, 2006).

Nesta nova resolução, o número de classes alterou-se de 9 para 13 classes, novamente de acordo com seu uso preponderante, sendo que estas encontram-se divididas da seguinte forma: 5 classes na categoria águas doces e 4 classes nas categorias salinas e salobras.

Pizzela (2006), em seu estudo sobre a sustentabilidade ambiental do sistema de classificação das águas doces superficiais, realiza uma comparação entre a CONAMA 20/86 e a CONAMA 357/05, onde pode-se observar as alterações que foram realizadas nos tipos de uso previstos para cada classe, estando indicadas em negrito apenas a alterações relevantes, excluindo-se mudanças feitas somente na redação:

Classe especial – águas destinadas:

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

Classe I – águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, **conforme resolução CONAMA n° 274, de 2000**;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) **à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.**

Classe II – águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, **conforme resolução CONAMA n° 274, de 2000**;
- d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas e de **parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto**; e
- e) à aqüicultura e **à atividade de pesca.**

Classe III – águas **que podem ser** destinadas:

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

Classe IV – águas **que podem ser** destinadas:

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

Contudo, segundo Musetti (1999), existe uma incoerência entre o sistema de classificação qualitativa das águas descrito na CONAMA 20 e os fundamentos e objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos, pois, enquanto a Política Nacional de Recursos Hídricos estabelece os usos múltiplos, a resolução CONAMA 20 estabelece, nitidamente, o uso preponderante dos recursos hídricos. Portanto, o padrão de qualidade dos recursos

hídricos, consoante a CONAMA 20, será estabelecido conforme o seu enquadramento, sendo este conceito também aplicado a CONAMA 357.

Com base nisso, Pizella (2006), realiza em seu trabalho uma análise da sustentabilidade ambiental do sistema de classificação das águas doces superficiais, com o objetivo de verificar a adequação ou não do sistema de gestão da qualidade hídrica brasileiro, com enfoque ao sistema de classificação das águas doces superficiais, aos pressupostos de gestão hídrica sustentável identificados nos tratados e conferências internacionais.

Em nível estadual destaca-se o decreto n° 8468, de 8 de setembro de 1976, que aprova o regulamento da Lei n° 997, de 31 de maio de 1976, sobre o controle da poluição no meio ambiente. Este decreto em seu Art. 7° faz a classificação dos corpos d'água em 4 classes segundo seus usos preponderantes.

Baseado no decreto n° 8468/76, em 22 de novembro de 1977, foi criado o decreto n°10.755, dispondo sobre o enquadramento dos corpos de água receptores, onde os corpos de água receptores do território do estado, bem como as respectivas bacias ou sub-bacias, ficaram enquadrados na forma determinada no anexo do presente decreto.

Em julho de 1934 se tem um importante marco na consolidação da legislação brasileira em relação à preocupação dos governantes a respeito da poluição das águas. Nesta data instituiu-se o Decreto Federal n° 24.643 denominado Código das Águas, uma das primeiras legislações sobre a conservação dos recursos hídricos no país.

Já o Código Penal Brasileiro de 1940, nos respectivos artigos 270 e 271, incluía preceitos sobre o envenenamento e poluição das águas destinadas ao abastecimento, tendo assim sanções inafiançáveis com previsão de reclusão de até 15 anos (CRUZ, 2003).

Percebe-se, portanto, o início do processo de construção de importante arcabouço legal sobre a qualidade da água para consumo humano, bem como a sua preservação.

Mariano (1996) aborda que houve outro grande avanço na legislação brasileira sobre o tema quando a Constituição Federal de 1946 facultou aos estados o poder de legislar sobre as águas. A Constituição de 1988 determinou que o controle sobre a legislação das águas fosse de exclusividade da União, na qual privilegiou-se o sistema hidrelétrico deixando-se para segundo plano a problemática da poluição das águas e seus múltiplos usos.

Apesar do código das águas ter sido criado em 1934 ainda existem alguns pontos que foram abordados e que até hoje são discutidos. Entre eles a necessidade de se aprimorar o uso múltiplo dos recursos hídricos, definições sobre o lançamento de efluentes domésticos, onde obriga-se a criação de novas diretrizes e leis para o tratamento de assuntos específicos.

Uma discussão sobre a gestão de recursos hídricos anteriores ao ano de 1997, pode ser encontrada em Gallo e Teixeira (2007), com destaque para o código das águas de 1934 e o pioneirismo do estado de São Paulo em critérios, condições e parâmetros de acesso a água, tendo em vista sua qualidade.

Através da lei 9.866/97, visando regulamentar algumas questões, o governo do Estado de São Paulo cria mecanismos para a proteção dos mananciais utilizando-se das unidades de Proteção e Recuperação de Mananciais, que tem função de determinar as formas de uso, ocupação e preservação das bacias ou sub-bacias hidrográficas do estado. Desta forma garantindo a manutenção da qualidade dos recursos hídricos com gestões descentralizadas e participativas, vinculadas a sistemas de gerenciamento estaduais e com administrações regionais de monitoramento de recursos hídricos através dos comitês de bacias.

Ainda no mesmo ano o governo federal institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei n. 9.433/97), conhecida como Lei das Águas, que regulamentou o inciso XIX do art 21 da Constituição Federal de 1988.

Um marco legal e administrativo na gestão de recursos hídricos no Brasil, foi a criação da Agência Nacional das Águas – ANA.

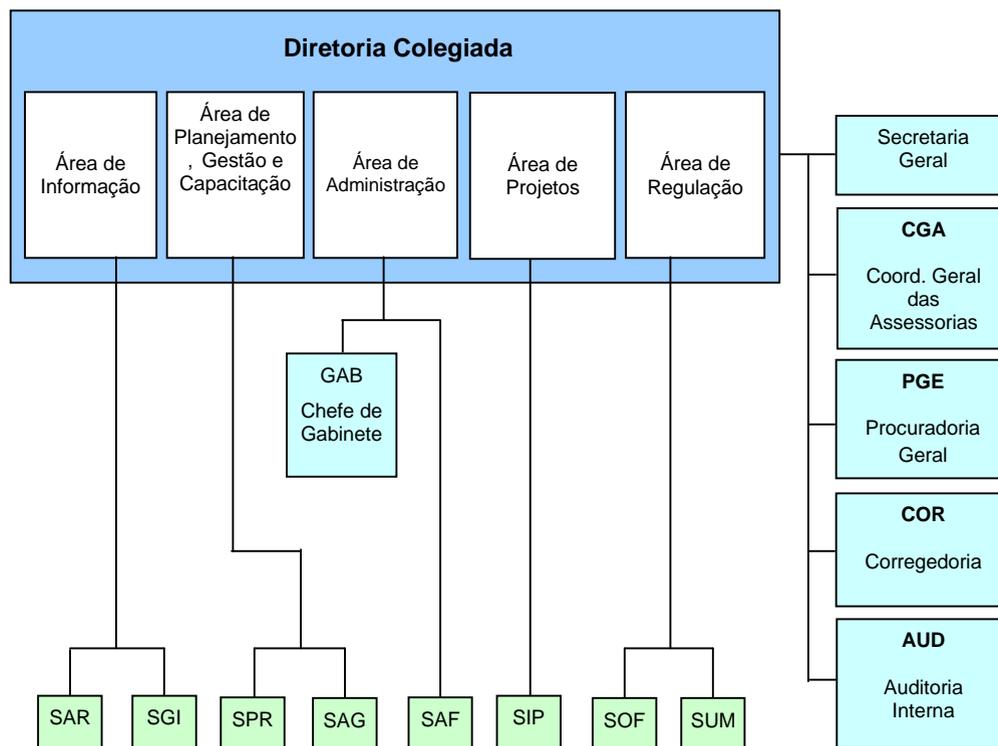
A Agência Nacional das Águas foi criada em 1999 durante a abertura do seminário "Água, o desafio do próximo milênio", realizado no Palácio do Planalto, onde foram lançadas as bases do que seria a Agência Nacional de Águas (ANA): órgão autônomo e com continuidade administrativa, que atuaria no gerenciamento dos recursos hídricos. Nessa época, o projeto de criação da Agência foi encaminhado ao Congresso Nacional, com aprovação em 7 de junho de 2000. Foi transformado na Lei nº 9.984, sancionada pelo Presidente da República em exercício, Marco Maciel, no dia 17 de julho, do mesmo ano (ANA, 2006).

A ANA visa fazer cumprir as atribuições da Política Nacional de Recursos Hídricos, ou seja, criar condições técnicas para implementar a Lei das Águas, promover a gestão descentralizada e participativa. Em conjunto com os órgãos e entidades que integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, implantar os instrumentos de gestão previstos na lei, dentre eles, a outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos, a cobrança pelo uso da água e a fiscalização desses usos, e ainda, buscar soluções adequadas para dois graves problemas do país: as secas prolongadas, especialmente no nordeste e a poluição dos rios.

A agência é uma autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao ministério do Meio Ambiente, conduzida por uma diretoria colegiada. A Agência Nacional das Águas está organizada conforme a FIGURA 1.

A estrutura organizacional apresentada reflete muito bem as responsabilidades da Agência, caracterizadas pelas diferentes superintendências.

Um dos grandes desafios da humanidade é o de enfrentar as demandas crescentes pelo uso da água e seus problemas de ordem ambiental provocados pelo desenvolvimento econômico. Assim, a ANA Agência Nacional de Águas através de suas atribuições busca ser um articulador entre os órgãos públicos, privados e sociedade civil e junto com os comitês e agências de bacias procuram recuperar e conservar os corpos de água, isto em qualidade ou quantidade suficientes para o atendimento ao abastecimento público e ao crescimento econômico e social (BUSTOS, 2003).



SAR – Superintendência de Administração de Rede Hidrometeorológica.
 SGI – Superintendência de Gestão de Informação.
 SPR – Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos.
 SAG – Superintendência de Apoio à Gestão de Recursos Hídricos.
 SAF – Superintendência de Administração, Finanças e Gestão de Pessoas.
 SIP – Superintendência de Implementação de Programas e Projetos.
 SOF – Superintendência de Outorga e Fiscalização.
 SUM – Superintendência de Usos Múltiplos.

FIGURA 1 – Estrutura organizacional da Agência Nacional das Águas

Fonte: ANA (2006)

5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

5.1. Localização

A sub-bacia hidrográfica Tietê – Jacaré, onde se encontra localizada a área de estudo, é definida na lei 9.034/94 como unidade de gerenciamento de Recursos Hídricos 13 (UGRHI – 13).

A sub-bacia do ribeirão das Cruzes pertence ao município de Araraquara, onde está localizado a noroeste do estado de São Paulo (Figura 2), com 194.401 habitantes (IBGE, 2004). O município possui uma área de aproximadamente 1.006 km², sendo que 77 km² da área total têm ocupação urbana.

Araraquara é importante centro de negócios e escoamento de mercadorias. Situa-se a 80 km da hidrovía Tietê – Paraná, num entroncamento rodoferroviário, sendo servida pela malha ferroviária da América Latina Logística (antiga Fepasa) e pela via Washington Luiz. Destaca-se a atividade econômica agro-industrial (principalmente laranja e cana-de-açúcar) e os setores de química fina, bioquímica e alimentos (UNIARA, 2007 A).

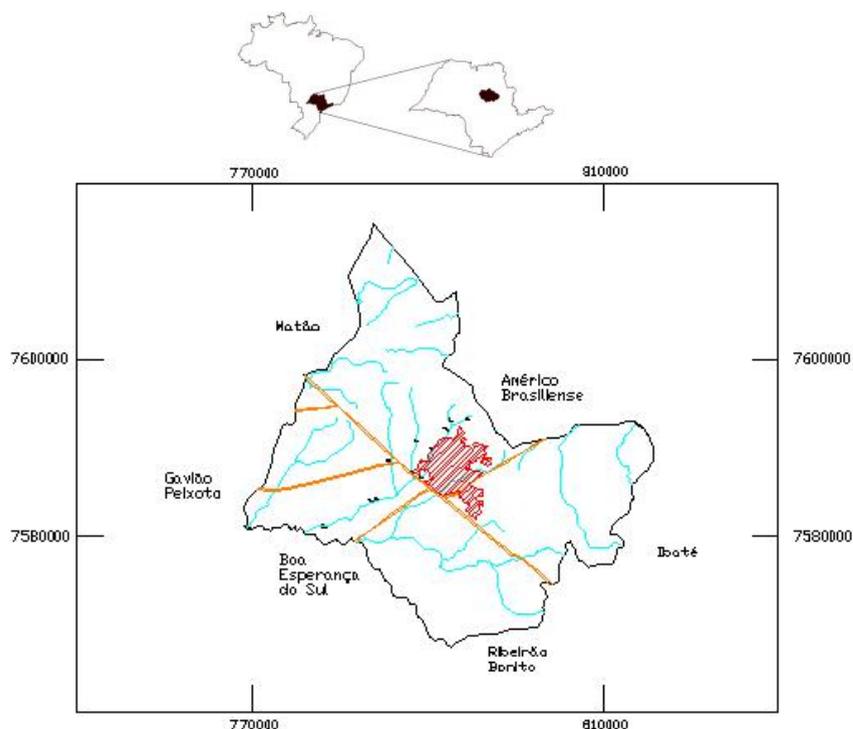


FIGURA 2 – Localização do município de Araraquara no mapa estadual e federal.

5.2. Clima

Com base na classificação climática proposta por Köppen, existe na bacia hidrográfica do Tietê – Jacaré dois tipos climáticos, com domínio do tipo CWA e pequenas áreas de ocorrência de CWB (IPT, 2000).

Araraquara, especificamente, possui um clima “Tropical de Altitude” CWA pela classificação Köppen, caracterizado por duas estações bem definidas: um verão com temperaturas altas (média de 31° C) e pluviosidade elevada e um inverno de temperaturas amenas e pluviosidade reduzida (PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA, 2006).

Segundo o IPT (2000), analisando a variabilidade espacial das chuvas, no período de 1971 a 1993, identifica-se três grandes conjuntos para a bacia hidrográfica Tietê – Jacaré. O primeiro com chuvas médias anuais superiores a 2.000 mm; o segundo com médias anuais entre 1.500 e 2.000 mm; e o terceiro com chuvas anuais entre 1.100 e 1.500 mm. Araraquara encontra-se localizada na região correspondente ao terceiro conjunto, com média anual de 1.300 mm de chuva.

Na sub-bacia do ribeirão das Cruzes, como na maior parte do estado, o período chuvoso ocorre de outubro a março, sendo o trimestre mais chuvoso de dezembro a fevereiro, e o período mais seco ocorre de abril a setembro, com o trimestre mais seco entre junho e agosto.

Assim, na sub-bacia as temperaturas médias anuais variam de 21 a 23 °C. As médias em janeiro situam-se entre 29 e 32 °C e as médias das mínimas em julho de 11 a 13 °C (IPT, 2000).

5.3. Geologia

A cidade de Araraquara está localizada numa área integrante do planalto Ocidental, planalto arenítico - basáltico, formado pelos derrames de lavas processadas durante o triássico ou jurássico com camadas intercaladas de arenitos do mesozóico (PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA, 2006).

Segundo o Relatório Técnico UNIARA (2007 B), o município de Araraquara apresenta as seguintes formações geológicas: Formação Botucatu (arenito fino e médio) e Formação Serra Geral (basalto toleíticos). Observa-se também na região predominância de sedimentos da Formação Adamantina, além de sedimentos aluvionares e cobertura da serra de São Carlos.

A topografia se apresenta com características tabulares, pouco onduladas, aplainadas pelo trabalho da rede hidrográfica, comandada pelo rio Mogi-Guaçu e cursos d'água da bacia do rio Tietê. (PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA, 2006).

5.4. Pedologia

Araraquara possui, predominantemente, latossolos vermelhos subordinados por latossolos vermelho amarelo e localmente neossolo quartzarênicos. Os solos que recobrem a área possuem elevada permeabilidade interna e baixa capacidade adsortiva, qualificados como pouco filtrantes, ou seja, apresentam grande sensibilidade ante aos materiais tóxicos nele eventualmente depositados (UNIARA, 2007 B).

5.5. Uso e ocupação do solo

Por toda a região de Araraquara encontramos fragmentos de vegetação nativa, normalmente cercada pela cultura canavieira como um dos resultados da expansão agrícola do Estado de São Paulo, onde as áreas de florestas naturais encontram-se reduzidas a fragmentos florestais (UNIARA, 2007 B).

Com características agrícolas voltadas a monocultura, principalmente as culturas de cana-de-açúcar e laranja, é uma região muito promissora em vários segmentos agro-industriais. Valores representativos também estão na cultura de soja, milho e os cítricos, tangerina e limão. Cabe destacar que o relevo do município facilita a mecanização da agricultura.

Conforme comentado, Araraquara tem na sua base econômica a laranja, sendo responsável pela exportação de 70% do suco concentrado do país, e a cana, com três usinas no município e 15 na região com uma produção de 25 milhões de toneladas de cana/ano num raio de 80 Km (PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA, 2006).

Na região a atividade agropastoril, tais como cana-de-açúcar, cítricos e florestas de eucaliptos, ocupam o lugar onde antes existiam campos de cerrados, cerradões e mata tropical sub-caducifólia (UNIARA, 2007 B).

Os solos apresentam diferenças de qualidade quanto à área de ocorrência, destacando-se os arenitos fertilizados (PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA, 2006).

5.6. Uso das águas

Conforme o relatório técnico UNIARA (2007 B), atualmente a cidade de Araraquara dispõe de 14 poços de captação subterrânea, com expectativa de chegar a 17 poços em meados de 2008 e 3 pontos de captação de águas superficiais (Cruzes, Anhumas e Paióis). A água bruta captada na Represa das Cruzes é enviada por meio de uma Estação Elevatória até a ETA Fonte, situada a 1.600 m de distância. Duas adutoras em paralelo, uma de 450 mm e outra de 300 mm, são utilizadas para fazer a adução da água captada. A água captada no Ribeirão das Anhumas é enviada através de duas Estações Elevatórias (Anhumas I e II) até a ETA Fonte situada a cerca de 13 Km de distância. O sistema de adução é subdividido em dois trechos de 400 mm, com uma adutora de 3.300 m e outra de 9.900 m de extensão. A água aduzida do Córrego do Paiol é encaminhada a ETA Paiol através de uma adutora de 300 mm. A tubulação é de ferro fundido e tem aproximadamente 1.800 m de extensão.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

O ribeirão das Cruzes tem sua nascente dentro da área urbana de Araraquara, cortando, a partir daí, todo o município até a sua foz no rio Jacaré-Guaçu conforme demonstrado na FIGURA 3.

Nesta FIGURA pode-se ter uma noção de localização e distribuição das estações de amostragem.

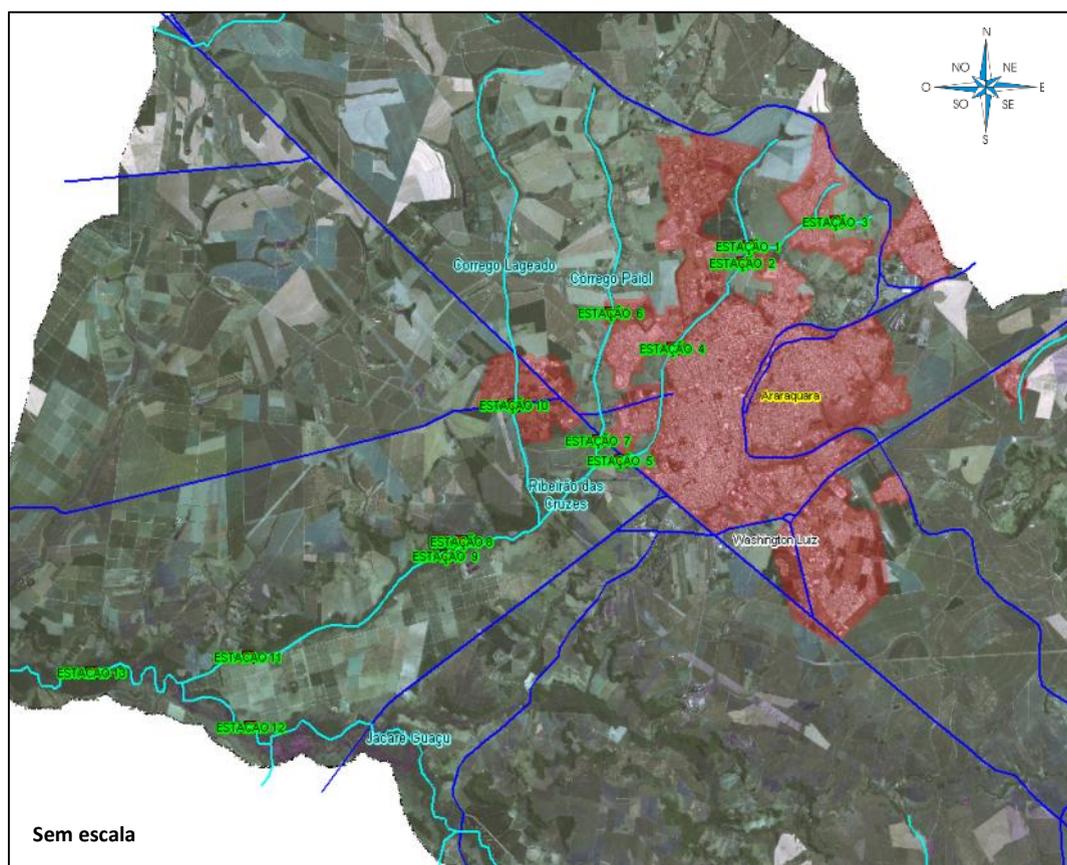


FIGURA 3 – Localização das estações fixas de coleta

Pode-se observar que a maior parte das estações encontram-se no ribeirão das Cruzes, pois este constitui-se no talvegue principal da sub-bacia e o que sofre maiores interferências. Nos outros talvegues as estações estão distribuídas de acordo com o grau de importância do local, do ponto de vista da qualidade da água.

As distâncias entre as estações de coleta podem ser observadas na FIGURA 4 a seguir.

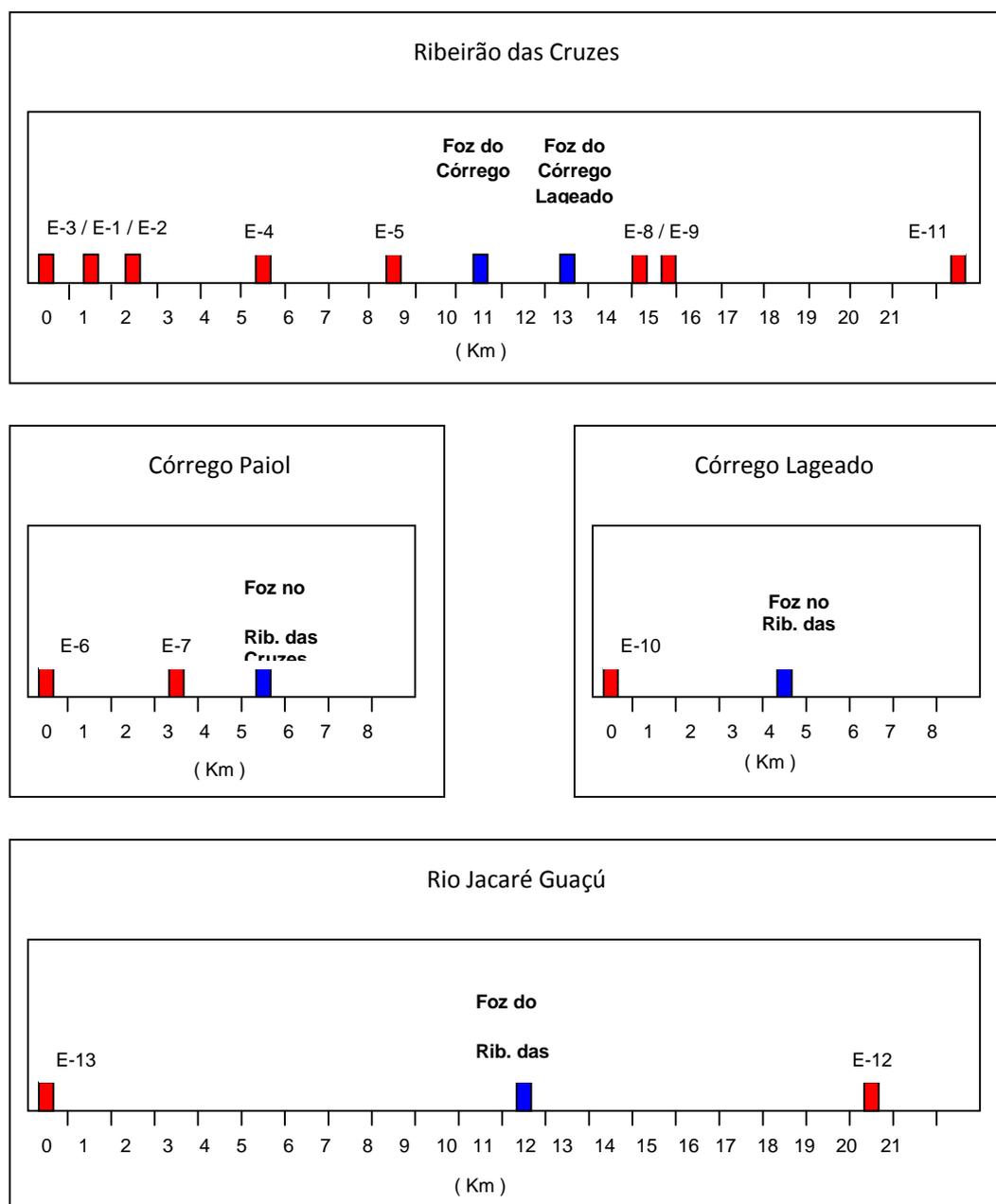


FIGURA 4 – Representação gráfica das distâncias, em km, das estações de coleta.

A FIGURA 5 apresenta o diagrama unifilar da sub-bacia do ribeirão das Cruzes, contendo a localização das estações de coleta, a localização das estações de captação de água e lançamento dos efluentes tratados da ETE – Araraquara.

Por meio desse diagrama é possível ter uma idéia da complexidade quantitativa e qualitativa das entradas de matéria e energia no sistema estudado (TEIXEIRA, 2000).

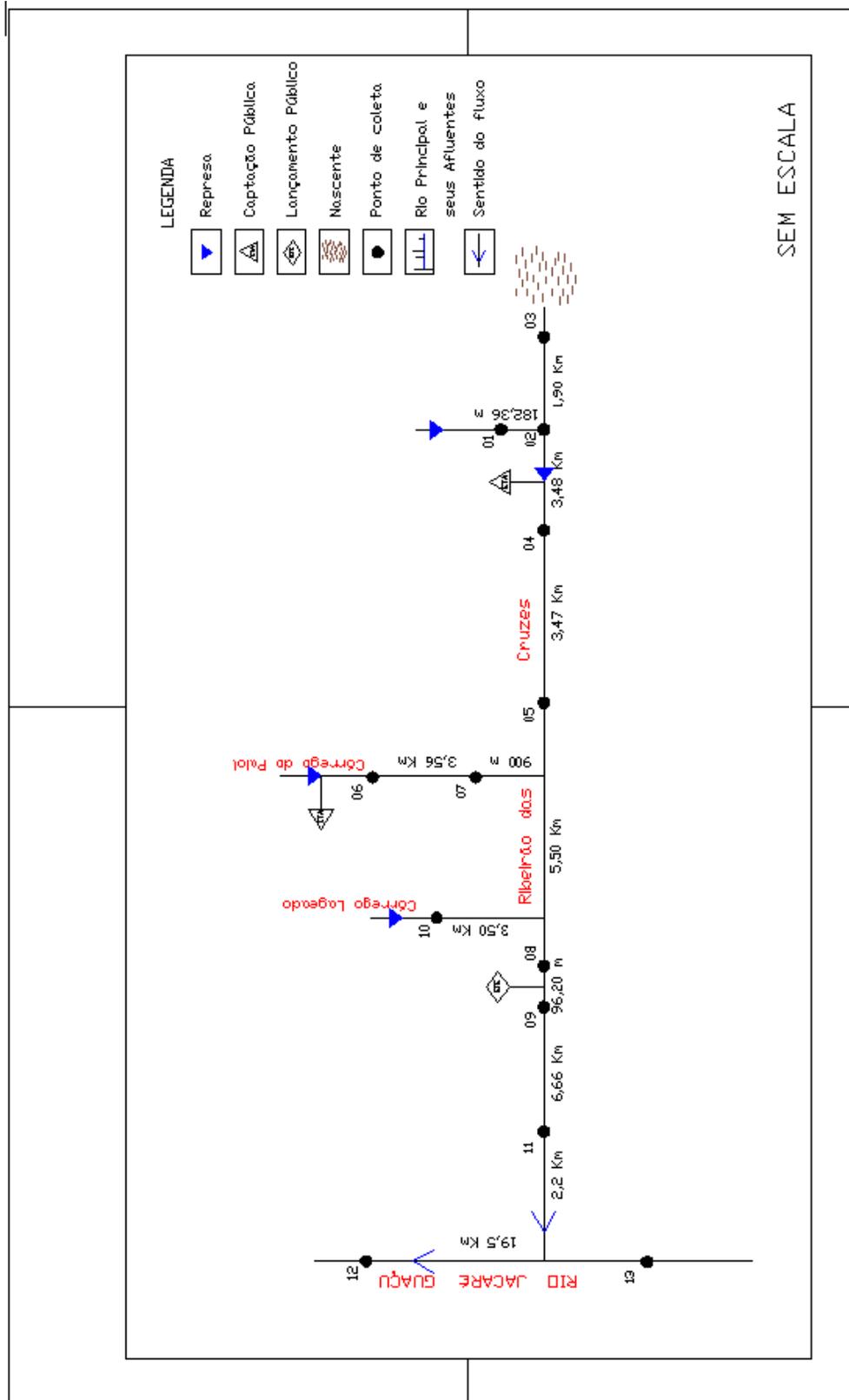


FIGURA 5 – Diagrama unifilar da sub-bacia do ribeirão das Cruzes.

6.1. Localização e caracterização das estações de amostragem

Neste estudo foram utilizados para amostragem as estações já monitoradas pelo laboratório de química e microbiologia do Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Araraquara (DAAE).

O critério de escolha destas estações foi devido além de todo o histórico já constituído, contribuir na avaliação técnico-científica e econômica sobre a complexidade dos programas de monitoramento de recursos hídricos em escala regional.

Nas FIGURAS de 6 a 18 são apresentados a localização das estações de coleta de amostras, com seus respectivos comentários a respeito das características do local.

A estação 1 encontra-se a 150 metros à jusante da represa do Pesque-Pague 3 Irmãos no Córrego Paiol com altitude de 642,6 m, localizada nas coordenadas UTM: 0792711 E e 7592811 N no fuso 22 S. O ponto encontra-se canalizado sem a presença de mata galeria (FIGURA 6).

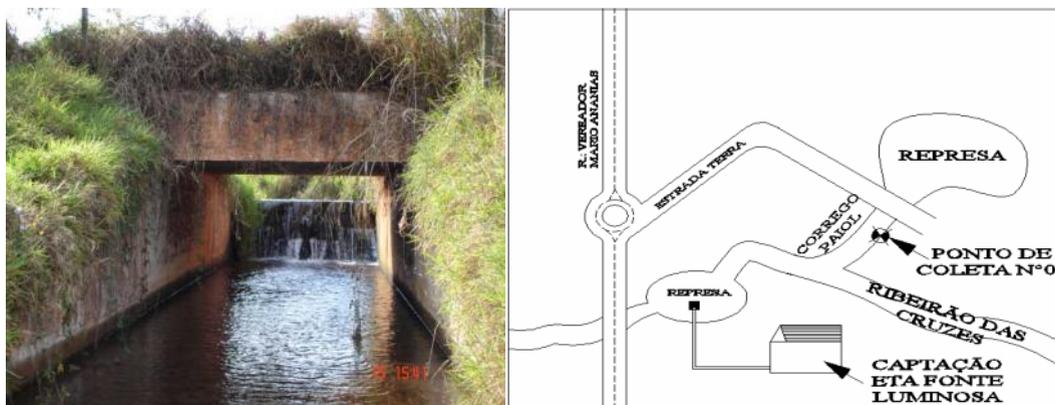


FIGURA 6 – Caracterização e localização da estação 1 no córrego Paiol.

Distante 200 m da estação 1 no ribeirão das Cruzes, está a estação 2 cercada de pastagens, não apresenta indícios de erosão linear nas proximidades. A sua altitude é de cerca de 641 m com localização aproximada em UTM de 0792673 E e 7592636 N no fuso 22 S (FIGURA 7).



FIGURA 7 – Caracterização e localização da estação 2 no ribeirão da Cruzes.

As nascentes do ribeirão das Cruzes, na estação 3, está sob influência de área urbanizada próxima a rua Rua Maurício Galli, chegando à rotatória com a Avenida Pablo Picasso. Localizada a altitude de 656,9 m e localizada aproximadamente nas coordenadas UTM 0794357 E e 7593400 N no fuso 22 S (FIGURA 8).



FIGURA 8 – Caracterização e localização da estação 3 no ribeirão das Cruzes.

A jusante do antigo matadouro municipal, encontra-se a estação 4, onde suas margens sofrem com constantes erosões principalmente em períodos de alto índice pluviométrico. Apresenta notável interferência antrópica e as margens do córrego no local apresentam resquícios de vegetação arbórea visualmente impactada. Está a uma altitude de 624 m e localizado nas coordenadas UTM 0790452 E e 7589955 N no fuso 22 S (FIGURA 9).

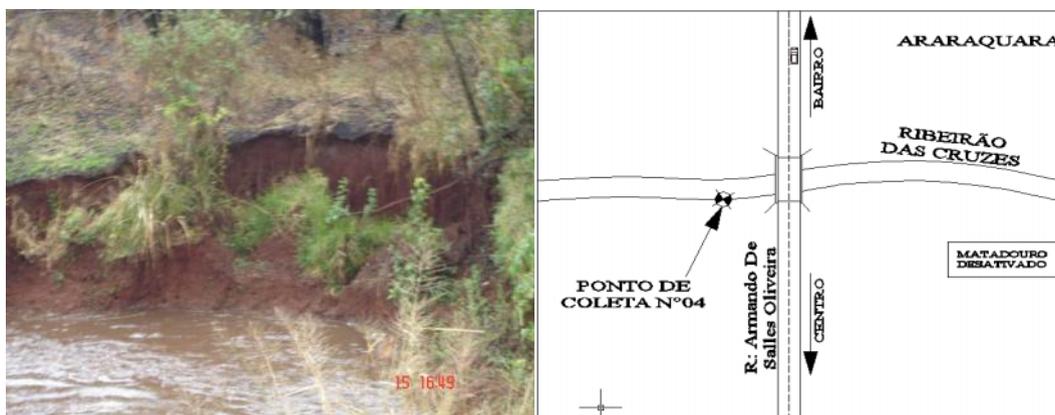


FIGURA 9 – Caracterização e localização da estação 4 no ribeirão das Cruzes.

A estação 5 está sob a ponte da rodovia SP 310, no quilometro 275 no sentido Araraquara/São Paulo, sendo um ponto de alto índice de erosão de suas margens e assoreamento de seu leito com altitude de 598 m e coordenadas UTM 0788941 E e 7586864 N fuso 22 S (FIGURA 10).



FIGURA 10 – Caracterização e localização da estação 5 no ribeirão das Cruzes.

Localizada a jusante do reservatório da captação da ETA – Estação de Tratamento de Água, a estação 6 no córrego Paiol, sofre grande interferência antrópica devido a canalização do corpo d'água na área da captação da ETA. A vegetação predominante na área é a pastagem, com altitude de 623 m e coordenadas UTM 0788645 E e 7590929 N no fuso 22 S (FIGURA 11).

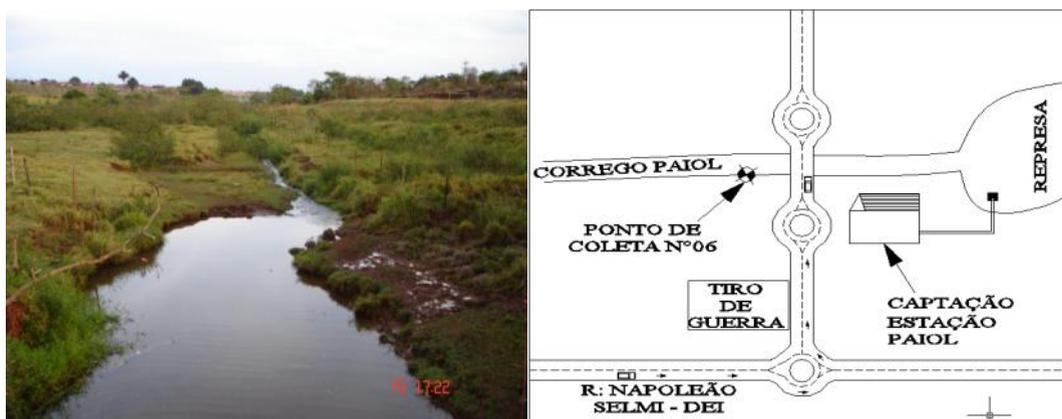


FIGURA 11 – Caracterização e localização da estação 6 no córrego Paiol.

A estação 7 localiza-se na margem direita e a montante da ponte da Rodovia SP 310 no Km 276 no sentido Araraquara/São José do Rio Preto. As margens do córrego neste ponto apresentam vegetação natural e a interferência antrópica neste ponto consiste basicamente na presença da rodovia. Não há indícios de erosão na área. O local apresenta altitude de 591 m e localização UTM 0788339 E e 7558747 N no fuso 22 S (FIGURA 12).

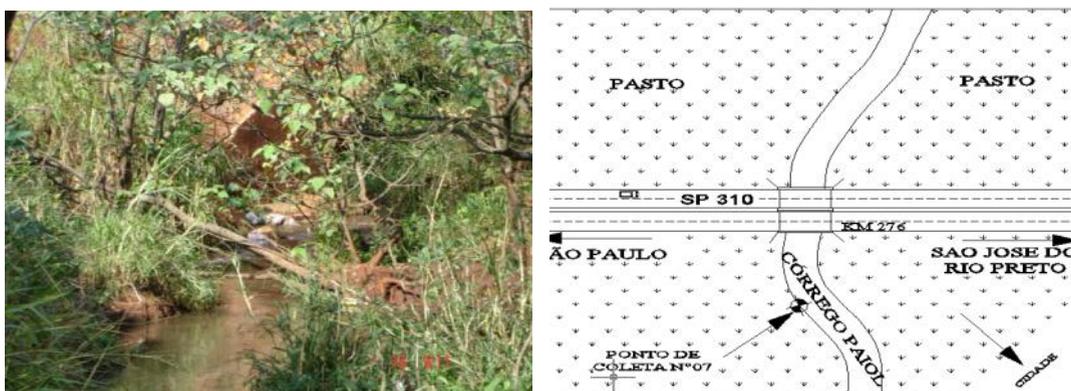


FIGURA 12 – Caracterização e localização da estação 7 no córrego Paiol.

A montante do lançamento da ETE - Estação de Tratamento de Esgoto de Araraquara, encontra-se localizada a estação 8. Suas margens constituem-se de mata ciliar, sendo que, não há indícios de erosão nas proximidades. Esta estação está a uma altitude de 489 m e localizada UTM 0784044 E e 7584294 N no fuso 22 S (FIGURA 13).

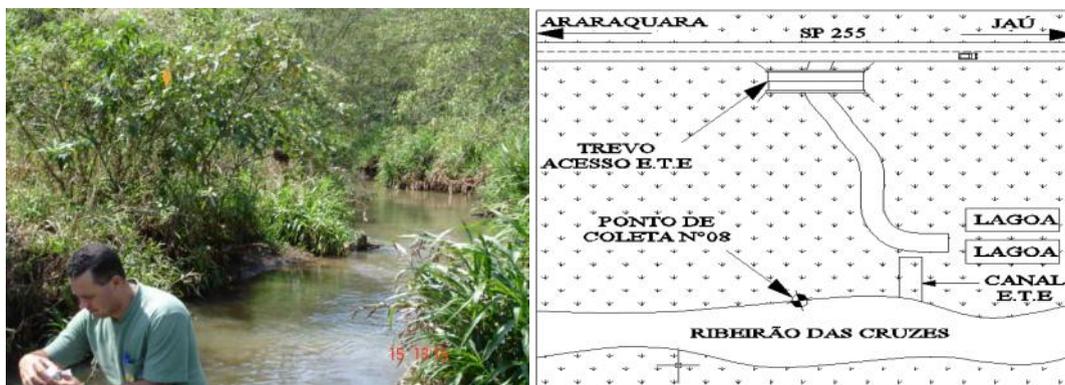


FIGURA 13 – Caracterização e localização da estação 8 no ribeirão das Cruzes.

A estação 9 está a jusante do lançamento da ETE - Estação de Tratamento de Esgoto de Araraquara, portanto, sofre grande influência dos efluentes despejados. Sua margem direita é constituída de mata ciliar e a margem esquerda predominantemente de pastagem. Esta estação está a uma altitude de 493 m e localizada UTM 0783951 E e 7584265 N no fuso 22 S (FIGURA 14).

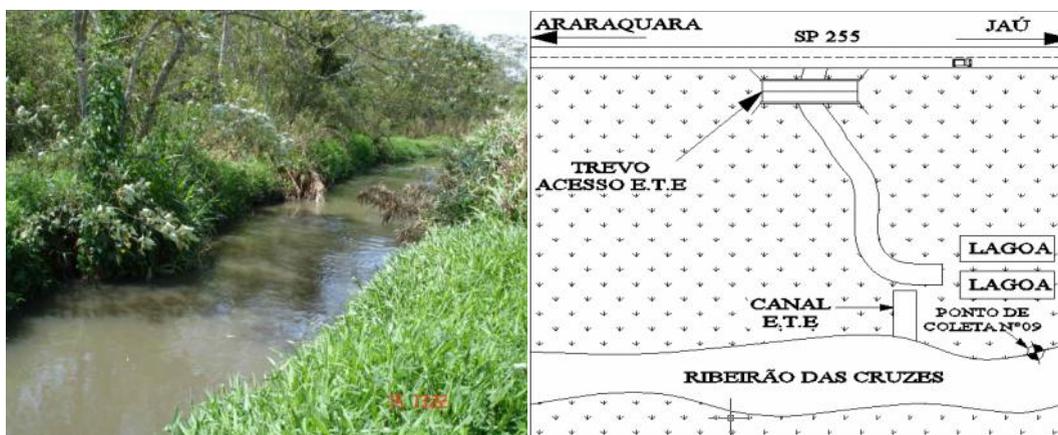


FIGURA 14 – Caracterização e localização da estação 9 no ribeirão da Cruzes.

A estação 10 localiza-se a jusante do represamento do córrego Lageado e à margem esquerda da via de acesso Araraquara/Gavião Peixoto à 2 Km da rodovia SP 310. O córrego encontra-se canalizado no local que corta a via de acesso e posteriormente cercado de plantação de cana de açúcar. No local pode-se observar a presença de plantas aquáticas no leito do córrego. Está a uma altitude de 588 m e localizada UTM 0785751 E e 7588360 N no fuso 22 S (FIGURA 15).



FIGURA 15 – Caracterização e localização da estação 10 no córrego Lageado.

Localizada na zona rural a estação 11 está a 17 km da estação 10, sendo seu maior trecho de acesso por estradas de terra. Suas margens são cobertas de mata ciliares, porém, com plantações de laranja em sua redondeza. Não há evidência de erosão na área e a interferência antrópica restringe-se a prática da agricultura. Está a uma altitude de 487 m e localizada UTM 0777884 E e 7581398 N no fuso 22 S (FIGURA 16).

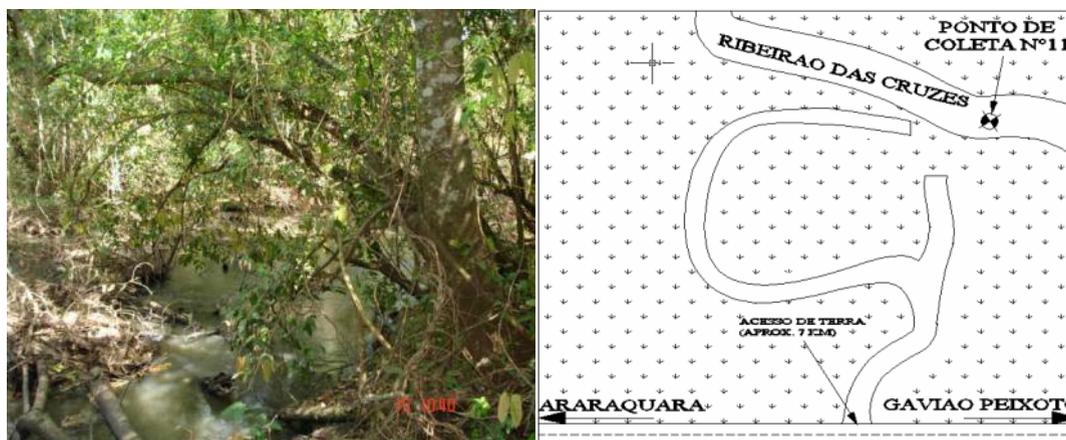


FIGURA 16 – Caracterização e localização da estação 11 no ribeirão das Cruzes.

A estação 12 encontra-se no Rio Jacaré-Guaçú sob a ponte da rodovia SP 255 sentido Araraquara/Jaú à 12 Km da SP 310. Esta estação caracteriza o monitoramento a montante da foz do ribeirão das Cruzes. A vegetação predominante na margem da coleta é a pastagem e na margem oposta nota-se a existência de vegetação arbórea. Localiza-se a uma altitude de 479 m e coordenadas UTM 0781524 E e 7579432 N no fuso 22 S (FIGURA 17).

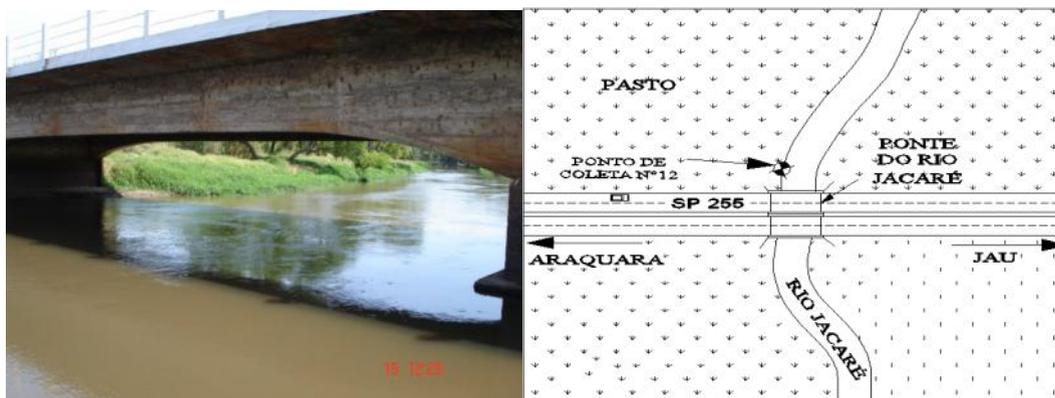


FIGURA 17 – Caracterização e localização da estação 12 no rio Jacaré-Guaçu.

A estação 13 caracteriza o monitoramento a jusante da foz do ribeirão das Cruzes no rio Jacaré Guaçu sendo seu acesso a 26 km da rodovia SP 310 pela via de acesso Araraquara/Gavião Peixoto. O local está protegido por matas ciliares, mas com grande influência de plantações de cana de açúcar ao redor. Está a uma altitude de 461 m e localização UTM 0763326 E e 7582162N no fuso 22 S (FIGURA 18).

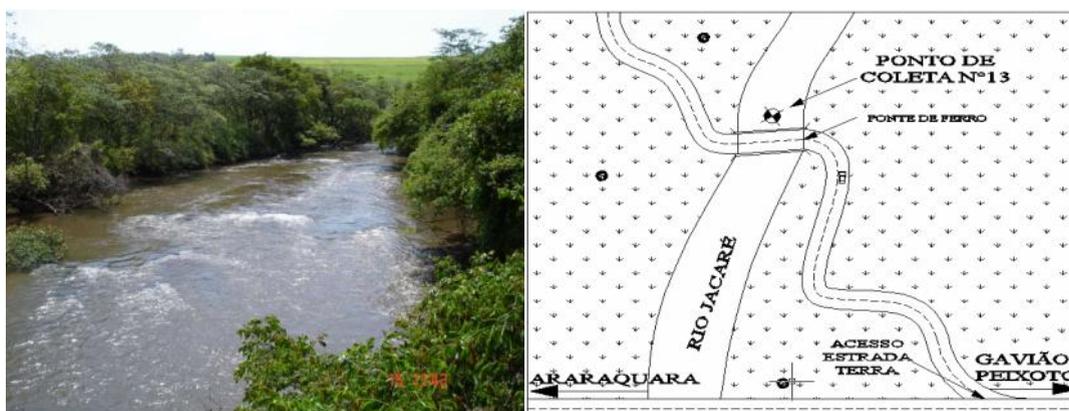


FIGURA 18 – Caracterização e localização da estação 13 no rio Jacaré-Guaçu.

6.2. Coleta e análise das amostras de água

Foram realizadas duas expedições de campo para coleta de amostras e caracterização dos recursos hídricos superficiais da sub-bacia, sendo a primeira no período seco realizada no mês de setembro de 2005 e a segunda no período de chuva, março de 2006.

A distribuição temporal para a caracterização da sub-bacia do ribeirão das Cruzes foi baseada no regime pluviométrico que influencia diretamente o nível hidrológico e os processos de transporte e diluição. As medidas físico-químicas e biológicas da água são consideradas como medidas instantâneas de uma dada condição ambiental.

Além disso, o DAAE – Araraquara realiza desde 2002 o monitoramento das estações pré-estabelecidas. A periodicidade de amostragem é bimestral e a base de dados disponibilizada é formada por coletas de 2002 a 2005.

A análise de alguns parâmetros físicos e químicos, referentes aos dados primários, foi realizada diretamente em campo através de equipamento portátil (modelo YSP 556), sendo que a maior parte dos parâmetros foram analisados no Laboratório de Análises Químicas, Microbiológicas e Controle Industrial (LACI), com sede na cidade de Lins (SP) dentro do campus da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação (FPTE). Esses parâmetros, bem como, os métodos adotados estão apresentados no QUADRO 3.

As amostras coletadas foram preservadas e armazenadas em recipientes sob refrigeração logo após a coleta. O período de coleta se estendeu aproximadamente das 8:00h às 14:00h e o tempo de transporte até o laboratório foi em média de duas horas e meia, onde as análises foram iniciadas imediatamente após sua chegada, o qual conta com toda infraestrutura necessária para as diferentes análises propostas.

QUADRO 3 – Variáveis analisadas e respectivos métodos analíticos.

Variável	Unid.	Sonda	Laboratório	Método
Temperatura da água	°C	X		APHA (1998) – Seção 2550 B. – Método de análise de campo
pH	-	X		APHA (1998) – Seção 4500 – Método eletrométrico
Oxigênio Dissolvido	mg/L	X		APHA (1998) – Seção 4500 O. – Método do eletrodo de membrana
QUADRO 3 – Variáveis analisadas e respectivos métodos analíticos (continuação)				

Variável	Unid.	Sonda	Laboratório	Método
Nitrogênio Nitrito	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 4500 Nitrogen Nitrite B. – Método colorimétrico.
Nitrogênio Nitrato	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 4500 Nitrogen Nitrate E. – Método de redução de cádmio.
Nitrogênio Amônia	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 4500 – Nitrogen Ammonia C. – Método titulométrico.
Fosfato	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 4500 Fósforo C. – Método Colorimétrico Vanadomolybdato de Amônio.
DBO	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 5210 B. – Método de incubação.
DQO	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 5220 B. – Método de refluxo aberto.
Sólidos Sedimentáveis	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 2540 F. – Método do Cone Imhoff.
Sólidos totais dissolvidos	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 2540 C. – Método de Sólidos Totais Dissolvidos Secos a 180 °C.
Turbidez	NTU		X	APHA (1998) – Seção 2130 B. – Método neflométrico.
Cor	mg/Pt		X	APHA (1998) – Seção 2120 B. – Método da comparação visual.
Óleos e graxas	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 5520 B. – Método de partição gravimétrica.
Coliformes	NMP/100 ml		X	APHA (1998) – Seção 9221 – Método de fermentação por tubos múltiplos.
Metais	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 3111 – Espectrometria de Absorção Atômica por Chama.
Merúrio	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 3112 B. – Espectrometria de Absorção Atômica com Geração de Vapor Frio.
Arsênio e Selênio	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 3114 B. – Método de Espectrometria de Absorção Atômica pela Geração Manual de Hidreto.
Compostos Orgânicos Voláteis	µg/L		X	EPA 524.2 – Método de Medida em Coluna Capilar.

QUADRO 3 – Variáveis analisadas e respectivos métodos analíticos (continuação)				
Variável	Unid.	Sonda	Laboratório	Método
Compostos Orgânicos Semi-voláteis	µg/L		X	EPA 525.2 – Método de determinação em água por extração de líquido-sólido.
Glifosato	µg/L		X	EPA 547 – Determinação de Glifosato em Água por Injeção Aquosa Direta por meio de HPLC com Derivação Pós Coluna e Det. de Fluorescência.
Sulfato	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 4500 Sulfate E. – Método Turbidimétrico.
Fluoreto	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 4500 Fluoride C. – Método do Eletrodo de Íon Específico.
Surfactantes	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 5540 C. – Método de Surfactantes Aniônicos como Substâncias Ativas ao Azul de Metileno.
Cloretos	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 4500 Chloride B. – Método Argentimétrico.
Fenóis	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 5530 D. Método Fotométrico Direto.
Cianetos	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 4500 Cyanide C. – Método de Cianeto Total Depois de Destilação
Sulfeto	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 4500 Sulfite B. – Método Iodométrico.
Cloro Residual Livre	mg/L		X	APHA (1998) – Seção 4500 Cl-G – Método Colorimétrico DPD (N,N – Diethyl – p – phenylenediamine).

6.3. Análise numérica dos dados

Os métodos hierárquicos são de grande eficiência, pois são técnicas simples onde os dados são particionados sucessivamente produzindo uma representação hierárquica dos agrupamentos.

Assim forma-se agrupamentos em cada estágio e com um grau de semelhança entre eles, isto no aspecto temporal e espacial.

O método hierárquico requer uma matriz contendo as medidas entre os agrupamentos, onde é conhecida como matriz de similaridade podendo ser representada graficamente através de um dendograma.

A análise dos agrupamentos foi realizada empregando-se a técnica de Análise Multivariada de Agrupamento Hierárquico (*Cluster Analysis*) com a construção gráfica utilizando o método das distâncias euclidianas.

Antes dos cálculos e análise gráfica dos resultados os parâmetros foram padronizados para uma mesma escala, este processo consiste em construir a matriz das variáveis a serem analisadas e transformá-las em logaritmo de base 10, eliminando assim, as diferenças entre as unidades de medidas utilizadas.

O programa utilizado para análise foi o “PAST – *Palaeontological Statistic*, versão 1.67”.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1. Análise dos dados históricos

A análise dos dados da série histórica de 2002 a 2005, da qualidade da água na sub-bacia do ribeirão das Cruzes, foi realizada com base nas médias do período e nas médias entre as estações para um mesmo período. Desta forma, pode-se observar com mais clareza as variações entre as estações e entre os períodos de amostragem.

Em todos os corpos d'água estudados observou-se um aumento da concentração de montante para jusante nas áreas sob influência da urbanização e entrada de efluentes. Após a passagem por estes pontos de interferência (impacto), nota-se a redução gradativa das concentrações devido a fenômenos de autodepuração, diluição e sedimentação.

Nesta mesma linha Marinelli apud Campagna (2005), avaliou a qualidade da água do rio Monjolinho desde sua nascente até a confluência, onde foi verificado os efeitos da ação antrópica, comprovada por um gradiente decrescente da qualidade da água desde a nascente.

Consideraram ainda que as principais funções de força que determinam a qualidade da água deste rio foram os lançamentos de esgoto doméstico e industrial, além da expansão das atividades agrícolas.

Estes fenômenos podem ser observados com mais evidência no ribeirão das Cruzes, onde existe a maior parte das estações de amostragem. Neste ribeirão verificou-se o aumento gradativo da concentração dos diversos parâmetros, sendo as estações de 2 a 5 sob a influência da área urbana, as estações 8 e 9 montante e jusante da ETE municipal e a estação 11 situado à jusante de todas as outras estações, onde podê-se observar a diminuição da concentração nos parâmetros estudados caracterizando uma tendência de retomada da qualidade inicial do corpo d'água.

Os valores de DQO, apresentados na TABELA 3, é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO geralmente são maiores que os da DBO. A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade do sistema. Sabe-se que o poder de oxidação do dicromato de potássio é maior do que o que resulta mediante a ação de microrganismos, exceto raríssimos casos como hidrocarbonetos aromáticos e piridina. Desta forma os resultados da DQO de uma amostra são superiores aos de DBO. Como na DBO mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO maior a biodegradabilidade no sistema monitorado.

Os valores de DQO apresentados na TABELA 3, mostraram uma maior concentração no período entre julho e novembro, ou seja, no período de estiagem, onde os valores variaram entre 1 mg/L na estação 10 no ano de 2003 e 137 mg/L na estação 9 do mesmo ano. Contudo, os valores médios entre as estações variaram entre 6,4 mg/L em 2002 a 52,8 mg/L em 2003.

TABELA 3 – Variação espaço temporal de DQO – Demanda Química de Oxigênio (mg/L) nas estações de coleta.

DQO	ESTAÇÕES													Média	D. P.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
10/2002	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	22,9	4,0	16	4,0	4,0	6,4	5,97
5/2003	6,5	2,00	2,00	2,00	13,3	2,00	2,00	18,6	136	59,1	41,4	16,0	9,8	23,9	37,87
7/2003	25,7	2,00	16,0	3,6	7,4	6,7	19,2	18,5	61,4	5,0	41,7	19,5	19,6	18,9	16,77
9/2003	46	34	43	42	29	33	66	88	137	17	63	46	42	52,8	31,03
11/2003	9	23	12	9	14	13	51	39	55	1	23	2,00	2,00	19,5	18,16
2/2004	12	1	2	11	45	4	35	9	34	8	27	18	32	18,3	14,59
3/2004	9	29	13	15	15	12	40	24	36	7	20	60	27	23,5	14,88
5/2004	5	9	55	17	25	16	14	18	54	20	41	34	21	25,3	15,96
7/2004	10	19	9	12	25	36	34	18	70	15	34	28	10	24,6	16,91
9/2004	12	10	26	30	34	25	75	18	101	22	40	30	46	36,0	25,83
11/2004	16	15	36	27	20	23	63	23	90	20	36	23	26	32,1	21,51
4/2005	3	2	7	9	13	12	43	8	62	12	41	41	30	21,7	19,33
6/2005	20	23	24	22	29	30	41	21	70	17	37	39	36	31,2	13,95
8/2005	35	5	32	14	23	2	3	8	75	41	38	32	33	26,3	20,40
11/2005	16	17	31	96	42	40	16	39	105	39	36	49	12	41,4	28,94
Média	15,3	13,0	20,8	20,8	22,5	17,3	33,8	23,5	74,0	19,0	35,6	29,4	23,3		
D. P.	12,14	10,77	16,06	23,60	11,91	13,01	23,69	20,54	34,30	15,96	11,26	16,24	13,51		

Legenda: D.P. (Desvio Padrão)

FONTE: DAAE (2006)

Comparativamente a estes resultados, pode-se observar os valores encontrados por Rodriguez (2001), em seu estudo sobre a avaliação da qualidade da água da Bacia do Alto Jacaré-Guaçu, onde análises realizadas no período de estiagem no rio do Monjolinho, apresentaram valores entre 22 mg/L a 54 mg/L.

A TABELA 4 apresenta os resultados de DBO encontrados e através destes pode-se observar a predominância de valores mais elevados no período seco.

TABELA 4 – Variação espaço temporal de DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L) nas estações de coleta.

DBO	ESTAÇÕES													Média	D. P.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
10/2002	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	16,7	2,0	13,1	2,0	2,0	4,0	4,90
5/2003	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	*	*
7/2003	NR	2,00	NR	2,0	2,0	2,0	12,8	15,5	48,1	2,0	24,6	15,3	7,5	12,2	14,16
9/2003	3,0	2,9	2,3	4,0	2,6	1,8	16,1	16,0	41,4	2,0	30,4	11,2	3,5	10,6	12,57
11/2003	1,0	4,7	1,0	1,0	1,0	5,3	25,0	12,5	30,4	1,0	12,3	1,0	1,0	7,5	9,95
2/2004	1,0	1,0	1,0	1,0	16,8	1,0	12,2	1,0	10,5	1,0	5,8	2,9	11,8	5,2	5,66
3/2004	2,0	2,5	2,0	2,0	2,0	2,0	12,7	2,4	9,4	2,0	2,0	4,6	3,5	3,8	3,39
5/2004	1,0	1,0	2,1	2,0	3,3	2,0	2,0	1,5	7,0	2,0	15,5	2,9	1,5	3,4	3,96
7/2004	2,0	2,0	2,0	2,0	4,4	5,4	5,5	5,2	16,3	2,0	10,9	4,8	4,5	5,2	4,17
9/2004	1,0	1,0	2,0	3,8	3,8	1,3	3,6	1,8	17,1	1,0	9,5	3,0	3,1	4,0	4,54
11/2004	1,0	1,0	4,0	5,0	2,0	2,0	8,0	2,0	21,0	2,0	6,0	4,0	5,0	4,7	5,23
4/2005	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	1,0	6,0	1,0	11,0	1,0	7,0	2,0	3,0	3,0	3,01
6/2005	2,0	2,0	1,0	3,0	4,0	1,0	5,0	1,0	11,0	1,0	11,0	4,0	2,0	3,6	3,49
8/2005	2,0	1,0	10,0	4,0	3,0	1,0	1,0	1,0	17,0	1,0	19,0	4,0	5,0	5,2	6,37
11/2005	1,0	1,0	2,0	1,0	7,0	1,0	2,0	1,0	30,0	2,0	13,0	3,0	2,0	5,2	8,35
Média	1,5	1,8	2,5	2,4	4,1	2,0	8,1	4,5	20,5	1,6	12,9	4,6	3,9		
D. P.	0,62	1,06	2,51	1,24	3,95	1,48	6,91	5,66	12,54	0,50	7,70	3,89	2,85		

Legenda: D.P. (Desvio Padrão); NR (Não Realizado)

FONTE: DAAE (2006)

Os valores de DBO no período chuvoso variarão entre 1,0 mg/L em diversos pontos do monitoramento e 30,4 mg/L na estação 9 em novembro de 2003, a jusante da ETE, onde se localiza a estação 9 no ano de 2003. Comparando aos estudos de Rodriguez (2001), onde foi encontrado valor máximo de 1,6 mg/L em um único ponto do rio Monjolinho, ressalva-se que todo o esgoto doméstico da cidade de Araraquara é captado e tratado, com eficiência mínima de 85% na redução da carga orgânica e na cidade de São Carlos recorte do objeto de estudo do rio Monjolinho os esgotos ainda são lançados diretamente nos mananciais.

No período seco, os valores também foram maiores. No rio Monjolinho o valor mais alto encontrado foi 24 mg/L, enquanto, no ribeirão das Cruzes foi de 48,1 mg/L na estação 9 no ano de 2003.

Comparando-se os valores da DQO e DBO como indicadores de matéria orgânica no sistema, pode-se observar que há uma alta biodegradabilidade pois, os resultados DBO se aproximam dos resultados da DQO. Levando em conta que os valores encontrados são

extremamente altos no âmbito espacial se comparado aos dados da região principalmente em virtude a influência antrópica dos efluentes tratados da ETE.

As TABELAS de 5 a 7, estão apresentados os valores da série de nitrogênio, onde além da ocorrência no elemento nitrogênio no estado molecular apresenta-se também nas águas naturais, sob a forma de compostos inorgânicos (nitrato, nitrito e amônia).

A variação espaço – temporal das concentrações de nitrito (mg/L) está apresentada na TABELA 5.

TABELA 5 – Variação espaço temporal do Nitrito (mg/L) nas estações de coleta.

Nitrito	ESTAÇÕES													Média	D. P.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
10/2002	0,003	0,003	0,008	0,011	0,051	0,005	0,004	0,009	0,092	0,004	0,122	0,065	0,117	0,038	0,05
5/2003	0,004	0,003	0,004	0,017	0,020	0,011	0,012	0,036	0,136	0,006	0,123	0,032	0,037	0,033	0,04
7/2003	0,002	0,004	0,006	0,008	0,048	0,003	0,008	0,088	0,421	0,003	0,394	0,067	0,065	0,1	0,15
9/2003	0,004	0,004	0,007	0,031	0,060	0,004	0,015	0,081	0,436	0,007	0,405	0,049	0,120	0,1	0,15
11/2003	0,003	0,004	0,006	0,004	0,065	0,013	0,013	0,229	0,426	0,004	0,076	0,044	0,064	0,1	0,12
2/2004	0,013	0,004	0,006	0,004	0,065	0,013	0,013	0,019	0,032	0,008	0,156	0,052	0,069	0,035	0,04
3/2004	ND	0,008	0,015	0,010	0,018	0,004	0,014	0,019	0,022	ND	0,130	0,017	0,021	0,025	0,04
5/2004	0,001	0,002	0,005	0,006	0,024	0,001	0,005	0,014	0,019	0,005	0,137	0,006	0,030	0,02	0,04
7/2004	0,003	0,004	0,007	0,009	0,023	0,003	0,004	0,012	0,424	0,003	0,190	0,051	0,033	0,1	0,12
9/2004	0,003	0,004	0,033	0,014	0,063	0,004	0,007	0,061	0,436	0,003	0,199	0,081	0,093	0,1	0,12
11/2004	0,002	0,005	0,006	0,004	0,040	0,003	0,007	0,060	0,062	0,006	0,089	0,027	0,032	0,026	0,03
4/2005	0,002	0,007	0,006	0,022	0,043	0,003	0,010	0,032	0,035	0,006	0,103	0,051	0,050	0,028	0,03
6/2005	0,003	0,006	0,008	0,015	0,041	0,003	0,007	0,049	0,057	0,004	0,135	0,059	0,052	0,033	0,04
8/2005	0,002	0,003	0,005	0,014	0,034	0,002	0,004	0,003	0,021	0,003	0,109	0,054	0,096	0,027	0,04
11/2005	0,002	0,002	0,002	0,009	0,060	0,003	0,004	0,029	0,060	0,005	0,075	0,041	0,115	0,031	0,04
Média	0,003	0,004	0,008	0,011	0,044	0,005	0,008	0,049	0,2	0,005	0,2	0,046	0,1		
D. P.	0,003	0,002	0,01	0,01	0,02	0,004	0,004	0,06	0,19	0,002	0,10	0,02	0,03		

Legenda: D.P. (Desvio Padrão); ND (Não Detectado)

FONTE: DAAE (2006)

São diversas as fontes de nitrogênio nas águas naturais. Os esgotos sanitários constituem em geral a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico devido à presença de proteínas e nitrogênio amoniacal. Devido à hidrólise sofrida pela uréia na água. Alguns efluentes industriais também colaboram para as descargas de nitrogênio orgânico e amoniacal nas águas. Nas áreas agrícolas, o escoamento das águas pluviais pelos solos fertilizados também contribui para a presença de diversas formas de nitrogênio.

Os valores médios encontrados referentes ao nitrito apresentaram índices mínimos e máximos de 0,003 mg/L na estação 1 e 0,2 mg/L nas estações 9 e 11 respectivamente.

Na TABELA 6 está apresentada a variação espaço – temporal da concentração de nitrato (mg/L).

TABELA 6 – Variação espaço temporal do Nitrato (mg/L) nas estações de coleta.

Nitrato	ESTAÇÕES													Média	D. P.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
10/2002	0,200	0,508	0,568	0,508	1,204	0,112	0,236	0,716	0,476	0,404	0,724	0,788	0,904	0,6	0,30
5/2003	0,108	0,152	0,100	0,252	0,584	0,192	0,232	0,352	0,240	0,140	0,984	0,472	0,672	0,3	0,26
7/2003	0,140	0,372	0,076	0,068	0,180	0,220	0,268	0,216	0,376	0,264	0,216	0,272	0,264	0,2	0,09
9/2003	0,096	0,208	0,324	0,216	0,028	0,172	0,220	0,292	0,328	0,048	0,352	0,408	0,380	0,2	0,12
11/2003	0,220	0,496	0,100	0,484	0,196	0,192	0,720	0,596	0,572	0,424	0,576	0,464	0,388	0,4	0,19
2/2004	3,30	3,90	1,90	2,50	7,60	4,10	1,30	3,30	5,40	2,90	6,50	2,20	6,10	3,9	1,93
3/2004	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	*	*
5/2004	0,18	ND	0,32	0,12	0,93	ND	0,10	0,49	0,18	0,24	0,06	0,52	0,39	0,3	0,25
7/2004	0,18	0,17	0,30	0,38	0,79	0,14	ND	0,36	0,46	0,65	1,01	1,06	0,59	0,5	0,32
9/2004	0,44	0,48	0,72	0,88	1,69	0,26	0,30	0,72	0,47	0,68	0,14	0,91	0,43	0,6	0,40
11/2004	0,13	0,02	0,30	0,70	1,10	0,41	0,49	1,07	0,80	0,28	0,67	0,93	0,80	0,6	0,35
4/2005	0,18	0,11	0,38	0,49	1,00	0,30	0,42	0,58	0,41	0,20	0,53	0,49	0,82	0,5	0,25
6/2005	0,03	0,08	0,52	0,46	1,66	0,14	0,18	0,86	0,66	0,23	0,84	1,30	1,17	0,6	0,52
8/2005	0,14	0,33	0,58	0,54	1,64	0,12	0,44	0,74	0,54	ND	0,29	0,58	0,86	0,6	0,41
11/2005	0,26	0,45	0,47	0,38	0,92	0,36	0,45	0,91	0,59	0,32	0,38	0,83	1,54	0,6	0,36
Média	0,4	0,6	0,5	0,6	1,4	0,5	0,4	0,8	0,8	0,5	0,9	0,8	1,1		
D. P.	0,84	1,02	0,45	0,60	1,87	1,08	0,31	0,76	1,33	0,74	1,63	0,49	1,48		

Legenda: NR (Não realizado); ND (Não detectável); DP (Desvio Padrão), * Parâmetro não realizado

FONTE: DAAE (2006)

O nitrato é a última etapa do ciclo do nitrogênio antes que este retorne a fase gasosa ou seja incorporado novamente a matéria orgânica pelas plantas.

O valor mínimo encontrado foi de 0,02 mg/L no mês de novembro de 2004, na estação 2 e o valor máximo foi de 7,6 mg/L no mês de fevereiro de 2004 na estação 5. Com relação aos valores médios encontrados, o mínimo e máximo foram de 0,4 mg/L (Estação 1) e de 1,4 mg/L (Estação 5) respectivamente.

A fonte deste nitrato pode ser as mais diversas, contudo, dada as condições locais da estação que apresentou o maior nível (Estação 5), pode-se considerar que as fontes principais deste nitrato provavelmente foram o escoamento superficial urbano, haja visto, que a estação

localiza-se no fim do trecho urbano, e lançamento de efluentes sanitários clandestinos nas galerias pluviais.

A variação espaço – temporal das concentrações de amônia (mg/L) está apresentada na TABELA 7.

TABELA 7 – Variação espaço temporal da Amônia (mg/L) nas estações de coleta.

Amônia	ESTAÇÕES													Média	D. P.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
10/2002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6,49	ND	2,84	ND	ND	4,7	2,58
5/2003	ND	ND	ND	0,06	ND	ND	ND	ND	9,06	ND	1,124	ND	ND	3,4	4,92
7/2003	0,10	0,18	ND	0,18	0,36	ND	7,27	0,69	6,13	0,02	8,45	0,47	0,32	2,2	3,31
9/2003	0,04	ND	ND	1,95	0,23	ND	7,83	1,84	3,69	ND	4,15	0,30	0,36	2,3	2,58
11/2003	0,07	0,67	0,11	0,01	0,08	0,04	1,95	0,23	5,88	0,05	0,09	0,11	0,04	0,7	1,64
2/2004	0,12	0,08	0,09	0,07	0,19	0,01	0,66	0,05	1,44	0,05	1,58	0,12	0,06	0,3	0,54
3/2004	0,06	ND	0,04	ND	0,05	ND	0,53	0,13	6,68	0,08	2,95	0,85	0,09	1,1	2,14
5/2004	0,15	0,11	0,12	0,05	0,22	ND	0,12	0,01	5,52	0,02	5,20	0,29	0,05	1,0	2,04
7/2004	0,11	0,05	0,04	0,06	0,15	ND	0,06	ND	4,35	0,04	3,31	0,17	0,47	0,8	1,52
9/2004	ND	ND	0,84	0,14	0,64	0,03	1,86	0,07	4,40	0,02	4,05	0,16	0,07	1,1	1,63
11/2004	ND	ND	ND	ND	0,69	ND	ND	0,44	7,37	ND	4,92	0,09	0,07	2,3	3,11
4/2005	ND	0,06	0,04	0,18	0,41	0,16	1,64	0,15	5,04	0,12	3,74	0,17	0,18	1,0	1,67
6/2005	0,03	0,21	0,11	0,16	0,52	0,04	2,21	0,14	5,47	0,02	3,76	0,25	0,25	1,0	1,73
8/2005	0,15	0,16	0,26	0,66	0,87	0,17	0,25	0,30	9,43	0,21	7,00	0,59	0,66	1,6	2,99
11/2005	ND	ND	0,02	0,12	0,71	ND	0,10	0,08	9,44	0,05	9,26	0,25	0,23	2,0	3,86
Média	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,1	2,0	0,3	6,0	0,1	4,2	0,3	0,2		
D. P.	0,05	0,20	0,24	0,55	0,27	0,07	2,69	0,51	2,21	0,06	2,55	0,22	0,19		

Legenda: ND (Não Detectado); D.P. (Desvio Padrão)

FONTE: DAAE (2006)

Como pode ser observado os valores obtidos variaram de 9,44 mg/L (Estação 9) a 0,01 mg/L (Estação 4). Um fato relevante de ser observado é que ambos os valores, mínimo e máximo, foram obtidos no mês de novembro, ou seja, no período chuvoso.

A análise deste mesmo parâmetro, no rio Monjolinho e ribeirão do Feijão, realizado por Rodriguez (2001), mostraram concentrações entre 0,034 mg/L e 0,178 mg/L, no período chuvoso, e 0,050 mg/L e 3,100 mg/L no período de estiagem. Nota-se, portanto, uma grande diferença entre os valores máximos encontrados no ribeirão da Cruzes com relação ao valor máximo do estudo de Rodriguez (2001).

O alto valor encontrado na estação 9 no ribeirão das Cruzes deve-se a proximidade do lançamento do efluente da ETE de Araraquara. O nitrogênio amoniacal nos indica se o ponto de monitoramento está sofrendo uma influência recente das fontes de contaminação por

esgoto doméstico, pois esta é caracterizada pela presença de uréia hidrolisada proveniente de fontes diretas de proteínas.

Desta forma, pode-se dizer que em média, excluindo-se a estação 9 sobre influência da ETE no ribeirão das Cruzes, os resultados dos dois estudos são similares.

A variação espaço – temporal da concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) está apresentada na TABELA 8.

O oxigênio dissolvido nas águas é um elemento essencial à vida aquática, além de ser um indicador da presença de matéria biodegradável no meio. É proveniente do oxigênio da atmosfera que se dissolve na água devido a diferença de pressão parcial.

TABELA 8 – Variação espaço temporal de oxigênio dissolvido (mg/L) nas estações de coleta.

OD	ESTAÇÕES													Média	D. P.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
10/2002	5,9	6,0	7,0	6,1	7,0	6,2	6,7	6,7	5,9	6,8	3,1	4,4	5,9	6,0	1,11
5/2003	5,4	6,6	5,4	5,6	6,1	5,6	6,4	6,6	5,3	7,2	4,3	6,5	6,8	6,0	0,80
7/2003	6,9	6,1	5,8	6,6	7,3	7,0	2,1	6,0	5,7	7,8	2,9	5,8	6,6	5,9	1,64
9/2003	6,6	6,6	5,9	5,9	6,6	6,0	1,6	6,0	5,6	7,1	2,6	4,6	6,3	5,5	1,62
11/2003	6,4	4,5	5,4	6,5	6,8	5,6	1,3	6,5	5,4	7,1	2,5	5,6	6,1	5,4	1,69
2/2004	5,8	6,3	6,3	6,8	6,2	6,2	2,9	7,1	6,8	7,2	3,8	4,9	6,3	5,9	1,28
3/2004	6,0	6,2	5,2	6,2	6,5	6,5	4,3	6,7	5,8	7,0	3,6	5,1	6,5	5,8	1,02
5/2004	6,7	6,7	5,5	6,7	6,9	7,2	5,8	7,2	6,2	7,5	3,4	6,2	6,9	6,4	1,06
7/2004	7,5	6,6	5,3	6,7	6,5	7,9	6,3	7,0	7,2	7,6	3,5	6,0	7,7	6,6	1,19
9/2004	6,2	5,8	4,2	5,2	5,6	6,6	2,0	6,4	6,4	7,0	2,6	5,0	6,0	5,3	1,53
11/2004	5,6	5,4	4,7	5,0	5,8	6,2	5,8	6,4	5,8	6,6	2,5	4,9	5,2	5,4	1,04
4/2005	5,7	4,7	3,2	3,3	6,7	3,0	4,2	7,5	6,1	6,7	3,3	5,1	5,9	5,0	1,54
6/2005	6,9	6,1	5,9	6,3	6,9	7,1	6,1	7,3	6,3	7,5	3,7	5,9	6,7	6,3	0,94
8/2005	6,9	7,1	6,9	6,8	6,4	6,9	7,5	7,7	6,9	8,7	3,5	6,2	6,9	6,8	1,16
11/2005	4,6	5,5	5,0	5,9	5,9	6,1	6,5	6,7	5,9	6,7	3,6	5,0	6,7	5,7	0,97
Média	6,2	6,0	5,4	6,0	6,5	6,3	4,6	6,8	6,1	7,2	3,3	5,4	6,4		
D. P.	0,75	0,72	0,97	0,92	0,47	1,10	2,13	0,50	0,55	0,53	0,53	0,65	0,57		

Legenda: D.P. (Desvio Padrão)

FONTE: DAAE (2006)

O valor máximo encontrado para o oxigênio dissolvido foi de 8,7 mg/L (Estação 10) no período seco e o valor mínimo de 1,3 mg/L (Estação 07) no período chuvoso.

Em média temos, novamente, a estação 10 com a maior concentração de oxigênio dissolvido (7,2 mg/L), contudo, a concentração mínima de oxigênio verificou-se na estação 11

(3,3 mg/L), onde se pode verificar uma interferência do meio terrestre em épocas de alta pluviosidade devido ao fenômeno de transporte e influência da ETE para oxidar a amônia lançada, pois em todas as coletas o OD foi baixo.

Os valores encontrados na estação 10 estão relacionados ao fato desta estação se encontrar na área com menos interferência antrópica da sub-bacia, no córrego Lageado.

Quanto a estação 11, os resultados encontrados estão, supostamente, relacionados ao fenômeno de autodepuração do corpo d'água, ou seja, a montante desta estação encontra-se a estação 9, onde ocorre o lançamento do efluente tratado da ETE e ao fenômeno de transporte de matéria orgânica para o leito do rio.

Na TABELA 9 está apresentada a variação espaço – temporal da turbidez (UNT).

TABELA 9 – Variação espaço temporal da turbidez (UNT) nas estações de coleta.

Turbidez	ESTAÇÕES													Média	D. P.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
10/2002	16,0	19,0	6,0	15,0	27,0	18,0	13,0	20,0	61,0	15,0	31,0	14,0	12,0	20,5	13,73
5/2003	11,0	14,0	9,0	45,0	74,0	30,0	34,0	37,0	51,0	15,0	40,0	36,0	37,0	33,3	18,24
7/2003	11,0	8,0	18,0	14,0	8,0	14,0	22,0	12,0	44,0	13,0	26,0	20,0	16,0	17,4	9,58
9/2003	15,0	12,0	19,0	19,0	6,0	24,0	29,0	415,0	264,0	19,0	24,0	27,0	23,0	68,9	124,13
11/2003	10,0	18,0	13,0	15,0	10,0	29,0	46,0	67,0	72,0	14,0	37,0	39,0	28,0	30,6	20,88
2/2004	127,0	58,0	12,0	50,0	32,0	17,0	26,0	36,0	54,0	30,0	64,0	40,0	54,0	46,2	29,09
3/2004	36,0	30,0	16,0	27,0	37,0	19,0	48,0	36,0	47,0	74,0	17,0	30,0	27,0	34,2	15,68
5/2004	14,0	17,0	6,0	14,0	21,0	12,0	21,0	16,0	45,0	17,0	24,0	17,0	13,0	18,2	9,25
7/2004	15,0	15,0	9,0	11,0	17,0	13,0	15,0	16,0	48,0	15,0	30,0	14,0	12,0	17,7	10,37
9/2004	11,0	18,0	18,0	20,0	14,0	20,0	50,0	14,0	54,0	13,0	23,0	15,0	12,0	21,7	13,92
11/2004	13,0	20,0	15,0	17,0	14,0	21,0	24,0	129,0	119,0	27,0	28,0	27,0	27,0	37,0	39,02
4/2005	28,0	6,0	12,0	16,0	60,0	15,0	35,0	34,0	36,0	17,0	10,0	17,0	23,0	23,8	14,68
6/2005	16,0	23,0	28,0	30,0	82,0	29,0	36,0	28,0	50,0	36,0	35,0	32,0	42,0	35,9	16,19
8/2005	8,0	15,0	11,0	19,0	94,0	15,0	28,0	12,0	52,0	23,0	26,0	27,0	28,0	27,5	22,96
11/2005	8,0	13,0	8,0	22,0	37,0	17,0	22,0	19,0	69,0	23,0	26,0	38,0	33,0	25,8	16,20
Média	22,6	19,1	13,3	22,3	35,5	19,5	29,9	59,4	71,1	23,4	29,4	26,2	25,8		
D. P.	29,84	12,24	5,88	11,44	28,67	5,96	11,45	102,85	56,80	15,57	12,15	9,53	12,23		

Legenda: D.P. (Desvio Padrão)

FONTE: DAAE (2006)

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (e esta redução se dá por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão tais como, partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos como plâncton em geral, etc. A erosão das margens dos

rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas.

Os resultados podem ser observados na TABELA 9, onde nota-se maiores valores de turbidez no período chuvoso, com média de 35,6 NTU, enquanto, no período seco, tem-se médias de 24,8 NTU.

Contudo, estes valores se tornam ainda mais evidentes se comparados os valores máximos e mínimos, onde se tem o valor máximo de 68,9 UNT no período chuvoso e 17,4 UNT no período seco.

A variação espaço – temporal da cor (mgPt/L) está apresentada na TABELA 10.

TABELA 10 – Variação espaço temporal da cor (mgPt/L) nas estações de coleta.

Cor	ESTAÇÕES													Média	D. P.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
10/2002	36,0	33,0	20,0	35,0	38,0	65,0	35,0	42,0	89,0	35,0	68,0	43,0	38,0	44,4	18,53
5/2003	24,0	30,0	20,0	74,0	85,0	75,0	76,0	63,0	76,0	35,0	90,0	75,0	61,0	60,3	24,35
7/2003	22,0	18,0	44,0	30,0	19,0	33,0	44,0	33,0	64,0	28,0	47,0	35,0	31,0	34,5	12,76
9/2003	32,0	28,0	46,0	43,0	19,0	60,0	68,0	430,0	240,0	41,0	55,0	50,0	40,0	88,6	116,75
11/2003	74,0	138,0	80,0	153,0	83,0	157,0	179,0	138,0	226,0	114,0	110,0	110,0	86,0	126,8	44,45
2/2004	219,0	44,0	38,0	93,0	64,0	63,0	62,0	81,0	102,0	71,0	60,0	110,0	134,0	87,8	47,80
3/2004	85,0	62,0	37,0	57,0	68,0	61,0	74,0	55,0	69,0	94,0	52,0	65,0	61,0	64,6	14,44
5/2004	28,0	30,0	28,0	31,0	33,0	37,0	45,0	33,0	63,0	42,0	53,0	43,0	33,0	38,4	10,52
7/2004	27,0	27,0	23,0	29,0	28,0	36,0	36,0	32,0	67,0	34,0	55,0	36,0	27,0	35,2	12,44
9/2004	32,0	32,0	44,0	53,0	37,0	62,0	62,0	42,0	78,0	34,0	58,0	45,0	39,0	47,5	14,10
11/2004	32,0	39,0	37,0	47,0	25,0	81,0	58,0	97,0	112,0	56,0	71,0	66,0	78,0	61,5	26,04
4/2005	82,0	89,0	83,0	150,0	176,0	130,0	181,0	166,0	225,0	170,0	115,0	120,0	131,0	139,8	43,11
6/2005	64,0	107,0	130,0	112,0	225,0	77,0	101,0	106,0	184,0	106,0	97,0	120,0	99,0	117,5	42,90
8/2005	59,0	63,0	62,0	111,0	253,0	77,0	85,0	77,0	218,0	83,0	113,0	92,0	80,0	105,6	60,38
11/2005	76	75	90	150	101	120	144	124	257	111	153	143	107	127,0	47,18
Média	59,5	54,3	52,1	77,9	83,6	75,6	83,3	101,3	138,0	70,3	79,8	76,9	69,7		
D. P.	49,74	34,62	31,22	46,67	75,52	35,23	47,96	99,97	76,12	41,65	31,50	36,09	36,09		

Legenda: D.P. (Desvio Padrão)

FONTE: DAAE (2006)

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Dentre os colóides orgânicos podem-se mencionar os ácidos húmico e fúlvico, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos

orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos. Também os esgotos sanitários se caracterizam por apresentarem predominantemente matéria em estado coloidal, além de diversos efluentes industriais.

Na TABELA 10, pode-se observar que os valores de coloração da sub-bacia do ribeirão das Cruzes ficaram entre 257 mgPt/L e 18 mgPt/L, deixando evidenciado que a grande diferença é ocasionada pela presença da ETE, onde temos uma interferência pontual ocasionada pelos efluentes tratados, mas portanto se excluída tal estação, nota-se que a média das demais estações é aproximadamente 73,7 mgPt/L.

Na TABELA 11 está apresentada a variação espaço – temporal do pH.

TABELA 11 – Variação espaço temporal da concentração de pH – Hidrogeniônica (íon H⁺) nas estações de coleta.

pH	ESTAÇÕES													Média	D.P.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
10/2002	6,7	6,8	6,8	6,5	7,0	6,7	6,6	6,9	7,5	6,6	7,0	6,9	6,9	6,8	0,3
5/2003	7,2	7,5	7,3	7,1	7,4	6,8	7,0	7,1	7,6	7,0	7,2	7,0	7,3	7,2	0,3
7/2003	6,8	7,0	6,9	6,6	7,0	6,6	6,6	6,5	7,4	6,8	6,9	6,8	7,0	6,8	0,3
9/2003	6,4	6,6	6,4	6,6	6,8	6,4	6,5	7,0	7,3	6,7	6,9	6,6	6,9	6,6	0,3
11/2003	7,2	6,8	6,9	7,0	7,0	6,7	6,7	7,1	7,3	7,3	7,1	7,1	7,0	7,0	0,3
2/2004	6,7	6,8	6,7	6,7	6,7	6,6	6,7	7,1	7,2	6,9	6,6	6,5	6,9	6,7	0,5
3/2004	6,6	6,7	6,6	6,7	7,1	6,5	6,6	7,0	7,2	7,0	6,8	6,8	7,1	6,8	0,3
5/2004	7,0	7,0	6,9	6,7	6,9	6,9	6,8	7,0	7,2	7,2	7,2	7,2	7,3	7,0	0,3
7/2004	7,2	6,8	6,6	6,6	6,8	6,7	6,7	6,8	7,0	7,0	6,8	6,9	6,8	6,8	0,5
9/2004	6,9	6,7	6,6	6,5	6,6	6,7	6,4	6,9	7,2	7,1	6,8	6,9	6,9	6,7	0,3
11/2004	7,9	7,4	7,6	7,4	7,3	7,9	7,5	7,5	7,8	7,7	7,1	7,4	7,2	7,5	0,3
4/2005	7,3	6,6	6,8	6,6	6,8	6,6	6,8	7,0	6,9	6,8	7,2	6,8	6,7	6,8	0,4
6/2005	6,8	7,2	6,6	7,1	7,2	6,8	7,4	7,0	7,2	7,1	7,0	6,9	7,3	7,0	0,3
8/2005	7,4	7,5	7,2	7,3	7,0	7,4	7,2	7,0	7,0	7,0	7,0	7,1	7,3	7,2	0,4
11/2005	7,2	7,0	7,0	6,7	7,4	6,8	7,4	7,2	6,6	7,2	7,0	7,0	7,0	7,0	0,2
Média	6,9	6,9	6,8	6,7	6,9	6,7	6,7	7,0	7,1	7,0	7,0	6,9	7,0		
D.P.	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3		

D.P. – Desvio Padrão

FONTE: DAAE (2006)

O pH por definição consiste no logaritmo negativo da concentração de íons hidrogênio. A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é

muito importante, determinadas condições de pH podem contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; ou exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes.

O pH, representado na TABELA 11, não sofreu grandes variações, obtendo resultados médios entre 6,7 e 7,1, sendo que a maior média encontrada referem-se a estação 9. As médias e desvios padrões foram obtidos com base na concentração hidrogeniônica $[H^+]$ e posteriormente convertido em logarítmico através da fórmula $\log[H^+]/-1$.

As TABELAS 12 e 13 apresentam os resultados das concentrações de coliformes totais e fecais respectivamente, variáveis de qualidade de água indicadoras do estado sanitário.

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O uso das bactérias coliformes termotolerantes 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, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera.

A variação espaço – temporal da concentração de coliformes totais (NMP/100ml) está apresentada na TABELA 12.

TABELA 12 – Variação espaço temporal de Coliformes Totais (NMP/100 mL) nas estações de coleta (Valores x 10^4).

C. Tot.	ESTAÇÕES													Média	D.P.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
10/2002	0,92	1,99	4,96	29,10	20,60	0,59	7,44	1,61	120,00	0,30	6,87	2,06	0,55	15,15	32,69
5/2003	1,74	2,36	2,50	41,00	10,20	1,47	5,40	3,59	37,00	2,51	14,10	3,95	2,58	9,88	13,45
7/2003	0,21	0,86	0,19	13,50	11,80	0,91	34,40	1,39	20,50	0,49	7200,00	1,61	1,50	560,57	1994,93
9/2003	0,13	1,80	2,31	23,50	6,20	0,18	17,10	2,25	26,30	0,17	1,94	2,21	2,14	6,63	9,26
11/2003	0,62	7,59	7,46	0,31	21,40	1,90	253,00	4,58	43,70	0,32	3,44	2,95	1,68	26,84	69,02
2/2004	0,29	1,55	1,78	3,20	24,20	4,30	100,00	0,35	4,17	0,37	1,92	2,02	1,98	11,24	27,40
3/2004	0,32	6,70	13,10	2,99	22,00	1,40	219,00	2,12	26,50	0,31	2,55	1,61	2,33	23,15	59,46
5/2004	1,34	5,80	19,10	8,20	20,90	1,90	46,00	2,76	26,80	1,71	2,71	2,04	4,30	11,04	13,53
7/2004	0,98	4,30	3,20	7,90	17,50	1,08	9,30	1,44	22,60	1,33	1,76	3,92	5,40	6,21	6,75
9/2004	1,16	1,54	3,34	12,20	9,60	0,92	4,53	2,11	25,60	0,44	2,57	2,14	0,35	5,12	7,12
11/2004	1,23	1,72	6,20	8,20	16,30	1,50	1,99	2,12	17,10	1,05	2,08	1,56	1,88	4,84	5,67

4/2005	1,68	3,58	2,63	13,70	24,10	1,39	1,22	1,14	16,50	1,92	1,93	1,75	1,41	5,61	7,48
6/2005	1,01	5,66	2,05	6,62	10,00	0,95	4,60	1,59	14,30	1,27	5,30	22,80	4,80	6,23	6,32
8/2005	1,20	8,80	2,50	18,00	21,00	0,72	1,40	1,50	28,00	0,03	2,10	0,80	2,30	6,80	9,35
11/2005	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	*	*
Média	0,92	3,88	5,09	13,46	16,84	1,37	50,38	2,04	30,65	0,87	517,81	3,67	2,37		
D.P.	0,53	2,60	5,15	11,26	6,11	0,97	83,32	1,06	27,45	0,77	1923,27	5,57	1,49		

FONTE: DAAE (2006)

As concentrações de coliformes totais observados nas estações variaram em média entre $0,87 \times 10^4$ NMP/100 ml e $0,50 \times 10^4$ NMP/100 ml. O valor menor encontrado foi de $0,03 \times 10^4$ NMP/100 ml (Estação 10) no período seco e valor maior de $250,0 \times 10^4$ (Estação 7) no período chuvoso.

Na TABELA 13 está apresentada a variação espaço-temporal da concentração de coliformes fecais (NMP/100ml).

TABELA 13 – Variação espaço temporal de coliformes fecais (NMP/100mL) nas estações de coleta.

E. coli	ESTAÇÕES													Média	D.P.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
10/2002	0,00	0,02	1,58	7,12	4,35	0,05	2,95	0,09	20,10	0,03	0,91	0,02	0,00	2,86	5,62
5/2003	0,14	0,05	0,10	6,00	0,50	0,25	0,60	1,22	12,50	0,06	3,20	0,76	0,18	1,97	3,59
7/2003	0,00	0,03	0,01	2,60	1,10	0,02	7,10	0,21	2,10	0,01	0,70	0,05	0,02	1,07	2,01
9/2003	0,01	0,04	0,06	8,00	0,90	0,01	1,10	0,10	7,00	0,03	0,44	0,06	0,04	1,37	2,75
11/2003	0,03	4,38	0,19	0,04	4,80	0,20	111,00	0,72	11,30	0,03	0,36	0,09	0,02	10,24	30,45
2/2004	0,02	0,43	0,58	0,41	9,80	2,10	35,00	0,11	2,00	0,03	0,04	0,20	0,64	3,95	9,69
3/2004	0,03	0,90	0,80	1,40	6,80	0,20	61,00	0,46	9,60	0,09	0,26	0,19	1,21	6,38	16,67
5/2004	0,04	1,40	0,90	1,30	4,50	0,06	3,00	0,16	8,90	0,07	1,10	0,10	0,20	1,67	2,55
7/2004	0,39	0,20	0,10	1,00	5,80	0,21	0,20	0,07	2,40	0,02	0,27	0,07	0,20	0,84	1,62
9/2004	0,02	0,06	1,73	1,40	0,20	0,05	0,64	0,07	7,00	0,01	0,33	0,03	0,02	0,89	1,92
11/2004	0,14	0,15	0,60	0,70	2,60	0,21	0,61	0,33	3,50	0,05	0,04	0,03	0,03	0,69	1,09
4/2005	0,11	0,92	0,09	1,50	7,60	0,10	1,00	0,12	1,50	0,08	0,02	0,07	0,05	1,01	2,06
6/2005	0,02	1,24	0,24	2,42	0,50	0,06	0,60	0,05	2,00	0,01	0,10	0,30	0,30	0,60	0,79
8/2005	0,09	0,70	0,06	3,30	7,30	0,04	0,10	0,16	7,40	0,00	0,18	0,07	0,30	1,52	2,73
11/2005	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	*	*
Média	0,07	0,75	0,50	2,66	4,05	0,25	16,06	0,28	6,95	0,04	0,57	0,15	0,23		
D.P.	0,10	1,15	0,57	2,56	3,14	0,54	32,49	0,33	5,32	0,03	0,83	0,19	0,33		

Legenda: D.P. (Desvio Padrão); NR (Não Realizado).

FONTE: DAAE (2006).

Os coliformes fecais sofreram uma variação em média entre $0,04 \times 10^4$ NMP/100 ml e $16,1 \times 10^4$ NMP/100 ml, sendo o valor mínimo encontrado $0,001 \times 10^4$ NMP/100 ml (Estação 1) e o valor máximo $110,0 \times 10^4$ NMP/100 ml (Estação 7), ambos no período chuvoso.

Comparativamente, temos o estudo realizado por Vasconcellos (2006), sobre a qualidade microbiológica das águas do rio São Lourenço, São Lourenço do Sul/RS, onde foram obtidos valores médios de coliformes totais de 100,0 NMP/100 ml e coliformes fecais 1,63 NMP/100 ml, no período chuvoso, indicando certa compatibilidade entre os estudos se associado o desvio padrão.

As características pluviométricas são, sem dúvida, uma das forças motrizes para a variação espacial e temporal nos ambientes aquáticos.

Os dados pluviométricos, apresentados na FIGURA 19, confirmam a tendência de precipitação característica de clima tropical, onde existe a ocorrência maior de chuvas no período de outubro a março, com destaque para os meses de dezembro a fevereiro e, período de seca entre os meses de abril a setembro.

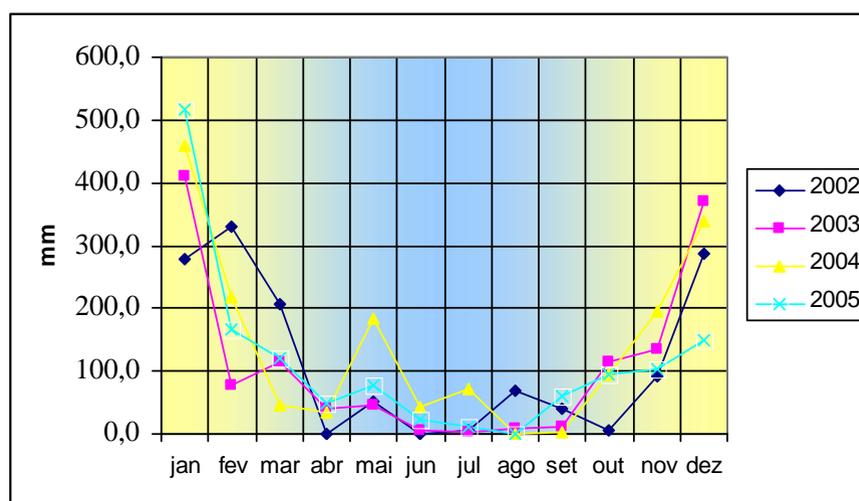


FIGURA 19 - Dados pluviométricos relativos ao período de 2002 a 2005.

Fonte: DAAE (2006)

Com base nos dados pluviométricos podê-se verificar a incidência de concentrações baixas em diversos parâmetros nos períodos de seca, principalmente nos meses de julho a setembro, embora haja ocorrido algumas exceções.

7.2. Viabilidade técnica

7.2.1. Análise da qualidade hídrica da sub-bacia

Para melhor visualização da similaridade existente entre as diversas estações, os dados históricos fornecidos pelo DAAE, foram tratados de forma estatística o que possibilitou a elaboração de um dendograma, a partir do qual pode-se separar as estações em agrupamentos de similaridade.

O dendograma de similaridade temporal entre as estações de coleta em função da variação espacial dos valores médios para o período está apresentado na FIGURA 20. O dendograma está representado por uma escala de similaridade, com base na distância euclidiana, que varia de 0 a -0,9 utilizada para apresentação e discussão dos resultados.

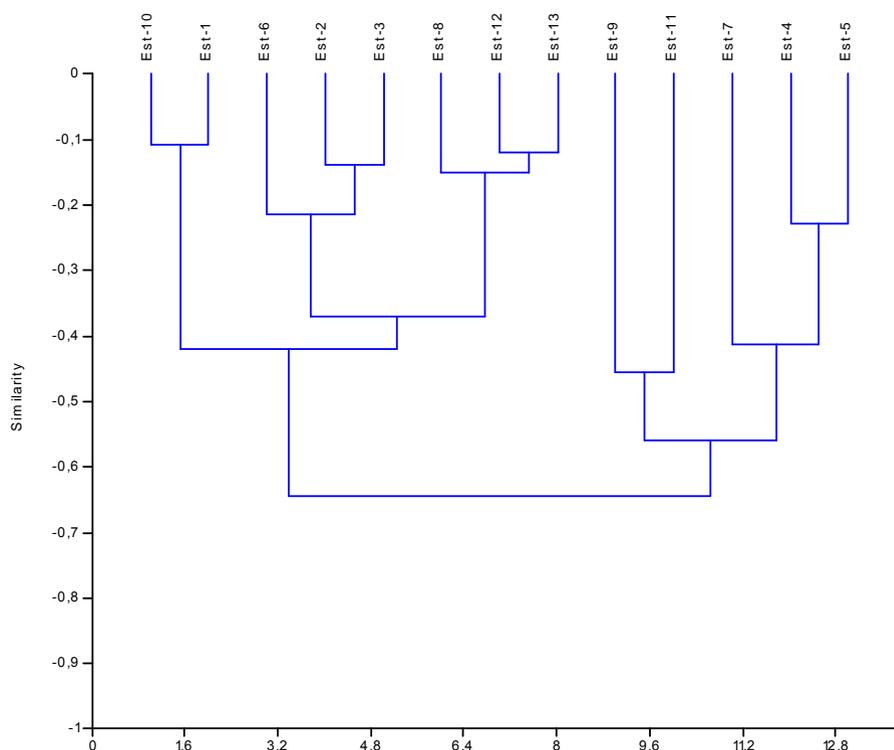


FIGURA 20 – Dendograma de similaridade temporal entre as estações de coleta em função da variação espacial dos valores médios para o período de 2002 a 2005.

Os resultados da análise numérica dos dados corroboram a idéia da heterogeneidade espacial da qualidade da água superficial na sub-bacia do ribeirão das Cruzes. Este fato é

compreensivo, considerando os diversos usos e ocupação do solo na região, que interferem diretamente nas características físico-químicas da água de cada estação de amostragem.

Entretanto, a partir desse grupo maior que corresponde a todas as estações de amostragem da sub-bacia, ramificam-se diferentes subgrupos com alta similaridade.

Pode-se verificar grande similaridade espaço-temporal nos agrupamentos representado pelas estações próximas as nascentes, ou seja, estações 1 e 10 e no agrupamento das estações 2 e 3, ambos com similaridade próximas a -0,1.

Com o mesmo grau de similaridade dos grupos anteriormente mencionados (-0,1) está o agrupamento das estações 12 e 13. Tal grupo não corresponde a área de nascentes, contudo, localizam-se na área de maior vazão da bacia no rio Jacaré-Guaçú, o que provavelmente contribui para esta similaridade.

A estação 8, comparativamente com as estações 12 e 13, apresentou grau de similaridade de aproximadamente -0,14, embora situadas em regiões distintas da bacia.

Em outro nível de similaridade estão as estações 4, 5 e 6. A estação 6 apresenta similaridade de -0,2 em relação ao agrupamento das estações 2 e 3. Já entre as estações 4 e 5, existe um grau de similaridade de aproximadamente -0,22.

Encontra-se também em terceiro nível de similaridade nas estações da sub-bacia, que correspondem principalmente às estações 7, 9 e 11. O grau de similaridade destas estações foi de -0,4 para a estação 7 quando comparada as estações 4 e 5 e de aproximadamente -0,45 entre as estações 9 e 11.

Cabe a devida atenção à baixa similaridade entre as estações 9 e 11, que mesmo tratando-se de estações seqüenciais, refletem a intensidade do impacto causado pelo lançamento do efluente tratado da ETE. Isso pode ser explicado supostamente por fenômenos de diluição e autodepuração do corpo d'água.

A FIGURA 21, a seguir, apresenta um mapeamento espaço-temporal de similaridade entre as estações, onde pontos de amostragem com mesma coloração possuem o mesmo grau de similaridade ou aproximados.

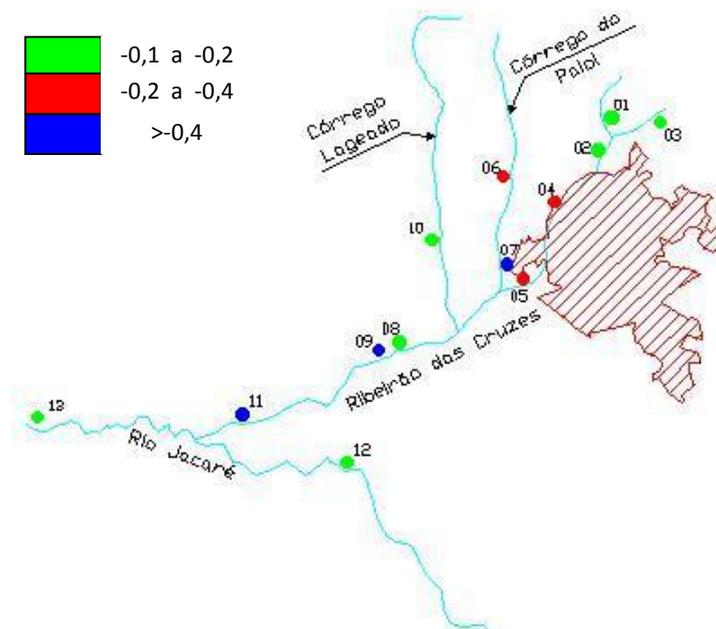


FIGURA 21 – Mapa de similaridade espaço-temporal entre as estações (2002 a 2005).

O mapa apresentado na FIGURA 21 demonstra a heterogeneidade espacial na sub-bacia em função da qualidade dos recursos hídricos superficiais.

Uma série de forças motrizes atua no sistema, entre elas: os tipos de fatores geográficos, antrópicos e climáticos que podem influenciar na variação da similaridade entre as estações da sub-bacia.

7.2.2. Parâmetros

Os parâmetros utilizados para caracterização da qualidade da água da sub-bacia do ribeirão das Cruzes, nos períodos seco e chuvoso, seguiram as diretrizes da resolução CONAMA 357/2005.

Contudo, dos 97 parâmetros constantes na resolução CONAMA 357/2005, apenas 3 não foram analisados, tendo sido excluídos o urânio total, densidade de cianobactérias e clorofila-a em função da falta de estrutura laboratorial.

Na TABELA 14 a seguir, encontra-se os parâmetros que tiveram suas concentrações detectadas pelo método utilizado. Esta TABELA inclui os parâmetros que foram detectados em ambos os períodos ou em pelo menos um deles.

TABELA 14 – Parâmetros que foram detectados conforme limite do método.

Parâmetro	Unidade	Limite do Método	Conc. da Resolução CONAMA 357/05 - Classe IV
Óleos e graxas	mg/L	5,0	toleram-se iridescência
DBO	mg/L	<3,0	N.C.
Oxigênio dissolvido	mg/L	>0,1	>2,0 mg/L
pH	--	--	6,0 a 9,0
Sólidos sedimentáveis	mg/L	0,1	N.C.
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	10,0	N.C.
Sulfatos	mg/L	1,0	N.C.
Sulfetos	mg/L	<20,0	N.C.
Surfactantes	mg/L	0,025	N.C.
Turbidez	UNT	0,01	N.C.
Cor aparente	mgPt/L	1,0	N.C.
Cloretos	mg/L	0,15	N.C.
Fluoretos	mg/L	<0,05	N.C.
Fosfato total	mg/L	10,0	N.C.
Alumínio	mg/L	<0,01	N.C.
Bário	mg/L	<0,01	N.C.
Chumbo	mg/L	<0,002	N.C.
Cromo	mg/L	<0,008	N.C.
Cobre	mg/L	<0,004	N.C.
Ferro total	mg/L	0,01	N.C.
Manganês	mg/L	0,005	N.C.
Zinco	mg/L	<0,01	N.C.
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	10,0	N.C.
Nitrito	mg/L	5,0	N.C.
Nitrato	mg/L	<11,0	N.C.
Coliformes totais	NMP/100ml	<1,0x10 ⁰	N.C.
Coliformes fecais	NMP/100ml	<1,0x10 ⁰	N.C.

Legenda: N.C. – Não Consta Padrão

Dos 94 parâmetros analisados, somente em 27 parâmetros deles foram encontradas concentrações detectáveis pela metodologia utilizada. Os outros 65 parâmetros tiveram suas concentrações não detectadas ou não eram objetáveis, ou seja, dos parâmetros ensaiados apenas 28,7% obtiveram alguma concentração detectada.

Os parâmetros que apresentaram algum nível de concentração foram basicamente os mesmos em ambos os períodos, contudo, algumas exceções foram verificadas.

No período seco (set/2005) foram detectados concentrações de 26 parâmetros, ou seja, todos os apresentados na TABELA 14, com exceção do parâmetro chumbo, que foi encontrado exclusivamente no período chuvoso (mar/2006).

Com relação ao período chuvoso, foram detectadas concentrações de 25 parâmetros que compõe a TABELA 14, excetuando-se os parâmetros sulfeto e cromo, que não foram encontrados nesse período.

Tais divergências podem estar relacionadas, supostamente, as alterações da vazão, condições climáticas e características sazonais das fontes de poluição (pontuais e difusas), que afetam diretamente nas condições de qualidade das águas de uma bacia hidrográfica.

Como pode-se observar, a CONAMA 357/2005 apresenta parâmetros bastante completos para análise das condições qualitativas dos recursos hídricos, porém, excessivos para projetos de monitoramento, tendo em vista que, grande parte dos parâmetros contemplados na legislação não foram detectados em diferentes períodos sazonais.

Isto decorre do fato que a presença de determinadas substâncias químicas, varia de acordo com as características geomorfológicas, pedológicas e geotécnicas do local, além das características de uso e ocupação do solo da região.

Diante disso, especificamente, para esta região, apenas 27 parâmetros contidos na legislação mostraram-se suficientes para um efetivo monitoramento da qualidade da água, tendo em vista que os demais 67 parâmetros não apresentaram resultados considerados significativos, muitos deles não sendo nem mesmo detectados pela metodologia adotada para análise.

7.2.3. Frequência de amostragem

Atualmente, o monitoramento realizado pelo Departamento de Água e Esgoto de Araraquara é realizado a cada dois meses desde 2002.

Nas FIGURAS, de 22 a 29 estão apresentados os gráficos das variações nas concentrações dos parâmetros com base nas médias das diversas estações ao longo do período.

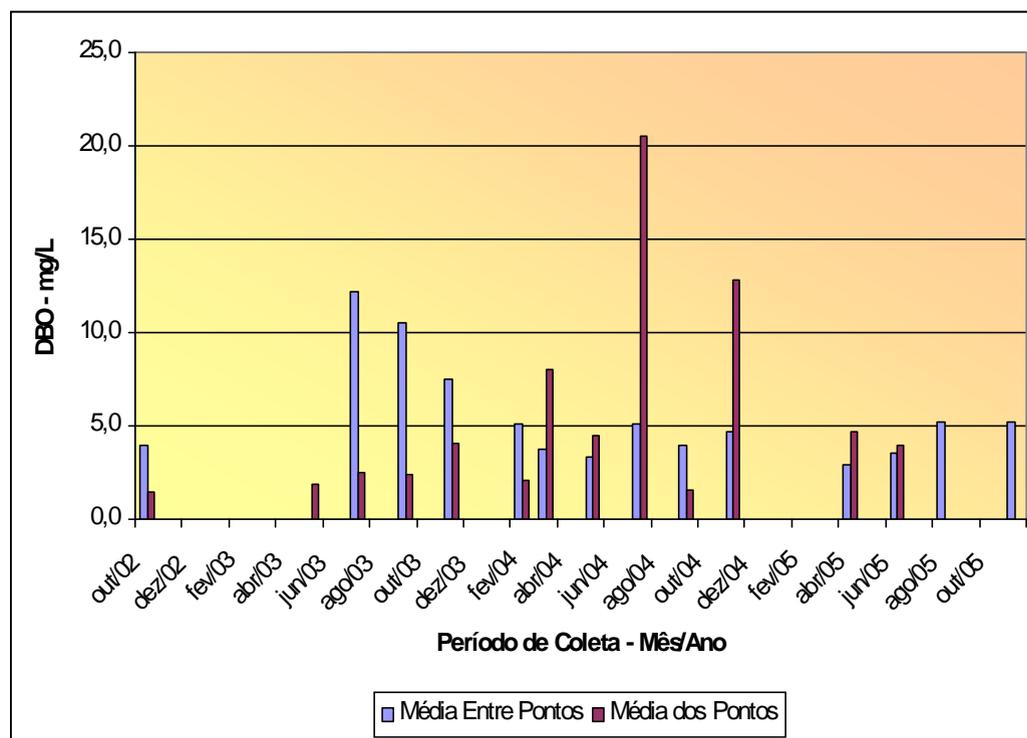


FIGURA 22 – Média das concentrações de DBO no decorrer do período.

A média das concentrações apresentadas entre as estações demonstra maior concentração no ano de 2003 nos períodos de agosto a dezembro onde o volume pluviométrico variaram entre 9 a 370 mm conforme dados do DAAE. Agora a média das estações teve destaque em agosto de 2004 principalmente na estação 9 com média de 20,5 mg/L.

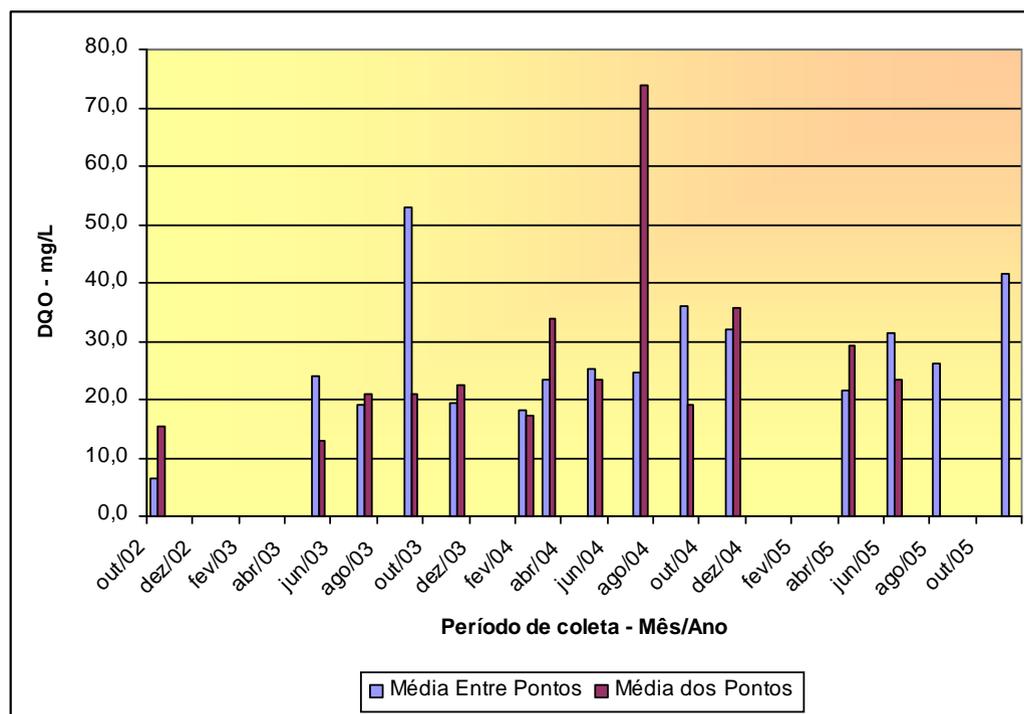


FIGURA 23 – Média das concentrações de DQO no decorrer do período.

Quanto ao parâmetro DQO a média das estações estão relacionadas proporcionalmente na ordem de três vezes a concentração de DBO, demonstrando a interligação destes parâmetros para o sistema analisado, onde com maior destaque está a estação 9 com concentração de 74 mg/L no mesmo período de agosto de 2004.

A relação da média entre as estações encontra-se maiores concentrações nos períodos de estiagem.

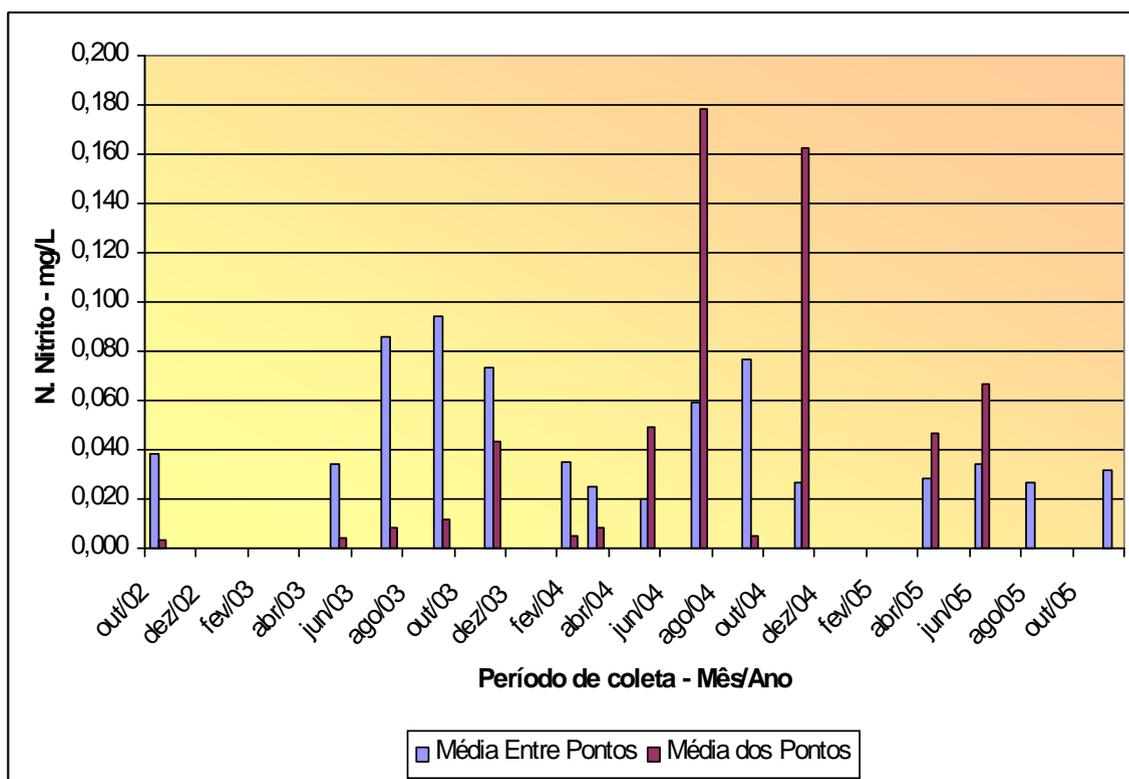


FIGURA 24 – Média das concentrações de nitrito no decorrer do período

A forma primeira de oxidação do nitrogênio é medido pela concentração de Nitrito nas estações de amostragem, onde as médias tanto entre as estações quanto nos pontos amostrados demonstraram-se abaixo do valor máximo permitido na classe III da Resolução CONAMA 357/05, onde o valor seria de 1,0 mg/L.

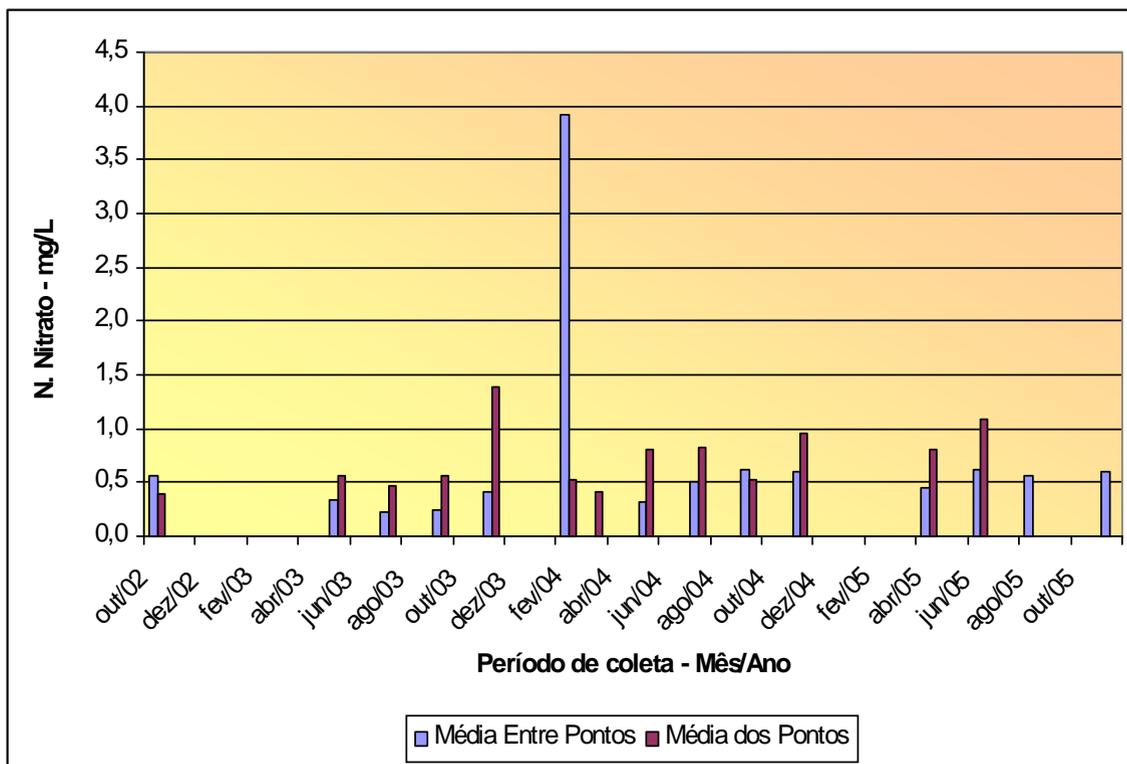


FIGURA 25 – Média das concentrações de nitrato no decorrer do período.

Igualando-se a forma oxidada mais estável do nitrogênio temos as concentrações de Nitrato também estavam a baixo dos valores máximos permitidos conforme a Resolução CONAMA 357/05 – Classe III, onde o valor é de 10,0 mg/L.

Cabe destacar que as médias entre as estações variaram abaixo de 1,0 mg/L e a média das estações não superarão a 1,5 mg/L, ressaltando ao período de fevereiro de 2004 com concentração média de 3,9 mg/L, onde a estação 5 que encontra-se a jusante do perímetro urbano a concentração foi de 7,6 mg/L.

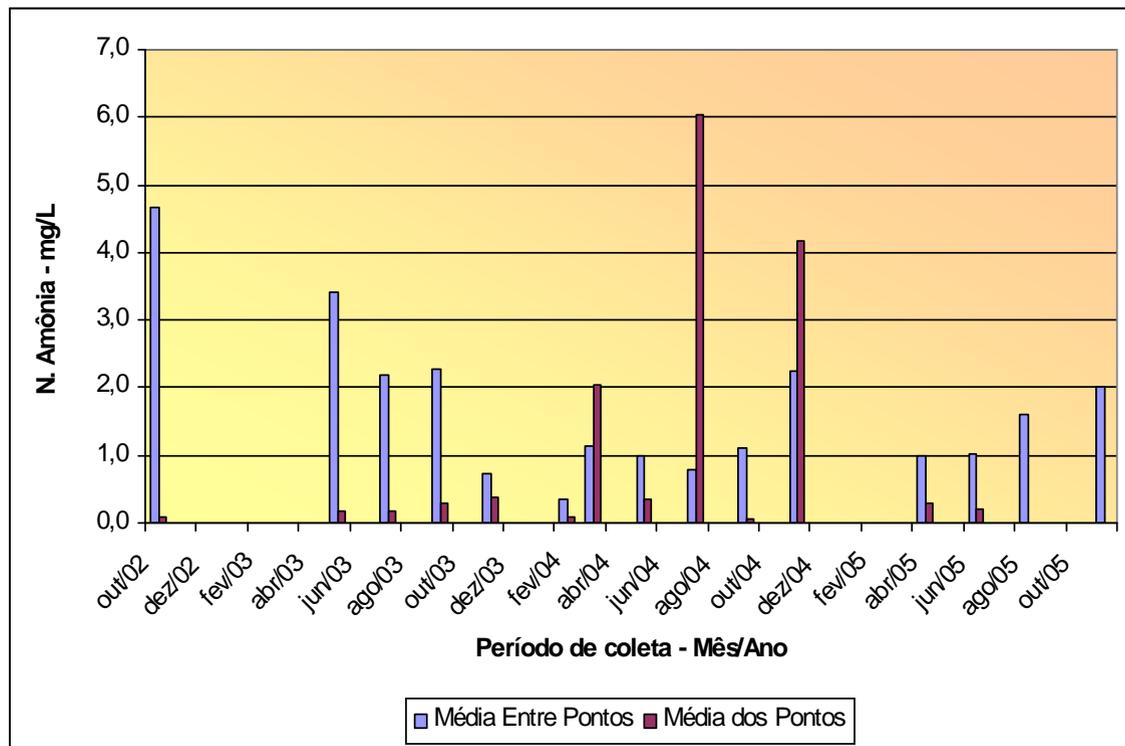


FIGURA 26 – Média das concentrações de amônia no decorrer do período.

O Nitrogênio Amoniaco está relacionado a presença de material em decomposição relativamente recente, onde em agosto de 2004 pode-se observar uma concentração de 6,0 mg/L onde esta média está relacionada na estação 9, isto é, a jusante da estação de tratamento de esgoto. A média entre os pontos estiveram em concentrações mais elevadas no período de estiagem e principalmente nos pontos a jusante do perímetro urbano.

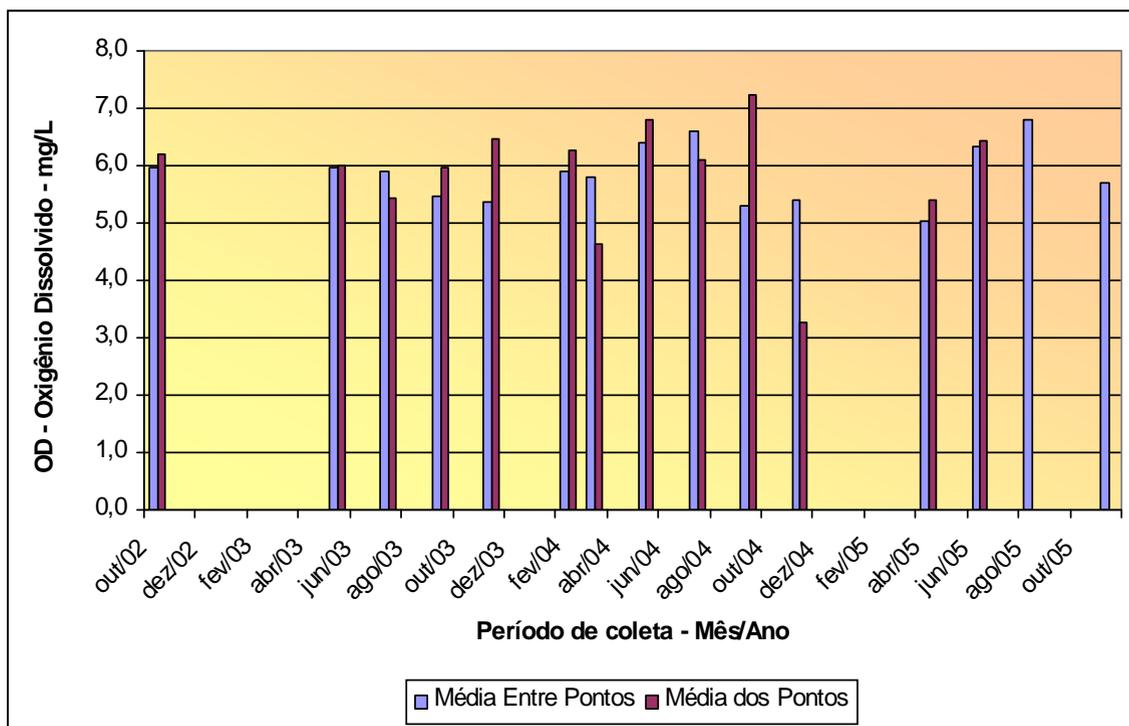


FIGURA 27 – Média das concentrações de oxigênio dissolvido no decorrer do período.

A concentração de oxigênio dissolvido está diretamente ligado ao equilíbrio da vida aquática do sistema em monitoramento, onde um dos principais agentes redutores seria a presença de matéria orgânica, na qual é medido através da Demanda Bioquímica de Oxigênio.

A média dos pontos variaram entre 5,0 a 6,8 mg/L de oxigênio dissolvido, sendo que a menor média entre os pontos está na estação 11 com 3,3 mg/L onde está ligado diretamente com a influência antrópica em períodos chuvosos e concentração de 7,2 mg/L na estação 10.

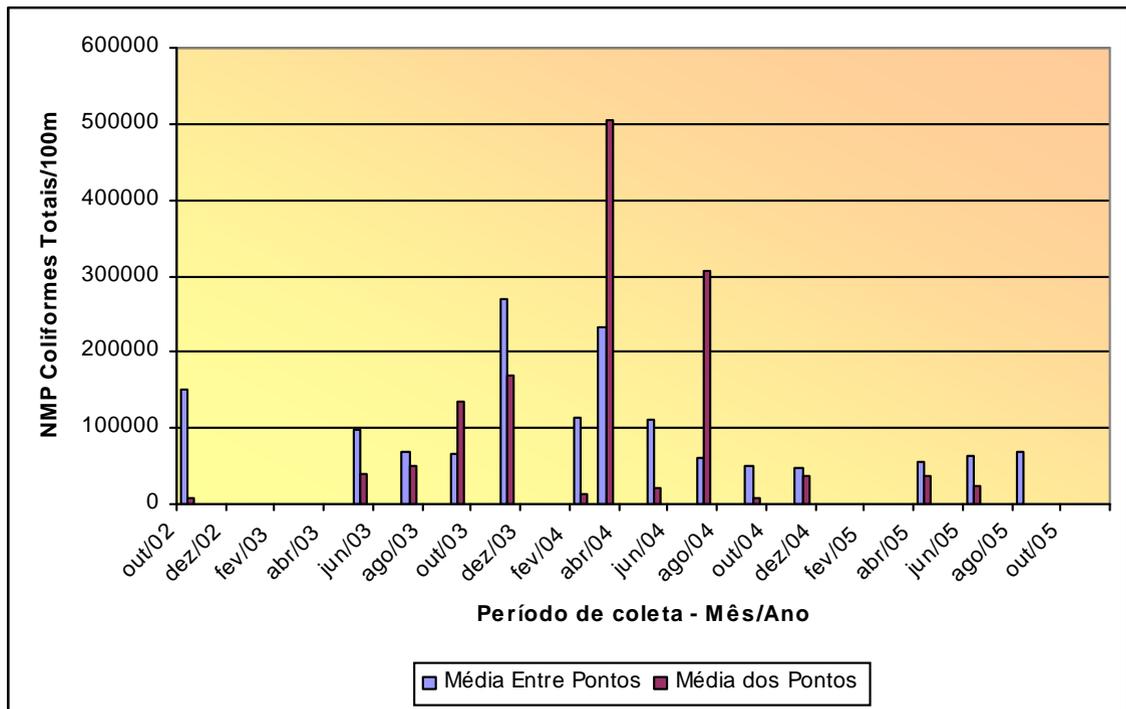


FIGURA 28 – Média das concentrações de NMP de coliformes totais no decorrer do período.

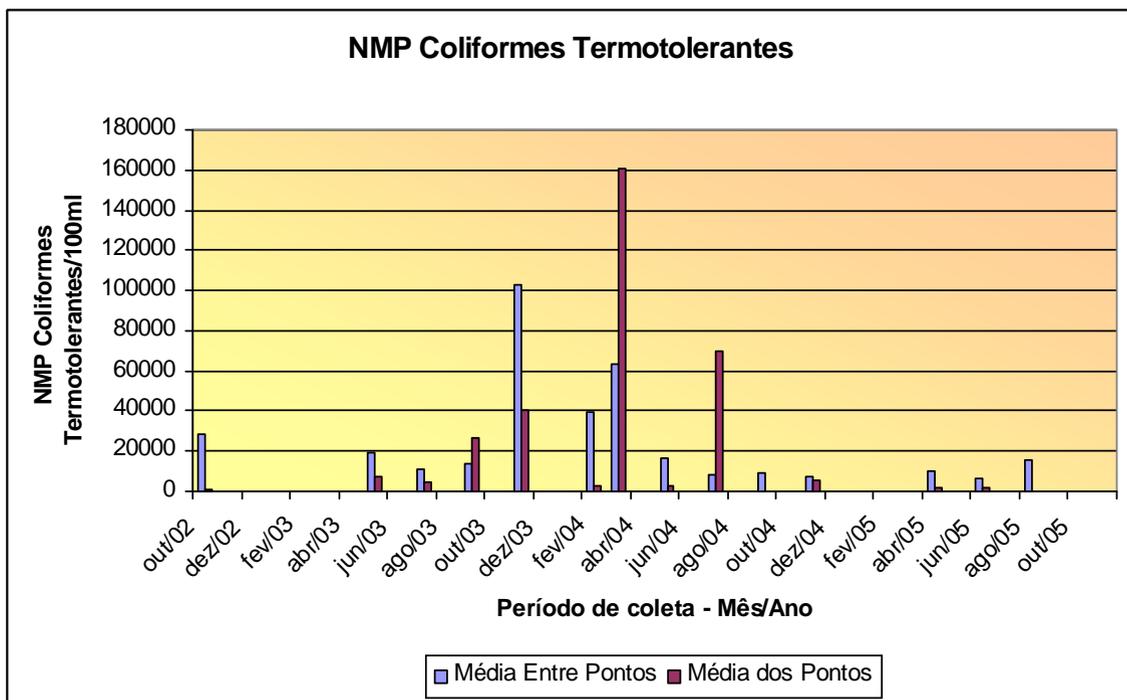


FIGURA 29 – Média das concentrações de NMP de coliformes fecais no decorrer do período.

Nas FIGURAS 28 e 29 estão as concentrações dos microorganismos do grupo coliformes, onde além de indicadores de qualidade sanitária do sistema demonstram as influencias diretas a esta sub-bacia tão importantes para o abastecimento público.

Uma maior concentração destes microorganismos foi evidenciado no final do período chuvoso de 2004 com concentrações na ordem de $1,6E+5$.

Nota-se, portanto que os parâmetros ensaiados apresentaram uma irregularidade constante nas suas concentrações nos diversos períodos. Em muitos períodos foram observadas tendências sazonais, com diversos picos das concentrações em determinados momentos.

Corroborando com isso, a TABELA 15 apresenta a similaridade existente entre os meses de coleta, o que torna possível a visualização da dinâmica ocorrida no período. Para tal estudo, foi estabelecido a fim de comparação os valores abaixo de 0,25 como limite superior de similaridade entre os meses. Este valor foi estabelecido com base na comparação entre esta TABELA 15 e os resultados brutos, onde constatou-se que acima deste limite as diferenças entre as médias se tornavam significativas.

TABELA 15 – Tabela de similaridade entre os meses do período.

	out/02	mai/03	jul/03	set/03	nov/03	fev/04	mar/04	mai/04	jul/04	set/04	nov/04	abr/05	jun/05	ago/05	nov/05
out/02	0	0,23	0,58	0,44	0,39	0,49	0,30	0,31	0,37	0,38	0,35	0,36	0,40	0,30	0,32
mai/03	0,23	0	0,61	0,27	0,37	0,48	0,25	0,22	0,30	0,28	0,22	0,24	0,27	0,18	0,23
jul/03	0,58	0,61	0	0,65	0,57	0,77	0,58	0,59	0,63	0,67	0,69	0,71	0,69	0,66	0,61
set/03	0,44	0,27	0,65	0	0,41	0,54	0,40	0,37	0,33	0,29	0,29	0,34	0,31	0,29	0,34
nov/03	0,39	0,37	0,57	0,41	0	0,38	0,21	0,38	0,43	0,44	0,49	0,41	0,45	0,36	0,24
fev/04	0,49	0,48	0,77	0,54	0,38	0	0,35	0,44	0,43	0,43	0,46	0,40	0,41	0,37	0,38
mar/04	0,30	0,25	0,58	0,40	0,21	0,35	0	0,25	0,38	0,38	0,38	0,33	0,37	0,27	0,16
mai/04	0,31	0,22	0,59	0,37	0,38	0,44	0,25	0	0,21	0,25	0,25	0,24	0,26	0,22	0,29
jul/04	0,37	0,30	0,63	0,33	0,43	0,43	0,38	0,21	0	0,11	0,22	0,24	0,22	0,24	0,37
set/04	0,38	0,28	0,67	0,29	0,44	0,43	0,38	0,25	0,11	0	0,19	0,22	0,19	0,22	0,35
nov/04	0,35	0,22	0,69	0,29	0,49	0,46	0,38	0,25	0,22	0,19	0	0,20	0,15	0,16	0,33
abr/05	0,36	0,24	0,71	0,34	0,41	0,40	0,33	0,24	0,24	0,22	0,20	0	0,12	0,13	0,30
jun/05	0,40	0,27	0,69	0,31	0,45	0,41	0,37	0,26	0,22	0,19	0,15	0,12	0	0,16	0,33
ago/05	0,30	0,18	0,66	0,29	0,36	0,37	0,27	0,22	0,24	0,22	0,16	0,13	0,16	0	0,21
nov/05	0,32	0,23	0,61	0,34	0,24	0,38	0,16	0,29	0,37	0,35	0,33	0,30	0,33	0,21	0

Fonte: DAAE (2006); PAST (2007).

Como pode-se observar, existe baixa similaridade entre os diversos meses estudados, descaracterizando evidências nítidas de influências sazonais, climáticas e outras decorrentes das mudanças de dinâmica ocorridas no decorrer do ano.

Tal fato pode ser verificado, como exemplo, nos meses de julho, onde foi encontrada baixa similaridade entre os anos de 2003 e 2004. Também no mês de setembro, encontram-se divergências, pois, o mês de setembro de 2003 não apresenta similaridade com nenhum outro mês estudado, enquanto o mês de setembro de 2004 apresentou similaridade com os meses de novembro de 2004 e abril, junho e agosto de 2005.

Isto se deve principalmente, ao fato de os fatores que influenciam nesta dinâmica serem inconstantes ao longo do ano, podendo variar a todo momento em escala regional e até mesmo local.

7.2.4. Análise das estações de amostragem

Existem hoje, 13 estações de amostragem distribuídas nos diversos corpos d'água existentes na sub-bacia, que são monitorados pelo Departamento de Água e Esgoto de Araraquara. Entre elas estão as estações 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 11 no ribeirão das Cruzes, as estações 6 e 7 no córrego Paiol, a estação 10 no córrego Lageado e as estações 12 e 13 no rio Jacaré-Guaçú.

Na TABELA 16 está apresentada a similaridade existente entre as estações localizadas no ribeirão das Cruzes, quanto mais próximo de zero estiver os resultados maior similaridade entre as estações.

TABELA 16 – Tabela de similaridade entre as estações de amostragem no ribeirão das Cruzes.

	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Estação 5	Estação 8	Estação 9	Estação 11
Estação 1	0	0,47241	0,35678	1,2009	0,91003	0,74643	1,2261	0,99776
Estação 2	0,47241	0	0,32038	0,84336	0,72994	0,49778	1,0177	0,9344
Estação 3	0,35678	0,32038	0	0,91228	0,70973	0,49898	1,0492	0,89677
Estação 4	1,2009	0,84336	0,91228	0	0,77784	0,65151	0,9675	1,1879
Estação 5	0,91003	0,72994	0,70973	0,77784	0	0,59589	0,52692	0,5761
Estação 8	0,74643	0,49778	0,49898	0,65151	0,59589	0	0,82101	0,84003
Estação 9	1,2261	1,0177	1,0492	0,9675	0,52692	0,82101	0	0,5198
Estação 11	0,99776	0,9344	0,89677	1,1879	0,5761	0,84003	0,5198	0

Como pode-se ver, é baixa a similaridade entre as estações no ribeirão das Cruzes. As estações 1, 2 e 3, como era esperado e evidenciado na TABELA 16, mostraram-se as mais similares, devido à localização da estação 3 na nascente e as demais a sua jusante. A partir daí, o ribeirão começa a sofrer interferências antrópicas mais acentuadas devida a urbanização, o que gera uma maior degradação de sua qualidade.

A diferença de similaridade existente entre as estações 3 (nascente) e 5 (fim do trecho urbano), demonstra a ocorrência da variação da qualidade da água em consequência dos fatores degradantes urbanos, por isso, tais estações são estratégicas na verificação da interação do uso e ocupação do solo na qualidade dos recursos hídricos.

Outro fato importante de ser observado, diz respeito às estações 8 e 9. Observa-se neste trecho uma diferença de similaridade elevada entre as estações apesar de encontrarem-se a poucos metros uma da outra. Isto torna de fácil visualização o efeito do despejo de efluentes tratados da ETE de Araraquara.

Com relação às demais estações da bacia, têm-se na TABELA 17 a similaridade existente entre as estações do córrego Paiol e rio Jacaré-Guaçú.

TABELA 17 – Tabela de similaridade entre as estações de amostragem do córrego Paiol e rio Jacaré-Guaçú.

Paiol - 2005			Paiol – 2006		
	Estação 6	Estação 7		Estação 6	Estação 7
Estação 6	0	0,93054	Estação 6	0	0,57306
Estação 7	0,93054	0	Estação 7	0,57306	0

Jacaré – Guaçu - 2005			Jacaré – Guaçu – 2006		
	Estação 12	Estação 13		Estação 12	Estação 13
Estação 12	0	0,80745	Estação 12	0	0,56753
Estação 13	0,80745	0	Estação 13	0,56753	0

Nota-se que é baixa a similaridade entre as estações durante os dois períodos de amostragem, principalmente no período seco (set/2005).

No córrego Paiol a diferença de similaridade justifica-se, pela distância de aproximadamente 3,5 km, na qual o córrego sofre a influência de carreamento de materiais e também à influência urbana do município de Araraquara, que contribui muito com à poluição difusa.

Já o rio Jacaré-Guaçu entre as duas estações de amostragem, sofre interferência da foz do ribeirão das Cruzes, portanto, a diferença de similaridade entre as estações é compreensível e justificável.

No córrego Lageado existe apenas uma estação de amostragem considerada suficiente devido à pouca importância estratégica da área, já que, neste local, não ocorre captação de água para abastecimento, despejo de efluentes, além de localizar-se na zona rural do município.

7.3. Viabilidade legal

Segundo o decreto nº 10.755/76, sobre o enquadramento dos corpos d'água, o ribeirão das Cruzes é classificado como classe IV. Com isso, através deste estudo, podemos confirmar, esta classificação, pois, a sub-bacia do ribeirão das Cruzes apresentou, na grande maioria dos pontos, características de corpo d'água classe IV, com exceção da estação 1 no período seco, que apresentou característica de classe III.

Essa classificação foi atingida, devido, principalmente, aos valores do parâmetro Alumínio, que variou entre as classes III e IV nas estações no período seco e manteve características de rio classe IV em todas as estações no período chuvoso.

Este parâmetro, assim como o Ferro, mostrou concentrações elevadas nas estações localizadas em áreas rurais e urbanas. Isso pressupõe que a alta concentração destes compostos pode ser originária de fontes naturais da região, contudo, isto não desconsidera a possibilidade de que a influência antrópica esteja contribuindo com a elevação destes valores.

Outro parâmetro com resultados significativos foi a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), que apresentou suas concentrações mais elevadas no período chuvoso, com valores que variaram entre 11,7 mg/L e 20,9 mg/L, ou seja, caracterizado para corpos d'água de classe IV.

Sendo a Demanda Bioquímica de Oxigênio definida como a quantidade de oxigênio necessário para a oxidação bioquímica das substâncias oxidáveis, pode-se dizer que esta influência diretamente na concentração de oxigênio existente no meio.

Isso explica as variações que ocorreram no Oxigênio Dissolvido dos corpos d'água da sub-bacia. No período chuvoso, que apresentou as maiores concentrações da DBO, a taxa de oxigênio dissolvido nos corpos d'água foi menor, variando entre 2,5 mg/L e 6,8 mg/L. Já no período seco, que apresentou as menores concentrações da DBO, a taxa de Oxigênio

dissolvido nos corpos d'água da sub-bacia foi maior, variando entre 2,8 e 7,8 mg/L, sendo que a maioria das estações apresentaram valores acima de 7,0 mg/L.

Corroborando com isso, Campagna (2005), em seu estudo no rio Monjolinho, verificou um decréscimo na concentração de oxigênio dissolvido e um aumento da DBO pelo aporte de efluentes industriais e esgotos sanitários no trecho entre a nascente e o rio Mineirinho, sendo possível observar uma leve recuperação de oxigênio nos trechos a jusante.

Para os parâmetros Nitrogênio Amoniacal e Nitrato na estação 9, sobre a influência do despejo de efluentes da ETE, os valores apresentados foram significativos em ambos os períodos, sendo os efeitos da influência da ETE, com relação a este parâmetro, são notados também na estação 11 a jusante da estação descrita anteriormente.

A concentração do grupo de bactérias denominadas “coliformes” constitui o indicador de contaminação fecal mais utilizado, sendo empregado, como parâmetro bacteriológico básico, na definição de padrões para monitoramento da qualidade das águas destinadas ao consumo humano, bem como, para caracterização e avaliação da qualidade as águas em geral.

Este parâmetro também apresentou concentrações elevadas em todos os corpos d'água da sub-bacia, evidenciando a contaminação fecal das águas da região. Este fato, mostrou-se, novamente, mais relevante no período chuvoso, provavelmente devido a fenômenos de transporte de substâncias que ocorre nas precipitações, decorrentes do escoamento superficial em áreas rurais e urbanas.

Além destes, outros parâmetros apresentaram valores significativos, especialmente de determinadas estações e períodos.

Como exemplo, tem-se o Chumbo que apresentou concentrações de 0,02 a 0,06 mg/L, no período chuvoso, nas estações 6 e 7 e o Cobre, que apresentou concentrações de 0,02 mg/L no período chuvoso na estação 8. Contudo, os metais em geral não apresentaram valores de concentrações relevantes.

Neste mesmo sentido, Tomazelli (2003) em seu estudo comparativo das concentrações de cádmio, chumbo e mercúrio em seis bacias hidrográficas do estado de São Paulo, encontrou valores que mostravam baixas concentrações dos metais Cádmio e Chumbo na coluna d'água, tanto nas formas dissolvidas quanto particuladas.

A FIGURA 30, a seguir, mostra a classificação de cada estações de amostragem da sub-bacia e nas TABELAS 18 e 19 pode-se observar a planilha com todos os resultados significativos dos períodos seco e chuvoso, bem como, a classificação de cada estação.

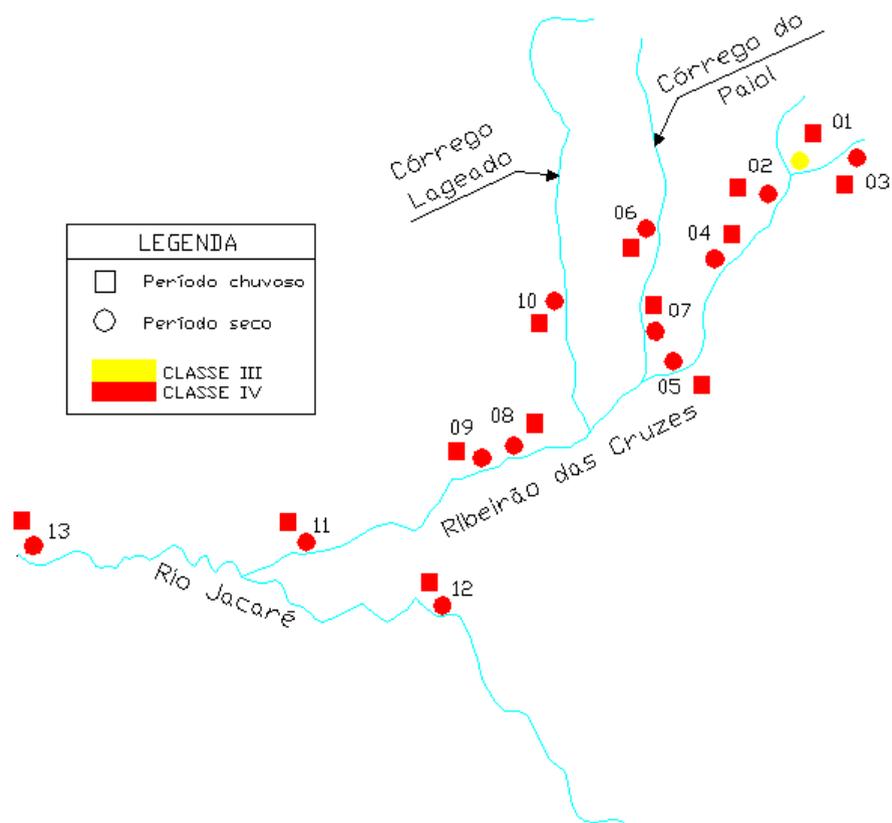


FIGURA 30 – Classificação das estações

Nas TABELAS 18 e 19 a seguir, pode-se observar a planilha com todos os resultados significativos dos períodos seco e chuvoso, bem como, a classificação de cada estação.

TABELA 18 – Classificação das estações de amostragem no período seco.

	Padrão COIAMA 357/2005												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Odor	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.
Óleos e Graxas (mg/L)	1,6	1,4	3,2	10,8	3,6	1	4,2	4	1	4,4	3,2	4,2	4,2
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,8	7,2	7,1	7,5	4,4	7	2,8	6,6	6,3	6,9	6,3	6,1	5,4
pH	7,3	7,16	7,34	7,18	7,32	7,05	6,53	7,58	7,22	7,19	7,27	7,2	7,27
Sólidos Sedimentáveis (m/L)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,6	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,4
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	54	69	64	91	107	131	152	112	177	103	113	40	68
Alumínio (mg/L)	0,18	0,29	0,16	0,4	0,21	0,34	N.D.	0,13	0,18	1,15	0,03	0,14	0,53
Sulfatos (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.	11,2	13,3	N.D.	14	N.D.	52,6	N.D.	28,8	N.D.	N.D.
Sulfetos (mg/L)	N.D.	0,8	1,6	N.D.	N.D.	N.D.	0,8	0,8	1,6	N.D.	1,6	1,6	0,8
Surfactantes (ATA) - (mg/L)	0,02	N.D.	0,01	0,01	0,04	N.D.	0,6	N.D.	0,06	N.D.	0,05	0,01	0,07
Turbidez (UNIT)	8,6	7,6	5,4	17	9,1	7	17	18	17	32	7	9,6	12
Zinco (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0,08	N.D.	0,016	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Bário (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0,03	N.D.	0	N.D.	0,17	0,05	0,15	N.D.	0,07
Cloreto (mg/L)	5	5	8	8	15	5	12	8	28	5	20	9	10
Cor Aparente	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
Cobre (mg/L)	0,01	N.D.	N.D.	N.D.	0,017	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0,01	N.D.	N.D.	N.D.
Cloro combinado (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0,1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cloro Residual Livre (mg/L)	0,1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0,1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
DBO (mg/L)	3	<3	<3	8	5	4	6	7	11	<3	<3	4	<3
Ferro Total (mg/L)	0,22	0,52	0,39	0,99	0,66	1,35	0,92	0,92	0,63	1,27	0,81	0,62	0,85
Fluoretos (mg/L)	0,08	0,1	0,11	0,13	0,21	0,08	0,15	0,11	0,37	0,09	0,24	0,14	0,15
Fosfato Total (mg/L)	0,5	0,9	0,7	0,9	0,8	0,4	1,4	1,5	2,5	1,4	1,6	0,7	0,4
Manganês (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.	0,016	0,021	0,007	N.D.	N.D.	0,012	0,015	0,026	N.D.	0,02
Cromo (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0,022	N.D.	N.D.	0,008	N.D.
Nitrogênio Amônia (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1,4	N.D.	1,4	N.D.	8,4	N.D.	3,92	N.D.	N.D.
Nitrito (NO ₂) - (mg/L)	N.D.	N.D.	0,03	0,09	0,52	N.D.	0,02	0,45	2,94	0,01	1,85	0,67	0,55
Nitrato (NO ₃) - (mg/L)	N.D.	0,11	0,01	0,09	0,08	0,09	0,14	0,12	2,5	0,14	1,7	0,96	0,84
Coliformes Totais (NMP/100ml)	2,4x10 ³	2,4x10 ⁴	9,3x10 ³	9,3x10 ⁵	9,3x10 ⁴	2,4x10 ³	2,4x10 ⁵	4,3x10 ⁵	2,4x10 ⁵	9,3x10 ⁵	4,3x10 ⁵	9,3x10 ⁵	4,3x10 ⁵
Coliformes Fecais (NMP/100ml)	4,3x10 ²	2,4x10 ⁴	9,3x10 ³	9,3x10 ⁵	9,3x10 ⁴	2,4x10 ³	2,4x10 ⁵	2,4x10 ⁵	2,4x10 ⁴	9,3x10 ⁴	4,3x10 ³	9,3x10 ³	1,5x10 ²

Classificação	III	IV											
---------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Nota: N.O. (Não Objetável); N.C. (Parâmetro Não Consta na Legislação); N.D. (Não Detectado); * (Não Observado na Legislação)

	Enquadrado na classe I
	Enquadrado na classe II
	Enquadrado na classe III
	Enquadrado na classe IV

TABELA 19 – Classificação das estações de amostragem no período chuvoso.

Padrão COIAMA 357/2005	
Classe III	Classe IV
N.O.	N.O.
virtualmente ausente	toleram-se iridescência
>4 mg/L	>2,0 mg/L
6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
virtualmente ausente	*
500 mg/L	*
0,2 mg/L	*
250 mg/L	*
0,3 mg/L	*
0,5 mg/L	*
100 UNT	*
5 mg/L	*
1,0 mg/L	*
0,033 mg/L	*
250 mg/L	*
75 mg P/L	*
0,013 mg/L	*
N.C	N.C
*	*
10 mg/L O ₂	*
5,0 mg/L	*
1,4 mg/L	*
*	*
0,5 mg/L	*
5,6 mg/L - 7,5-pH=8,0	*
1,0 mg/L	*
10,0 mg/L	*
N.C	N.C
2.500 por 100 ml em 80%	*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	N.O.												
Olor	10,2	9	4,6	13,6	11,2	11,8	7,8	10,6	15,4	7,2	7,6	6	6,4
Óleos e Graxas (mg/L)	3,5	3,6	4,8	4,9	6,8	4,6	6,3	6,3	5,8	6,5	2,5	4,6	5,5
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,17	6,12	6,42	6,43	5,76	5,89	5,38	6,57	6,98	6,32	6,51	6,48	6,33
pH	0,1	0,5	0,2	0,4	0,6	0,1	0,2	0,7	1,3	0,2	0,1	0,6	0,6
Sólidos Sedimentáveis (m/L)	24	47	46	50	69	0,1	0,2	44	134	21	114	49	49
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	0,65	1,52	0,21	1,14	2,47	1,6	1,35	3,99	3,77	2,04	0,55	2	2,5
Alumínio (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1,33	N.D.	N.D.	N.D.	9,23	N.D.	3,9	N.D.	N.D.
Sulfatos (mg/L)	N.D.												
Sulfetos (mg/L)	N.D.	0,01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0,06	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Surfactantes (ATA) - (mg/L)	8	32	11	20	33	11	25	162	32	26	18	31	43
Turbidez (UNIT)	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03
Zinco (mg/L)	0,23	0,19	0,1	0,41	0,22	0,33	0,3	0,16	0,31	0,27	0,36	0,16	0,41
Bário (mg/L)	0,02	0,03	0,02	N.D.	0,01	0,02	0,02	0,03	0,06	0,06	N.D.	0,08	0,04
Chumbo (mg/L)	6	7	7	7	9	6	6	7	17	6	14	8	8
Cloratos (mg/L)	42	>50	>50	48	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
Cor Aparente	N.D.	0,02	0,01	N.D.	N.D.	0,01	0,01						
Cobre	N.D.	0,1											
Cloro combinado (mg/L)	N.D.												
Cloro residual livre (mg/L)	N.D.												
DBO (mg/L)	11,7	20,3	12,4	16,7	12,5	10,9	12,4	14,2	20,9	14,1	16,4	15,5	17
Ferro Total (mg/L)	2,07	3,7	4,16	2,36	3,46	4,7	3,96	9,6	5,23	3,34	2,63	4,25	5,12
Fluoretos (mg/L)	0,16	0,17	0,15	0,17	0,16	0,13	0,13	0,14	0,27	0,13	0,24	0,15	0,16
Fosfato Total (mg/L)	0,06	0,42	0,1	0,24	0,2	0,08	0,12	0,54	2,6	0,12	1,2	0,3	0,47
Manganês (mg/L)	0,04	0,09	0,04	0,07	0,05	0,02	N.D.	0,07	N.D.	N.D.	N.D.	0,08	0,13
Nitrogênio Amoniaco (mg/L)	N.D.	5,04	N.D.	0,56	N.D.	N.D.							
Nitrito (NO ₂) - (mg/L)	0,01	0,07	0,03	0,6	0,63	0,63	0,03	0,22	2,43	0,06	7,54	0,2	0,04
Nitrato (NO ₃) - (mg/L)	N.D.	N.D.	0,09	0,03	0,82	N.D.	N.D.	0,23	0,06	0,12	3,21	0,51	0,66
Coliformes Totais (UFC/100ml)	9,3x10 ¹	9,3x10 ⁵	2,4x10 ³	4,3x10 ⁴	9,3x10 ⁵	9,3x10 ⁵	4,3x10 ⁴	4,3x10 ⁴	9,3x10 ⁴	2,4x10 ²	9,3x10 ³	1,5x10 ⁵	2,4x10 ³
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	2,1x10 ¹	2,1x10 ⁵	2,4x10 ²	4,3x10 ⁴	9,3x10 ⁵	9,3x10 ⁵	4,3x10 ⁴	4,3x10 ⁴	9,3x10 ⁴	2,4x10 ²	9,3x10 ³	9,3x10 ³	9,3x10 ²

| Classificação | IV |
|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | IV |

Nota: N.O. (Não Objetável); N.C. (Parâmetro Não Consta na Legislação); N.D. (Não Detectável); * (Não Observado na Legislação)



Enquadrado na classe I

Enquadrado na classe II



Enquadrado na classe III

Enquadrado na classe IV

Segundo a resolução CONAMA 357/2005, a classificação das águas é essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes, baseado não necessariamente em seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveria possuir para atender as necessidades da comunidade.

Neste estudo observou-se que na maioria das estações de amostragem os corpos d'água da sub-bacia mantiveram as características físicas, químicas e biológicas de um rio classe IV segundo a resolução CONAMA 357/2005, o que demonstra os resultados de qualidade de água alcançados são compatíveis com sua atual classificação.

Contudo, nota-se que o enquadramento dos corpos d'água na classe descrita na legislação, nem sempre é possível de ser mantida. Como exemplo, podemos citar a estação 1 que apresentou resultados que caracterizam um rio de classe III.

Neste caso específico, o resultado em desacordo com a classificação atual não apresenta problemas, pois, observou-se uma melhoria na qualidade da água de acordo com a classificação descrita no decreto 10.755/77, ou seja, o corpo d'água foi enquadrado em uma classe mais restritiva em nível de qualidade do que a recomendada atualmente.

Este fato assegura os múltiplos usos das águas da sub-bacia, conforme descrito na lei da Política Nacional dos Recursos Hídricos, possibilitando a utilização destes recursos para usos mais nobres que requerem um nível de qualidade das águas mais elevado.

7.4. Análise econômica do projeto de monitoramento

Um dos fatores mais relevantes na construção de uma rede de monitoramento relaciona-se ao custo das análises dos parâmetros, por limitar o projeto aos recursos existentes.

Isto se deve principalmente ao custo das análises, que pode chegar a US\$ 1.409,29 dólares para cada ponto de amostragem para os parâmetros da CONAMA 357/2005.

Para realização das análises de todos os parâmetros da CONAMA 357, o custo total é de US\$ 18.320,83 dólares (R\$ 2,1690), para 13 pontos de amostragem. O cálculo deste valor pode ser observado no ANEXO A.

Contudo, considerando-se apenas os parâmetros propostos no item 3.1 (parâmetros que apresentaram resultados significativos em pelo menos um período) o custo cai para US\$ 2.822,72 dólares nos mesmos os 13 pontos de amostragem, ou seja, uma diferença de aproximadamente 84,6%, conforme mostra a TABELA 20.

TABELA 20 – Valor economizado com a redução dos parâmetros.

	CONAMA COMPLETA	PARÂMETROS SIGNIFICATIVOS	VALOR ECONOMIZADO	% ECONOMIA
p/ 13 pontos	US\$18.320,83	US\$2.822,72	US\$15.498,11	84,59
p/ 10 pontos	US\$14.092,95	US\$2.171,32	US\$11.921,63	

(*) Valor do dólar em 05/10/2006 às 13:49 (R\$ 2,169)

Fonte: LACI (2006)

Por outro lado, à exclusão das estações que apresentam informações redundantes (pontos 1, 2 e 4), descritos no item anterior, reduziram a rede de monitoramento para 10 as estações de amostragem, com isso, os custos com o projeto se tornariam mais viável.

Considerando a nova situação com a existência de 10 pontos, o custo da CONAMA completa seria de 14.092,95 dólares. Já a análise apenas das estações significativos custariam 2.171,32 dólares, ou seja, uma economia de 23,08% em relação ao custo de 13 pontos. O cálculo destes custos podem ser observados na TABELA 21, a seguir:

TABELA 21 – Valor economizado com a redução de estações

	p/ 13 pontos	p/ 10 pontos	Valor Economizado	% Economia
CONAMA COMPLETA	US\$18.320,83	US\$14.092,95	US\$4.227,88	23,08
PARÂMETROS SIGNIFICATIVOS	US\$2.822,72	US\$2.171,32	US\$651,40	

(*) Valor do dólar em 05/10/2006 às 13:49 (R\$ 2,169)

Fonte: LACI (2006)

7.5. Proposta de Monitoramento

A utilização dos parâmetros da CONAMA 357/2005 neste estudo vem fornecer aporte técnico e legal para as considerações abordadas no decorrer da seção, dando condições para realização de uma proposta para um plano de gerenciamento integrado de recursos hídricos a ser discutido posteriormente.

Além disso, deve-se considerar a questão econômica que se torna mais viável, pois nota-se que apenas 28,7% dos parâmetros analisados obtiveram sua concentração detectada, o que reduziria consideravelmente a quantidade de parâmetros a serem analisados e ao mesmo tempo mantendo a confiabilidade do estudo e tornando-a financeiramente mais viável.

Diante disso, propõe-se que em estudos posteriores sejam utilizados apenas os parâmetros classificados como significativos no decorrer do estudo, com exceção dos casos em que haja necessidade de estudos específicos de alguns poluentes e casos de suspeita de contaminação.

Com relação à quantidade e localização das estações de amostragem, baseado nas planilhas de similaridades apresentadas, pode-se considerar que são suficientes para os objetivos de monitoramento da qualidade dos recursos hídricos.

Contudo, algumas estações merecem maior atenção devido a sua importância estratégica, como por exemplo, a estação 3 e 5. Essas estações são consideradas estratégicas, pois, constituem respectivamente, a nascente do ribeirão das Cruzes e o trecho onde termina a interferência do ambiente urbano neste mesmo ribeirão.

Entre as estações encontram-se também as estações 1, 2 e 4, porém, tais estações, ao contrário das estações 3 e 5, possuem uma posição estratégica menos importantes, pois, devido a proximidade existente entre elas, podem apresentar resultados redundantes, além de que apenas as estações 3 e 5 são suficientes para demonstrar a influência urbana do trecho.

A fim de otimizar o monitoramento e reduzir os custos, propõem-se a exclusão das estações 1, 2 e 4, referentes ao trecho acima descrito, da rede de monitoramento, reduzindo a quantidade total de estações de 13 para 10 estações em toda sub-bacia.

Verificando a frequência em que as amostragens são realizadas observou-se nas planilhas de similaridades, obtida com base na comparação entre os períodos de amostragem, que a similaridade existente é baixa, ou seja, os parâmetros sofrem variações significativas ao longo do período de estudo.

Com isso, a redução da frequência de amostragem poderia levar a perdas de informações importantes para o monitoramento, enquanto o aumento da frequência poderia gerar resultados redundantes, além de possivelmente, inviabilizar o projeto.

Contudo, um trecho que merece destaque, no que diz respeito a frequência, é o trecho entre as estações 8 e 9, pois, neste local ocorre o despejo do efluente tratado a ETE, constituindo, portanto, o trecho com maior potencial poluidor da sub-bacia.

Diante disso, propõe-se que o monitoramento seja realizado mensalmente, pois, as condições do corpo d'água no local estão sujeitas a variações constantes diretamente relacionadas à eficiência do sistema de tratamento.

Considerando apenas as 27 variáveis, que correspondem aos 27,8% acima mencionado, e a redução de 13 para 10 pontos de amostragem o custo do projeto se reduziria em 88,15% em relação ao projeto inicial, ou seja, o projeto seria otimizado e viabilizado

criando a possibilidade de um monitoramento mais efetivo devido a disponibilidade de recurso.

8. CONCLUSÃO

Existe grande dificuldade, por parte dos gestores dos recursos hídricos, na seleção dos parâmetros para monitoramento. Isso se deve ao fato das particularidades existentes em cada região que, conseqüentemente, pode ocasionar a presença de alguns parâmetros e ausência de outros.

Pode-se observar que a resolução CONAMA 357/2005, constituiu-se uma ferramenta eficaz para identificação qualitativa e quantitativa da qualidade da água e classificação do corpo d'água em categorias específicas de acordo com as concentrações dos diferentes parâmetros.

Porém, tal resolução mostra-se inviável para aplicação em redes de monitoramento devido ao alto custo de realização das análises dos diversos parâmetros, além de que muitos parâmetros mostraram-se desnecessários para a realidade local, considerando-se as características da região.

Portanto, no caso de utilização da CONAMA para planos de monitoramento, é necessário que antes se faça uma adaptação dos parâmetros para a condição da região estudada, a fim de otimizar o projeto e viabilizá-lo.

Por isso, neste estudo buscou-se abordar de forma abrangente os diversos parâmetros que poderiam interferir na qualidade das águas por meio da resolução CONAMA 357/2005, a fim de estudar as concentrações dos diversos parâmetros nos períodos secos e chuvoso.

Desta forma, foi possível verificar quais parâmetros são verdadeiramente necessários para o efeito diagnóstico da qualidade dos recursos hídricos da região.

Como foi visto durante o estudo, o custo de realização da CONAMA é muito alto, porém, acessível quando é realizada sua adaptação através da exclusão de parâmetros desnecessários.

Outro fator de grande relevância a ser considerado é a localização das estações de amostragem, pois, sabe-se que o excesso de pontos de amostragem ao longo de um trecho, pode oferecer informações redundantes para o objetivo proposto, além de encarecer o projeto. O contrário também deve ser observado, ou seja, a falta de pontos de amostragem pode significar a perda informações importantes para situação, tornando o projeto de monitoramento deficiente.

Este caso pode ser observado durante o trabalho, em um dos trechos estudados que apresentava um excesso de pontos, que traziam informações redundantes para o projeto.

A redundância de informações pode ser provocada também pela frequência de amostragem. Este fator deve ser observado com cuidado, pois, assim como na localização das estações, uma frequência muito alta de amostragem pode causar a redundância de informações e frequências muito baixas, a perda de informações.

Deste modo a frequência de amostragem deve ser definida de modo que possam ser observadas as variações sazonais e temporais dos diversos parâmetros analisados.

Este fator, além de exercer influência na qualidade das informações, possui reflexos evidentes no custo analítico, portanto, é preponderante para a viabilização do projeto de monitoramento.

Na construção da rede de monitoramento, é importante a observação de todos os fatores acima, a fim de reduzir os custos do projeto, pois, a viabilidade deste, depende diretamente dos recursos disponíveis para sua realização.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. **Agência Nacional das Águas.** Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/Institucional/default.asp>>. Acesso em: 19/07/06.

APHA (American Public Health Association). **Standard Methods:** examination of water and wastewater. 21th. 1998.

BARBOSA, D.S. & ESPÍNDOLA, E.L.G. **Algumas teorias ecológicas aplicadas a sistemas lóticos.** In: BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E.L.G. *Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu.* São Carlos: editora Rima, 2003, 278p.

BARROS, R. T. V. *et. al.* **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios.** v. 2. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1995. 221 p.

BOON, P. J. **Essential elements in the case for river conservation.** Pages 11-33 in P.J. Boon, P. Calow, and G. E. Petts, editors. *River conservation and management.* Wiley, Chichester, United Kingdom (1992).

BORGES, A. C. *et. al.* Aspectos quali-quantitativos dos recursos hídricos na bacia do rio jacupiranga como instrumento de avaliação de qualidade ambiental. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 16., 2005, João Pessoa. **Anais Integrando a Gestão de Águas às Políticas Sociais e de Desenvolvimento Econômico.** João Pessoa: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2005.

BRAGA, Benedito *et al.* **Introdução a Engenharia Ambiental.** São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. **Lex:** Direito Ambiental. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/>>. Acesso em: 17/07/06.

_____. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Lex:** Direito Ambiental. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/>>. Acesso em: 17/07/06.

_____. Lei nº9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Lex:** Fóruns do Planalto. Disponível em: <www.planalto.gov.br>. Acesso em: 01/12/2006.

_____. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. **Lex: Fóruns do Planalto**. Disponível em: <www.planalto.gov.br>. Acesso em: 01/12/2006.

_____. **Conselho nacional do meio ambiente**. Resolução 20 de 18 de junho de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em: 01/12/2006.

_____. **Conselho nacional do meio ambiente**. Resolução 357 de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 03/08/2006.

BUSTOS, M. R. L. **A Educação Ambiental Sob a Ótica da Gestão de Recursos Hídricos**. 2003. 194 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

CALIJURI, M. C. *et. al.* Manejo da qualidade da água: uma abordagem metodológica. In: _____. **Desenvolvimento sustentado: problemas e estratégias**. São Carlos: EESC-USP, 2000. cap 4, p. 39-58.

CAMPAGNA, A. F. **Toxicidade dos sedimentos da Bacia Hidrográfica do rio Monjolinho (São Carlos – SP): ênfase nas substâncias cobre, aldrin e heptacloro**. 2005. 268 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga.

CETESB. **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**. Desenvolvido por Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 17/07/2006.

COSTA, F. J. L. **Estratégias de Gerenciamento dos Recursos Hídricos no Brasil: Áreas de cooperação com o banco mundial**. Brasília: Estação Gráfica, 2003. 201 p.

COSTA, F. J. L. *et.al.* **Regimes aplicados à gestão das águas no Brasil: convergência na diversidade**. GWP: Brasília, 2004. 73 p.

CRUZ, Leila Beatriz Silva. **Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Uberaba-MG**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, São Paulo.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle da poluição ambiental**. 2 ed. São Paulo: Signus Editora, 2000. 164 p.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Desenvolvido por Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 09/10/2007.

IPT-INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Tietê/Jacaré: Relatório final**. São Paulo, 2000. Disponível em: http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBH-TJ/255/rel_tietejacareseg.pdf. Acesso em: 29/11/2005.

JUNK, W.J.. **Áreas inundáveis**: Um desafio para Limnologia. *Acta Amazonica*. 10(4): 775-795. 1980

MARIANO, M. T. **Análise da participação da sociedade civil na gestão dos recursos hídricos no estado de São Paulo**. 1996. 144 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia, São Carlos.

MINILLO, A. **Análise da distribuição, densidade e toxicidade de florações de cianobactérias e suas toxinas nos reservatórios do Médio e Baixo rio Tietê (SP) e relação com as características limnológicas do sistema**. 2005. 400 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia, São Carlos.

MOTA, Suetonio. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 187 f.

OHIO (Estado). Environmental monitoring systems laboratory office of research and development U.S. EPA - Environmental Protection Agency. **EPA 524.2 – Measurement of purgeable organic compounds in water by capillary column gas chromatography/mass spectrometry**. Revision 4. Cincinnati, 1992.

OHIO (Estado). Environmental monitoring systems laboratory office of research and development U.S. EPA - Environmental Protection Agency. **EPA 525.2 – Determination of organic compounds in drinking water by liquid-solid extraction and capillary column gas chromatography/mass spectrometry**. Revision 1. Cincinnati, 1994.

OHIO (Estado). Environmental monitoring systems laboratory office of research and development U.S. EPA - Environmental Protection Agency. **EPA 547 – Determination of glyphosate in drinking water by direct-aqueous-injection HPLC, post-column derivatization and fluorescence detection**. Cincinnati, 1990.

PEREIRA, J. S. *et. al.* **O enquadramento dos corpos d'água em classe de uso como instrumento de gestão e a necessidade de revisão da resolução CONAMA 20/86.** In: Simpósio Internacional sobre Gestão de Recursos Hídricos, 10, 1998, Gramado. Anais do Simpósio Internacional sobre Gestão dos Recursos Hídricos. Gramado: Simpósio Internacional sobre Gestão dos Recursos Hídricos, 1998.

PEREIRA; R.S. **Identificação e classificação das fontes de poluição em sistemas hídricos.** Rev. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. Instituto de Pesquisas Hidráulicas.UFRS.Vol 1.nº1.2004

PIVELI, R. P. *et. al.* **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químico.** São Paulo: ABES, 2006. 285 f.

PIZELLA, D. G. **Análise da sustentabilidade ambiental do sistema de classificação das águas doces superficiais.** 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia, São Carlos.

PREFEITURA DE ARARAQUARA. **Morada da Cidadania.** Disponível em: <www.araraquara.sp.gov.br>. Acesso em: 27 abr. 2006.

RODRIGUEZ, M. P. **Avaliação da qualidade da água da bacia do alto Jacaré-Guaçu/SP (Ribeirão do Feijão e Rio do Monjolinho) através de variáveis físicas, químicas e biológicas.** 2001. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia, São Carlos.

SILVA, M. A. *et. al.* **Erosão e hidrosedimentologia em bacias hidrográficas.** São Carlos: RIMA, 2003. 138 p.

SILVA, M. B. da. **Aspectos do comportamento de gás metano dissolvido na água de reservatórios brasileiros.** 2004. 194 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia, São Carlos.

SOARES, P. F. **Projeto e avaliação de desempenho de redes de monitoramento de qualidade da água utilizando o conceito de entropia.** 2001. 214 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOARES, P. F. **Projeto e análise de desempenho de redes de monitoramento da qualidade da água.** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2003. 154 f.

SPERLING, M. V. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**: introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. v. 1. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1996. 243 f.

SÃO PAULO (estado). Decreto nº8.468, de 8 de setembro de 1976. **Lex**: Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE). Disponível em: <www.dae.sp.gov.br>. Acesso em: 09/10/2007.

_____. Decreto nº10.755, de 22 de novembro de 1977. **Lex**: Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE). Disponível em: <www.dae.sp.gov.br>. Acesso em: 09/10/2007.

_____. Decreto nº 41.258, de 31 de outubro de 1996. **Lex**: Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE). Disponível em: <www.dae.sp.gov.br>. Acesso em: 19/07/2006.

_____. Lei nº997, de 31 de maio de 1976. **Lex**: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 09/10/2007.

_____. Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991. **Lex**: Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE). Disponível em: <www.dae.sp.gov.br>. Acesso em: 19/07/2006.

_____. Lei nº9.034, de 27 de dezembro de 1994. **Lex**: Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE). Disponível em: <www.dae.sp.gov.br>. Acesso em: 09/10/2007.

_____. Lei nº9.866, de 28 de novembro de 1997. **Lex**: Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE). Disponível em: <www.dae.sp.gov.br>. Acesso em: 19/07/2006.

TEIXEIRA, Denílson. **Avaliação da qualidade da água e levantamento de custo de tratamento de efluentes visando a recuperação de um sistema eutrofizado (Represa de Salto Grande – Americana/SP)**. 2000. 186 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos.

TOMAZELLI, A. C. **Estudo comparativo das concentrações de cádmio, chumbo e mercúrio em seis bacias hidrográficas do Estado de São Paulo**. 2003. 126 f. Tese (Doutor em Ciências – Biologia Comparada) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia**: ciência e aplicação. 3.ed. Porto Alegre: UFRGS Editora/ ABRH, 2002 (volume 4, Coleção ABRH de Recursos Hídricos).

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. M. C. **Cenários da gestão das águas no Brasil**: uma contribuição para a “Visão Mundial da Água”. Bahia Análise & Dados, v. 13, n. Especial, p. 357-360, 2003. Disponível em: Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br/publicacoes/publicacoes_sei/bahia_analise/analise_dados/pdf/recursos_hidricos/pag_357.pdf>. Acesso em: 17/07/2006.

TUNDISI, Jose Galizia. **Água no Século XXI - Enfrentando a Escassez**. São Carlos: Rima, 2003.

TUNDISI, José Galizia. **Ciclo Hidrológico e Gerenciamento Integrado**. Ciência e Cultura, v. 55, n° 4, São Paulo, p. 31-33, out/dez 2003. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252003000400018&script=sci_arttext. Acesso em: 17/07/2006.

VANNOTE, R.L. *et.al.* **The River Continuum Concept**. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. v. 37, n° 1, p 130-137, January 1980.

VASCONCELLOS, F. C. S. *et. al.* Qualidade microbiológica da água do rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande. Arquivo Instituto Biológico, v. 73, n° 2, São Paulo, p. 177-181, abr/jun 2006. Disponível em: <www.biologico.sp.gov.br/arquivos/v73_2/vasconcellos.pdf >. Acesso em: 31/01/07.

VISSMAN, W. *et. al.* **Introduction to hydrology**. New York: Intext Educational Publishers, 1972. 415 p.

WARD, R. C. *et. al.* **Design of water quality information systems**. Colorado: International Symposium on the Design of Water Quality Information Systems, 1989.

ANEXO A – Orçamento para análise das variáveis da resolução CONAMA 357/2005.

Orçamento da CONAMA 357/2005 completa para 13 pontos

Parâmetros	Quantidade	Valor Unit.	Valor total	Valor em dólar ^(*)
Edrin (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Heptacloro e Heptacloro Epoxido (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Hexaclorobenzeno (µg/L)	13	R\$ 42,00	R\$ 546,00	\$251,73
Lindano (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Metaxiclora (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Toxafeno (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
1,1 Dicloroeteno (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
1,2 Dicloroetano (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Tetracloro de Carbono (µg/L)	13	R\$ 42,00	R\$ 546,00	\$251,73
Tetracloroeteno (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Tricloroeteno (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
2,4,6 Triclorofenol (µg/L)	13	R\$ 60,00	R\$ 780,00	\$359,61
Pentaclorofenol (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Aldrin e Dieldrin (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Clordano (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
DDT/DDE (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Odor	13	R\$ 1,50	R\$ 19,50	\$8,99
Óleos e Graxas (mg/L)	13	R\$ 25,00	R\$ 325,00	\$149,84
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	13	R\$ 12,00	R\$ 156,00	\$71,92
Prata (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
pH	13	R\$ 6,00	R\$ 78,00	\$35,96
Selênio (mg/L)	13	R\$ 29,00	R\$ 377,00	\$173,81
Sólidos Sedimentáveis (ml/L)	13	R\$ 10,00	R\$ 130,00	\$59,94
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	13	R\$ 18,00	R\$ 234,00	\$107,88
Alumínio (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Sulfatos (mg/L)	13	R\$ 14,00	R\$ 182,00	\$83,91
Sulfetos (mg/L)	13	R\$ 12,00	R\$ 156,00	\$71,92
Surfactantes (ATA) - (mg/L)	13	R\$ 24,00	R\$ 312,00	\$143,85
Arsênio (mg/L)	13	R\$ 25,00	R\$ 325,00	\$149,84
Turbidez (UNT)	13	R\$ 8,50	R\$ 110,50	\$50,95
Zinco (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Bário (mg/L)	13	R\$ 21,50	R\$ 279,50	\$128,86
Boro (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Benzeno (mg/L)	13	R\$ 42,00	R\$ 546,00	\$251,73
Benzeno-a-Pireno (µg/L)	13	R\$ 89,00	R\$ 1.157,00	\$533,43
Cádmio (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Endossulfan (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Antimônio (mg/L)	13	R\$ 23,30	R\$ 302,90	\$139,65
PCB`S (µg/L)	13	R\$ 51,00	R\$ 663,00	\$305,67
Demeton (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77

Gution (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Malation (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Paration (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Carbaril (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Dodecacloro + Nanocloro (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Cobalto (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Vanádio (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Lítio (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Diclorometano (mg/L)	13	R\$ 60,00	R\$ 780,00	\$359,61
Berílio (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
2,4,5 STP (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
2,4,5 T (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Urânio Total (mg/L)	13	R\$ 40,00	R\$ 520,00	\$239,74
Chumbo (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Cianetos (mg/L)	13	R\$ 25,00	R\$ 325,00	\$149,84
2,4 D (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Acrilamida (µg/L)	13	R\$ 30,00	R\$ 390,00	\$179,81
Estireno (mg/L)	13	R\$ 35,00	R\$ 455,00	\$209,77
Triclorobenzenos (mg/L)	13	R\$ 35,00	R\$ 455,00	\$209,77
Cloretos (mg/L)	13	R\$ 14,00	R\$ 182,00	\$83,91
Atrazina (µg/L)	13	R\$ 30,00	R\$ 390,00	\$179,81
Glifosato (µg/L)	13	R\$ 30,00	R\$ 390,00	\$179,81
Metolacoloro (µg/L)	13	R\$ 30,00	R\$ 390,00	\$179,81
Simazina (µg/L)	13	R\$ 30,00	R\$ 390,00	\$179,81
Trifluralina (µg/L)	13	R\$ 30,00	R\$ 390,00	\$179,81
Etilbenzeno (µg/L)	13	R\$ 35,00	R\$ 455,00	\$209,77
Tolueno (µg/L)	13	R\$ 35,00	R\$ 455,00	\$209,77
Cor Aparente	13	R\$ 6,00	R\$ 78,00	\$35,96
Xileno (µg/L)	13	R\$ 35,00	R\$ 455,00	\$209,77
Cobre (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Cloro combinado (mg/L)	13	R\$ 6,00	R\$ 78,00	\$35,96
Densidade de Cianobactérias	13	R\$ 320,00	R\$ 4.160,00	\$1.917,93
Cloro Residual Livre (mg/L)	13	R\$ 6,00	R\$ 78,00	\$35,96
Benzo-a-Antraceno (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Benzo-k-Fluorantraceno (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Benzo-b-h-Antraceno (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Criseno (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Clorofila-a (µg/L)	13	R\$ 60,00	R\$ 780,00	\$359,61
Tributilestanho (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Benzidina (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
DBO (mg/L)	13	R\$ 40,00	R\$ 520,00	\$239,74
Clorofenol (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Indeno (µg/L)	13	R\$ 36,00	R\$ 468,00	\$215,77
Fenóis (mg/L)	13	R\$ 17,00	R\$ 221,00	\$101,89
Ferro Total (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87

Fluoretos (mg/L)	13	R\$ 12,00	R\$ 156,00	\$71,92
Fosfato Total (mg/L)	13	R\$ 12,00	R\$ 156,00	\$71,92
Manganês (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Merúrio (mg/L)	13	R\$ 28,00	R\$ 364,00	\$167,82
Cromo (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Níquel (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	13	R\$ 13,35	R\$ 173,55	\$80,01
Nitrito (NO ₂) - (mg/L)	13	R\$ 9,68	R\$ 125,84	\$58,02
Nitrato (NO ₃) - (mg/L)	13	R\$ 11,43	R\$ 148,59	\$68,51
Temperatura amostra (°C)	13	R\$ 1,50	R\$ 19,50	\$8,99
Coliformes Totais (NMP/100ml)	13	R\$ 24,00	R\$ 312,00	\$143,85
Coliformes Fecais (NMP/100ml)	13	R\$ 24,00	R\$ 312,00	\$143,85
Total		R\$ 3.056,76	R\$ 39.737,88	\$18.320,83

(*) Valor do dólar em 05/10/2006 às 13:49 hrs (R\$ 2,1690)

FONTE: LACI (Laboratório de Análises Químicas e Controle Industrial) - out/2006

Orçamento da CONAMA 357/2005 completa para 10 pontos

Parâmetros	Quantidade	Valor Unit.	Valor total	Valor em dólar ⁽¹⁾
Edrin (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Heptacloro e Heptacloro Epoxido (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Hexaclorobenzeno (µg/L)	10	R\$ 42,00	R\$ 420,00	\$193,64
Lindano (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Metaxicloro (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Toxafeno (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
1,1 Dicloroetano (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
1,2 Dicloroetano (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Tetracloroeto de Carbono (µg/L)	10	R\$ 42,00	R\$ 420,00	\$193,64
Tetracloroetano (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Tricloroetano (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
2,4,6 Triclorofenol (µg/L)	10	R\$ 60,00	R\$ 600,00	\$276,63
Pentaclorofenol (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Aldrin e Dieldrin (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Clordano (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
DDT/DDE (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Odor	10	R\$ 1,50	R\$ 15,00	\$6,92
Óleos e Graxas (mg/L)	10	R\$ 25,00	R\$ 250,00	\$115,26
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	10	R\$ 12,00	R\$ 120,00	\$55,33
Prata (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
pH	10	R\$ 6,00	R\$ 60,00	\$27,66
Selênio (mg/L)	10	R\$ 29,00	R\$ 290,00	\$133,70
Sólidos Sedimentáveis (ml/L)	10	R\$ 10,00	R\$ 100,00	\$46,10
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	10	R\$ 18,00	R\$ 180,00	\$82,99
Alumínio (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Sulfatos (mg/L)	10	R\$ 14,00	R\$ 140,00	\$64,55
Sulfetos (mg/L)	10	R\$ 12,00	R\$ 120,00	\$55,33
Surfactantes (ATA) - (mg/L)	10	R\$ 24,00	R\$ 240,00	\$110,65
Arsênio (mg/L)	10	R\$ 25,00	R\$ 250,00	\$115,26
Turbidez (UNT)	10	R\$ 8,50	R\$ 85,00	\$39,19
Zinco (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Bário (mg/L)	10	R\$ 21,50	R\$ 215,00	\$99,12
Boro (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Benzeno (mg/L)	10	R\$ 42,00	R\$ 420,00	\$193,64
Benzeno-a-Pireno (µg/L)	10	R\$ 89,00	R\$ 890,00	\$410,33
Cádmio (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Endossulfan (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Antimônio (mg/L)	10	R\$ 23,30	R\$ 233,00	\$107,42
PCB`S (µg/L)	10	R\$ 51,00	R\$ 510,00	\$235,13
Demeton (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Gution (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Malation (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Paration (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98

Carbaril (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Dodecacloro + Nanocloro (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Cobalto (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Vanádio (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Lítio (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Diclorometano (mg/L)	10	R\$ 60,00	R\$ 600,00	\$276,63
Berílio (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
2,4,5 STP (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
2,4,5 T (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Urânio Total (mg/L)	10	R\$ 40,00	R\$ 400,00	\$184,42
Chumbo (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Cianetos (mg/L)	10	R\$ 25,00	R\$ 250,00	\$115,26
2,4 D (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Acrimilamida (µg/L)	10	R\$ 30,00	R\$ 300,00	\$138,31
Estireno (mg/L)	10	R\$ 35,00	R\$ 350,00	\$161,36
Triclorobenzenos (mg/L)	10	R\$ 35,00	R\$ 350,00	\$161,36
Cloretos (mg/L)	10	R\$ 14,00	R\$ 140,00	\$64,55
Atrazina (µg/L)	10	R\$ 30,00	R\$ 300,00	\$138,31
Glifosato (µg/L)	10	R\$ 30,00	R\$ 300,00	\$138,31
Metolacloro (µg/L)	10	R\$ 30,00	R\$ 300,00	\$138,31
Simazina (µg/L)	10	R\$ 30,00	R\$ 300,00	\$138,31
Trifluralina (µg/L)	10	R\$ 30,00	R\$ 300,00	\$138,31
Etilbenzeno (µg/L)	10	R\$ 35,00	R\$ 350,00	\$161,36
Tolueno (µg/L)	10	R\$ 35,00	R\$ 350,00	\$161,36
Cor Aparente	10	R\$ 6,00	R\$ 60,00	\$27,66
Xileno (µg/L)	10	R\$ 35,00	R\$ 350,00	\$161,36
Cobre (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Cloro combinado (mg/L)	10	R\$ 6,00	R\$ 60,00	\$27,66
Densidade de Cianobactérias	10	R\$ 320,00	R\$ 3.200,00	\$1.475,33
Cloro Residual Livre (mg/L)	10	R\$ 6,00	R\$ 60,00	\$27,66
Benzo-a-Antraceno (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Benzo-k-Fluorantraceno (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Benzo-b-h-Antraceno (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Criseno (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Clorofila-a (µg/L)	10	R\$ 60,00	R\$ 600,00	\$276,63
Tributilestanho (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Benzidina (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
DBO (mg/L)	10	R\$ 40,00	R\$ 400,00	\$184,42
Clorofenol (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Indeno (µg/L)	10	R\$ 36,00	R\$ 360,00	\$165,98
Fenóis (mg/L)	10	R\$ 17,00	R\$ 170,00	\$78,38
Ferro Total (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Fluoretos (mg/L)	10	R\$ 12,00	R\$ 120,00	\$55,33
Fosfato Total (mg/L)	10	R\$ 12,00	R\$ 120,00	\$55,33
Manganês (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Merúrio (mg/L)	10	R\$ 28,00	R\$ 280,00	\$129,09
Cromo (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Níquel (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21

Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	10	R\$ 13,35	R\$ 133,50	\$61,55
Nitrito (NO ₂) - (mg/L)	10	R\$ 9,68	R\$ 96,80	\$44,63
Nitrato (NO ₃) - (mg/L)	10	R\$ 11,43	R\$ 114,30	\$52,70
Temperatura amostra (°C)	10	R\$ 1,50	R\$ 15,00	\$6,92
Coliformes Totais (NMP/100ml)	10	R\$ 24,00	R\$ 240,00	\$110,65
Coliformes Fecais (NMP/100ml)	10	R\$ 24,00	R\$ 240,00	\$110,65
Total		R\$ 3.056,76	R\$ 30.567,60	\$14.092,95

(*) Valor do dólar em 05/10/2006 às 13:49 hrs (R\$ 2,1690)

FONTE: LACI (Laboratório de Análises Químicas e Controle Industrial) - out/2006

Orçamento dos parâmetros mais significativos da CONAMA 357/2005 para 13 pontos

Parâmetros	Quantidade	Valor unit.	Valor Total	Valor em dólar ^(*)
Óleos e Graxas (mg/L)	13	R\$ 25,00	R\$ 325,00	\$149,84
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	13	R\$ 12,00	R\$ 156,00	\$71,92
pH	13	R\$ 6,00	R\$ 78,00	\$35,96
Sólidos Sedimentáveis (ml/L)	13	R\$ 10,00	R\$ 130,00	\$59,94
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	13	R\$ 18,00	R\$ 234,00	\$107,88
Alumínio (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Sulfatos (mg/L)	13	R\$ 14,00	R\$ 182,00	\$83,91
Sulfetos (mg/L)	13	R\$ 12,00	R\$ 156,00	\$71,92
Surfactantes (ATA) - (mg/L)	13	R\$ 24,00	R\$ 312,00	\$143,85
Turbidez (UNT)	13	R\$ 8,50	R\$ 110,50	\$50,95
Zinco (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Bário (mg/L)	13	R\$ 21,50	R\$ 279,50	\$128,86
Cloretos (mg/L)	13	R\$ 14,00	R\$ 182,00	\$83,91
Cor Aparente	13	R\$ 6,00	R\$ 78,00	\$35,96
Cobre (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Cloro combinado (mg/L)	13	R\$ 6,00	R\$ 78,00	\$35,96
Cloro Residual Livre (mg/L)	13	R\$ 6,00	R\$ 78,00	\$35,96
DBO (mg/L)	13	R\$ 40,00	R\$ 520,00	\$239,74
Ferro Total (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Fluoretos (mg/L)	13	R\$ 12,00	R\$ 156,00	\$71,92
Fosfato Total (mg/L)	13	R\$ 12,00	R\$ 156,00	\$71,92
Manganês (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Cromo (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	13	R\$ 13,35	R\$ 173,55	\$80,01
Nitrito (NO ₂) - (mg/L)	13	R\$ 9,68	R\$ 125,84	\$58,02
Nitrato (NO ₃) - (mg/L)	13	R\$ 11,43	R\$ 148,59	\$68,51
Temperatura amostra (°C)	13	R\$ 1,50	R\$ 19,50	\$8,99
Coliformes Totais (NMP/100ml)	13	R\$ 24,00	R\$ 312,00	\$143,85
Coliformes Fecais (NMP/100ml)	13	R\$ 24,00	R\$ 312,00	\$143,85
Chumbo (mg/L)	13	R\$ 20,00	R\$ 260,00	\$119,87
Total		R\$ 470,96	R\$ 6.122,48	\$2.822,72

(*) Valor do dólar em 05/10/2006 às 13:49 hrs (R\$ 2,1690)

FONTE: LACI (Laboratório de Análises Químicas e Controle Industrial) - out/2006

Orçamento dos parâmetros mais significativos da CONAMA 357/2005 para 10 pontos

Parâmetros	Quantidade	Valor unit.	Valor Total	Valor em dólar ^(*)
Óleos e Graxas (mg/L)	10	R\$ 25,00	R\$ 250,00	\$115,26
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	10	R\$ 12,00	R\$ 120,00	\$55,33
pH	10	R\$ 6,00	R\$ 60,00	\$27,66
Sólidos Sedimentáveis (ml/L)	10	R\$ 10,00	R\$ 100,00	\$46,10
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	10	R\$ 18,00	R\$ 180,00	\$82,99
Alumínio (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Sulfatos (mg/L)	10	R\$ 14,00	R\$ 140,00	\$64,55
Sulfetos (mg/L)	10	R\$ 12,00	R\$ 120,00	\$55,33
Surfactantes (ATA) - (mg/L)	10	R\$ 24,00	R\$ 240,00	\$110,65
Turbidez (UNT)	10	R\$ 8,50	R\$ 85,00	\$39,19
Zinco (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Bário (mg/L)	10	R\$ 21,50	R\$ 215,00	\$99,12
Cloretos (mg/L)	10	R\$ 14,00	R\$ 140,00	\$64,55
Cor Aparente	10	R\$ 6,00	R\$ 60,00	\$27,66
Cobre (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Cloro combinado (mg/L)	10	R\$ 6,00	R\$ 60,00	\$27,66
Cloro Residual Livre (mg/L)	10	R\$ 6,00	R\$ 60,00	\$27,66
DBO (mg/L)	10	R\$ 40,00	R\$ 400,00	\$184,42
Ferro Total (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Fluoretos (mg/L)	10	R\$ 12,00	R\$ 120,00	\$55,33
Fosfato Total (mg/L)	10	R\$ 12,00	R\$ 120,00	\$55,33
Manganês (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Cromo (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	10	R\$ 13,35	R\$ 133,50	\$61,55
Nitrito (NO ₂) - (mg/L)	10	R\$ 9,68	R\$ 96,80	\$44,63
Nitrato (NO ₃) - (mg/L)	10	R\$ 11,43	R\$ 114,30	\$52,70
Temperatura amostra (°C)	10	R\$ 1,50	R\$ 15,00	\$6,92
Coliformes Totais (NMP/100ml)	10	R\$ 24,00	R\$ 240,00	\$110,65
Coliformes Fecais (NMP/100ml)	10	R\$ 24,00	R\$ 240,00	\$110,65
Chumbo (mg/L)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	\$92,21
Total		R\$ 470,96	R\$ 4.709,60	\$2.171,32

(*) Valor do dólar em 05/10/2006 às 13:49 hrs (R\$ 2,1690)

FONTE: LACI (Laboratório de Análises Químicas e Controle Industrial) - out/2006