



Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho"
Programa Interunidades



Mestrado

Engenharia Civil e Ambiental

DANILO AUGUSTO FARIA

**INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA QUALIDADE DA
ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO
GUARATINGUETÁ (SP)**

Bauru
2012



DANILO AUGUSTO FARIA

**INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA QUALIDADE DA
ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO
GUARATINGUETÁ (SP)**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Área de Concentração Saneamento.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Isabel Cristina de Barros Trannin

Bauru
2012



Faria, Danilo Augusto.

Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, SP / Danilo Augusto Faria, 2012

134 f. : il.


Orientadora: Isabel Cristina de Barros Trannin


Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2012.

1. Gestão de recursos hídricos 2. Poluição da água
3. IQA 4. SIG. I. Universidade Estadual Paulista.
Faculdade de Engenharia. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE DANILO AUGUSTO FARIA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL, DO(A) FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU.

Aos 12 dias do mês de julho do ano de 2012, às 10:00 horas, no(a) SALA DE VIDEOCONFERÊNCIA DA UNESP DE GUARATINGUETÁ, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. ISABEL CRISTINA DE BARROS TRANNIN do(a) Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - UNESP, Prof. Dr. PAULO AUGUSTO ROMERA E SILVA do(a) Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo / Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos - CTH, Prof. Dr. SILVIO JORGE COELHO SIMOES do(a) Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - UNESP, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de DANILO AUGUSTO FARIA, intitulado "INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO GUARATINGUETÁ". Após a exposição, o discente foi argüido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Profa. Dra. ISABEL CRISTINA DE BARROS TRANNIN


Prof. Dr. PAULO AUGUSTO ROMERA E SILVA


Prof. Dr. SILVIO JORGE COELHO SIMOES

Dedico o presente trabalho ao meu pai Benedito Faria, que apesar de não ter um diploma, é o meu principal professor e modelo nas disciplinas exigidas pela vida; à minha mãe Isa, pelo seu exemplo de fé; às minhas irmãs Silene e Silvana, e principalmente à minha esposa Deize Renó, sempre presente na “busca” pela realização de nossos sonhos.

AGRADECIMENTOS

A Professora Doutora Isabel Trannin, pela orientação, paciência e dedicação aplicada no presente estudo, meus sinceros agradecimentos.

Ao Professor Doutor Silvio Simões, pelo apoio nas análises de geoprocessamento.

Ao Doutor André Luis de Paula Marques, pela confiança em nos disponibilizar dados qualitativos de análises de água, pertencentes ao SAEG (Companhia de Serviço de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá), que serviram de base para a realização deste estudo.

Ao Doutor Paulo Romera, sempre disposto em me ajudar, desde quando atuei como engenheiro do DAEE (Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo).

Ao amigo Mestre Bruno Pavanelli Zanella, pela ajuda nos trabalhos realizados no LAGE.

A todos os professores e profissionais que participaram de minha formação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da UNESP, pela oportunidade oferecida.

*“Disciplina é a ponte que liga
nossos sonhos às nossas realizações”.*

Pat Tillman

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, manancial de abastecimento público deste município do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo. Nesta bacia são desenvolvidas atividades agropecuárias, destacando-se a rizicultura irrigada e a pecuária em sistema extensivo. Para a avaliação da influência das atividades desenvolvidas sobre a qualidade da água da bacia, foram analisados parâmetros físicos, químicos e biológicos, indicadores de qualidade da água amostrada em pontos à montante e à jusante das principais atividades econômicas, nos anos de 2007 e 2008, fornecidos pela Companhia de Serviço de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá (SAEG). Nas análises, foram consideradas as classes de enquadramento de rios, sendo estabelecida a Classe 1 para os ribeirões da cabeceira, Sino, Taquaral e Gomerál e Classe 2 para o ribeirão Guaratinguetá, e aplicados os padrões de qualidade da água, determinados pela Resolução CONAMA 357/2005. Também foi calculado o Índice de Qualidade de Água (IQA) e realizadas interpolações em SIG, pelo método do Inverso do Quadrado da Distância (IDW), correlacionados com o mapa de uso e ocupação do solo. A rizicultura irrigada e a pecuária são as atividades responsáveis pelos teores de nitrogênio e fósforo acima dos padrões da CONAMA 357/05, para rios de classe 2, no médio e baixo curso da bacia. As atividades turísticas, no alto curso (rio classe 1) e as manchas urbanas, próximas ao leito do ribeirão (rio classe 2), mantiveram os valores de DBO acima dos padrões estabelecidos pela CONAMA 357/05. O cálculo do IQA indicou trechos no médio e baixo curso de qualidade regular das águas do ribeirão Guaratinguetá, relacionados ao uso e ocupação do solo pela rizicultura irrigada, pecuária extensiva e manchas urbanas. Com a interpolação em SIG, a partir de dados pontuais, foi possível obter uma leitura global a cerca dos parâmetros de qualidade interpolados (Ferro Total, NT, PT, DBO e CF), capaz de subsidiar as políticas públicas na adoção de medidas relacionadas ao gerenciamento de recursos hídricos desta bacia hidrográfica.

Palavras-chave: Gestão de recursos hídricos, uso e ocupação do solo, poluição da água, IQA, SIG.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of the land use and occupation in the water quality of watershed of Guaratinguetá stream, a public water supply of this city in Paraíba Valley, State of Sao Paulo. In this basin are developed agricultural activities, especially the irrigated rice-growing and cattle under the extensive system. To evaluate the influence of activities on water quality in the basin, we analyzed the physical, chemical and biological indicators of water quality sampled at points upstream and downstream of the main economic activities in the years 2007 and 2008, provided by the Companhia de Serviço de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá (SAEG). In the analysis, we considered the framework class of rivers, being established class 1 for rivers in the headwaters, Sino, Taquaral and Gomerál, and class 2 for Guaratinguetá stream, and applied the standards of water quality, as determined by CONAMA Resolution 357 / 2005. We also calculated the Water Quality Index (WQI) and GIS interpolations made by the method of the Inverse Square Distance (IDW), correlated with the land use and occupation map. The irrigated rice-growing and cattle activities are responsible for the content of nitrogen and phosphorus above of the standards of CONAMA 357/05, for class 2 rivers in the middle and lower region of the basin. Tourism activities in the upper course (river class 1) and urban spots, close to the bed of the river (river class 2), maintained the values of BOD above the standards established by CONAMA 357/05. The calculation of the WQI indicated sections in the middle and lower course of the regular water quality of the Guaratinguetá stream, related to the land use and occupation for irrigated rice-growing, cattle activities and urban spots. With the GIS interpolation from point data, it was possible to obtain an overall reading about the quality parameters interpolated (Total Iron, TP, BOD and FC), able to support public policies in the adoption of measures related to management of water resources in this watershed.

Keywords: Water resources management, land use and occupation, water pollution, WQI, GIS.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura da molécula da água	8
Figura 2 - Esquema ilustrativo da polaridade da água	9
Figura 3 - Esquema de uma Bacia hidrográfica, com algumas fontes de poluição das águas	16
Figura 4 - Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 02 - Bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (trecho paulista)	18
Figura 5 - Ciclo hidrológico	25
Figura 6 - Métodos de Interpolação IDW, Kriging e Spline	30
Figura 7 - Ponto de captação de água bruta da SAEG no ribeirão Guaratinguetá, Vale do Paraíba (SP)	31
Figura 8 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá	32
Figura 9 - Divisão das microbacias da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá e classes de enquadramento de corpos d'água, de acordo com a Resolução Conama 357/2005	33
Figura 10 - Mapa pedológico da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá	34
Figura 11 - Classes de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá e classes de enquadramento dos corpos d'água, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.....	35
Figura 12 - Rizicultura irrigada desenvolvida nas áreas de várzea, às margens do ribeirão Guaratinguetá	35
Figura 13 - Área de pastagem, utilizada na pecuária extensiva, ocupando grande parte da bacia do ribeirão Guaratinguetá	36
Figura 14 - Pontos de coleta de água sob a influência dos diferentes usos e ocupação do solo da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá.....	39
Figura 15 - Curvas médias de variação de qualidade das águas	41
Figura 16 - Hidrografia e distribuição dos pontos de amostragem, cujos resultados das análises químicas e biológicas da água da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, em 2007/2008 foram utilizados na interpolação IDW em SIG	43
Figura 17 - Trecho do ribeirão Guaratinguetá localizado na área urbana do município	48

Figura 18 - Interpolação IDW em SIG para o parâmetro Ferro Total, analisado em diferentes pontos da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, sob a influência de diversas atividades produtivas	52
Figura 19 - Erosão do solo em área ocupada por pastagem em sistema de pecuária extensiva na cabeceira e na média bacia do ribeirão Guaratinguetá	53
Figura 20 - Interpolação IDW em SIG para o parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), analisado em diferentes pontos da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, sob a influência de diversas atividades produtivas	54
Figura 21 - Interpolação IDW em SIG para o parâmetro Fósforo Total, analisado em diferentes pontos da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, sob a influência de diversas atividades produtivas	55
Figura 22 - Interpolação IDW em SIG para o parâmetro Nitrogênio Total, analisado em diferentes pontos da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, sob a influência de diversas atividades produtivas	55
Figura 23 - Interpolação IDW para o parâmetro Coliformes Fecais, analisado em diferentes pontos da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, sob a influência de diversas atividades produtivas	56

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição percentual da massa de água no planeta	6
Tabela 2 - Classificação das águas quanto ao grau de dureza	13
Tabela 3 - Legislação Federal relacionada ao uso e ocupação do solo e a gestão de recursos hídricos	21
Tabela 4 - Legislação Estadual relacionada ao uso e ocupação do solo e a gestão de recursos hídricos	22
Tabela 5 - Faixas de IQA para os diferentes estados brasileiros	28
Tabela 6 - Pontos de coleta de amostras de água na bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, com suas respectivas áreas de bacia	38
Tabela 7 - Pontos de amostragem da água da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, com suas respectivas coordenadas UTM, distância da nascente e influência do uso e ocupação do solo	38
Tabela 8 - Parâmetros de qualidade empregados no cálculo do IQA e pesos atribuídos	40
Tabela 9 - Categorias de qualidade da água e valores de ponderação do IQA	42
Tabela 10 - Parâmetros físicos, químicos e biológicos indicadores da qualidade da água sob diferentes usos e ocupação do solo na bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá (SP)	45
Tabela 11 - Resultados do IQA para a bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá (SP)	50
Tabela 12 - Dados hidrológicos e hidrográficos da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá (SP)	57
Tabela 13 - Vazão mínima ($Q_{7,10}$) para os sete pontos avaliados da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá (SP)	58

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 01 - Equação do balanço hídrico	25
Equação 02 - Cálculo do IAP	27
Equação 03 - Cálculo da vazão média de longo período	36
Equação 04 - Cálculo da vazão mínima (Q7,10) de sete dias com um período de recorrência de dez anos	37
Equação 05 - Cálculo da declividade equivalente	37
Equação 06 - Cálculo do IQA	41
Equação 07 - Número de parâmetros que compõe o cálculo do IQA	42

SUMÁRIO

RESUMO	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE DE FIGURAS	III
ÍNDICE DE TABELAS	V
ÍNDICE DE EQUAÇÕES	VI
SUMÁRIO	VII
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	4
2.1. <i>Objetivos Gerais</i>	4
2.2. <i>Objetivos Específicos</i>	4
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1. <i>Disponibilidade de Recursos Hídricos</i>	5
3.2. <i>Características da água</i>	8
3.3. <i>Parâmetros indicadores de qualidade da água</i>	9
3.3.1. <i>Parâmetros físicos e organolépticos</i>	10
3.3.2. <i>Parâmetros químicos</i>	11
3.3.3. <i>Parâmetros biológicos e hidrobiológicos</i>	15
3.4. <i>Adoção da bacia hidrográfica como unidade de gestão</i>	16
3.4.1. <i>Comitê de bacia hidrográfica com atuação na área de estudo</i>	18
3.5. <i>Uso e ocupação do solo x qualidade da água</i>	18
3.6. <i>Legislação aplicada à gestão do uso do solo e dos recursos hídricos</i>	20
3.7. <i>Hidrografia e Hidrologia</i>	23
3.7.1. <i>Ciclo Hidrológico</i>	24
3.8. <i>Índice de Qualidade da Água (IQA)</i>	26
3.8.1. <i>Utilização do IQA no Brasil</i>	26
3.9. <i>Interpolação de dados empregando o SIG</i>	28
4 MATERIAIS E MÉTODOS	31
4.1. <i>Caracterização da área de estudo</i>	31
4.2. <i>Dados hidrográficos e hidrológicos</i>	36
4.3. <i>Amostragem e análises dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água</i>	38
4.4. <i>Cálculo do IQA</i>	40

4.5. Interpolação IDW de parâmetros de qualidade da água em SIG	42
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
5.1. Parâmetros físicos, químicos e biológicos indicadores da qualidade da água	45
5.2. Índice de Qualidade da Água (IQA)	49
5.3. Interpolação IDW de parâmetros de qualidade da água em SIG.....	51
5.4 Dados hidrográficos e hidrológicos	57
6 RECOMENDAÇÕES	59
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
9 ANEXOS	68
9.1. Resultados das análises laboratoriais fornecidas pelo SAEG	68
9.2. Resolução CONAMA 357/2005	96

1 INTRODUÇÃO

O uso do solo e as atividades produtivas têm relação direta com a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos que integram uma bacia hidrográfica. Dessa forma, a análise da qualidade da água deve levar em conta todas as possíveis interações dos corpos d'água existentes na bacia de estudo, com os demais componentes do ambiente como o meio físico, o meio biótico e o meio antrópico (MOTA, 2008). Segundo Merten & Minella (2004), os dados de qualidade e de quantidade de um curso d'água refletem os fenômenos ocorrentes nas suas vertentes, que podem ser avaliados por meio de parâmetros de qualidade da água.

As consequências da ação antrópica se revelam especialmente na saúde pública. Estima-se que no Brasil, cerca de 60% das internações hospitalares sejam resultado direto da precariedade dos sistemas de saneamento básico e que 90% das doenças que atingem a população decorrem do abastecimento de água em quantidade e qualidade insatisfatória. Em muitas regiões brasileiras, é comum o abastecimento de água não atender aos padrões de potabilidade vigentes e estabelecidos pela Portaria 2914/2011. A água de má qualidade pode veicular doenças como a febre tifóide e paratifóide, cólera, disenteria bacilar e a hepatite infecciosa, entre outras (DI BERNARDO et al., 2002).

As principais causas desse cenário de qualidade da água, que hoje enfrentamos e que motivaram a presente pesquisa, são a deficiência de uma visão mais abrangente do saneamento básico para o saneamento ambiental e o crescimento exponencial de atividades humanas e da população. Esses fatores, que historicamente se basearam em critérios econômicos, levaram ao aumento do lançamento de efluentes no ambiente, aumento da poluição e uso e ocupação do solo de forma desordenada.

Nesse sentido, nos últimos 20 anos, houve um avanço significativo de pesquisas relacionadas a esse tema. Dessa forma, os estudos que discutem a aplicação de parâmetros indicadores de qualidade, na avaliação dos efeitos das atividades produtivas de uma bacia

hidrográfica sobre a qualidade dos recursos hídricos, são ricos e evidenciam sua aplicabilidade.

A avaliação da qualidade da água de um corpo hídrico é um importante subsídio para orientar as ações que visam à adequação aos padrões de qualidade, para os diferentes usos definidos no enquadramento e estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005. De forma mais específica, no Estado de São Paulo, a Cetesb adota o Índice de Qualidade das Águas (IQA), que considera os nove parâmetros básicos: temperatura, turbidez, resíduo total, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, pH, nitrogênio total, fósforo total e coliformes fecais.

Neste contexto, este estudo teve o objetivo de avaliar a influência dos diferentes usos e ocupação do solo da bacia hidrográfica na qualidade da água do ribeirão Guaratinguetá e, ao mesmo tempo, criar uma ferramenta capaz de orientar o poder público na tomada de decisões, que possa ajudar a minimizar os impactos da ação humana na bacia. Para isso, foram realizados a análise de parâmetros de qualidade da água e o cálculo do IQA, conforme metodologia da Cetesb, e a interpolação em Sistema de Informações Geográficas (SIG), pelo método do Inverso do Quadrado da Distância (IDW).

O ribeirão Guaratinguetá é o manancial de abastecimento público deste município, sua bacia hidrográfica, com 163,97 km², faz parte da porção paulista da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, sendo representativa das atividades desenvolvidas no médio Vale do Paraíba, fatores que a tornam importante para a aplicação da metodologia proposta neste estudo.

Este estudo foi realizado por meio da base de dados fornecida pela Companhia de Serviço de Água, Esgoto e Resíduo de Guaratinguetá (SAEG), que contempla pontos georreferenciados, analisados quanto aos parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade da água, ao longo dos anos de 2007 e 2008, com o apoio do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO).

Ao trabalhar com o banco de dados já existente na SAEG, a pesquisa busca gerar produtos que traduzam, de forma simples, objetiva e mais próxima do real possível, a situação da qualidade da água do ribeirão Guaratinguetá e sua relação com as atividades produtivas praticadas na bacia. Além disso, ao integrar a pesquisa com a prática vivenciada nas instituições públicas, este estudo visa contribuir para a ampliação do “ângulo de visão” dos gestores, facilitando a interpretação crítica dos dados obtidos na aplicação de medidas ambientais eficazes, de modo a direcionar, de forma otimizada, o uso de recursos financeiros na minimização de problemas diagnosticados na bacia.

Espera-se, com este estudo, gerar informações que possam contribuir para o aprimoramento de políticas públicas, com a adoção de medidas relacionadas ao gerenciamento de recursos hídricos, que compreendam, conjuntamente, a aplicação de medidas estruturais e não estruturais em benefício da melhoria do bem estar público, atendendo aos objetivos ambientais assumidos pela sociedade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo foi avaliar a influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá (SP), para gerar informações que possam contribuir para o aprimoramento de políticas públicas na adoção de medidas relacionadas ao gerenciamento de recursos hídricos.

2.2 Objetivos Específicos

- Efetuar o cálculo do Índice de Qualidade da água (IQA) em pontos estratégicos da bacia, relacionando as principais atividades econômicas com a qualidade da água;
- Efetuar a interpolação de parâmetros de qualidade da água mais relevantes em função do uso e ocupação do solo, utilizando o Sistema de Informações Geográficas (SIG), empregando a ferramenta do Inverso da Distância ao Quadrado (IDW);
- Avaliar a relação existente entre o uso e ocupação do solo e a qualidade da água da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá;
- Gerar conhecimentos aos gestores públicos para a adoção de medidas que assegurem a qualidade da água em padrões adequados ao abastecimento público na bacia hidrográfica em questão;
- Apresentar ao poder público, ferramentas como o SIG e o cálculo de IQA, como alternativas que podem contribuir para a interpretação de dados existentes de parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade da água, proporcionando uma visão global da bacia hidrográfica de estudo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Disponibilidade de Recursos Hídricos

A água está disponível em nosso planeta sob diversas formas e é encontrada principalmente no estado líquido. É, sem dúvida, uma das substâncias mais comuns existentes na natureza, cobrindo cerca de 70% da superfície da Terra, o que equivale a uma massa de água de 265.400 trilhões de toneladas.

Desse total, somente 0,5% corresponde à água doce explorável, sob o ponto de vista social, tecnológico e econômico, podendo ser extraída de lagos, rios e aquíferos (BRAGA et al., 2005). Entretanto, subtraindo o percentual de água já poluída ou de locais de difícil acesso, resta para a utilização direta, apenas 0,003% deste volume. A tabela 1 apresenta, em detalhes, a distribuição da massa de água total do planeta.

O Brasil detém cerca de 12 a 16% da água do planeta e uma das maiores redes hidrográficas do mundo. A bacia Amazônica, por exemplo, apresenta mais de 7 milhões de quilômetros quadrados, dos quais 3,9 milhões estão no território brasileiro e seus rios são responsáveis por aproximadamente 70% do total dos recursos hídricos do país.

O país também acumula enormes reservas de águas subterrâneas, sendo o aquífero Guarani, a principal reserva já conhecida, com capacidade para fornecer aproximadamente 43 bilhões de metros cúbicos de água por ano, o que daria para suprir a necessidade de uma população de, aproximadamente, 500 milhões de pessoas (BARLOW & CLARKE, 2003).

Tabela 1 – Distribuição percentual da massa de água no planeta.

Localização	Área (10 ⁶ km ²)	Volume (10 ⁶ km ³)	Porcentagem de água total (%)	Porcentagem de água doce (%)
Oceanos	361,3	1338	96,5	
Água Subterrânea	134,8	23,4	1,7	
Doce	10,53	0,76	29,9	
Umidade do solo	0,016	0,0012	0,05	
Calotas Polares	16,2	24,1	1,74	68,9
Geleiras	0,22	0,041	0,003	0,12
Lagos	2,06	0,176	0,013	0,26
Doce	1,24	0,091	0,007	
Salgado	0,82	0,085	0,006	
Pântanos	2,7	0,011	0,0008	0,03
Rios	14,88	0,002	0,0002	0,006
Biomassa	0,001	0,0001	0,003	
Vapor na atmosfera	0,013	0,001	0,04	
Total de água doce	35	2,53	100	
Total	510,0	1386	100	

Fonte: Braga et al. (2005)

Analisando de forma superficial, poderíamos pensar que o Brasil não tem problemas com relação à disponibilidade de recursos hídricos e os brasileiros não têm nenhuma dificuldade para esse acesso, no entanto, essa é uma conclusão precipitada, pois antes de qualquer afirmação, é preciso levar em conta determinados fatores políticos, econômicos, geográficos e sociais.

Com relação aos fatores geográficos, vale lembrar que os recursos hídricos não se distribuem de maneira uniforme em todo o país. Enquanto a Amazônia concentra cerca de 70% da água doce disponível e abriga apenas 7% do total da população, a região Sudeste concentra cerca de 6% dos recursos hídricos e abriga cerca de 42% da população (BARLOW & CLARKE, 2003). Estes números evidenciam a distribuição heterogênea dos recursos hídricos no Brasil, configurando uma realidade de contraste, que afeta de maneira peculiar os aspectos econômicos e sociais de cada região do país, mostrando a interdependência entre os recursos naturais e as atividades humanas, que têm a intenção de gerar o desenvolvimento.

O conceito de que o Brasil é rico, sob o ponto de vista da disponibilidade dos recursos hídricos, não minimiza a preocupação existente nos dias atuais com os cenários de escassez, que já afetam, de forma bastante severa, determinadas regiões e que, em futuro próximo, poderão agravar ainda mais.

No Brasil, há regiões com abundância de água ‘per capita’ e regiões de escassez de água ‘per capita’, especialmente no Sudeste. A escassez ‘per capita’ deve somar-se a escassez devido à má qualidade e ao risco, também devido à má qualidade. É o caso da região Sudeste do Brasil, onde a concentração populacional e a urbanização, em conjunto com a industrialização e a agricultura intensiva, produziu impactos extremamente elevados na qualidade da água, provocando, em muitos casos, uma ‘escassez por contaminação’ e não só por demanda (TUNDISI, 2004).

A contaminação da água é outro fator preocupante. Apesar de os mananciais superficiais estarem mais sujeitos à poluição, determinados mananciais subterrâneos também estão com a qualidade de suas águas comprometidas.

O consumo da água de má qualidade pode veicular doenças, causando danos à saúde pública. Segundo Di Bernardo et al. (2002), estima-se que no Brasil 60% das internações hospitalares estejam relacionadas às deficiências do saneamento básico e que 90% dessas doenças se devem a fatores como: ausência de água em quantidade satisfatória e qualidade, com padrões de potabilidade inferiores aos estabelecidos pelo órgão competente¹.

As doenças de veiculação hídrica mais incidentes na população brasileira são as febres tifóide e paratífóide; as desinterias bacilar e amebiana; cólera; esquistossomose; hepatite infecciosa; giardíase; e criptosporidíase. Outras doenças ainda podem ser transmitidas pela água de qualidade insatisfatória, como: fluorose (excesso de flúor), saturnismo (devido ao chumbo) e metamoglobina (teor elevado de nitrato). Além disso, substâncias tóxicas presentes na água, podem gerar outros males à saúde pública.

Para reverter esse quadro de escassez, contaminação e poluição, é de fundamental importância a aplicação de políticas públicas eficazes, como a adoção de ações inovadoras de comunicação e disseminação de informações para a população em geral, por meio de programas de educação ambiental, que orientem sobre a economia de água, importância da proteção dos mananciais e os riscos da contaminação.

Além disso, a integração institucional e a capacitação de gestores e tomadores de decisão são também medidas importantes, que devem ser praticadas, a fim de dotá-los de uma visão sistêmica, bem como atualizá-los com as últimas descobertas científicas.

¹ A Portaria 2914, do Ministério da Saúde, de 12 de Dezembro de 2011, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

A pesquisa científica em recursos hídricos tem avançado consideravelmente nos últimos anos, principalmente no Brasil e, apesar de ainda existirem lacunas, há um acúmulo de conhecimento considerável. O grande desafio é fazer com que o conhecimento gerado pela comunidade científica seja disseminado e resulte em produtos, serviços e novas tecnologias, que sejam acessíveis e que possam contribuir para o aperfeiçoamento de políticas públicas, capazes de garantir qualidade e quantidade suficiente aos recursos hídricos que ficarão disponíveis para as futuras gerações.

3.2. Características da água

A água é formada por um átomo de oxigênio e dois átomos de hidrogênio (H_2O). A ligação covalente é a responsável pela união dos átomos de hidrogênio (H) aos de oxigênio (O). O hidrogênio possui um elétron em sua última camada (nível externo) e o oxigênio, seis. Dessa forma, o H compartilha seu único elétron com o O, formando o octeto. Segundo Di Bernardo et al. (2002), a água possui estrutura com forma angular e, caso seja traçada uma linha imaginária do centro do átomo de oxigênio ao centro de cada átomo de hidrogênio, será obtido um ângulo de $104^{\circ} 30'$ (Figura 1).

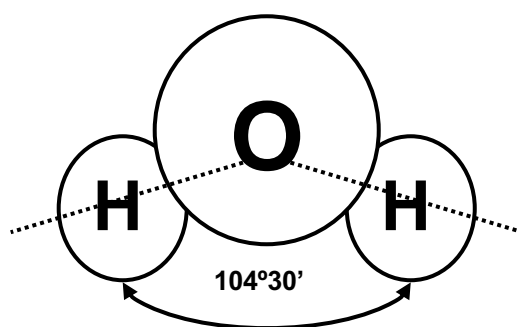


Figura 1 – Estrutura da molécula da água. Fonte: Di Bernardo et al. (2002).

Os elétrons compartilhados são atraídos com mais força pelo oxigênio, pois o mesmo é mais eletronegativo que os átomos de hidrogênio, fazendo com que o oxigênio fique mais negativo que os átomos de hidrogênio. Assim, a molécula da água formada é polar, possuindo um pólo positivo (constituído pelos hidrogênios) e um negativo (constituído pelo oxigênio), conforme ilustra a figura 2. Isso condiciona a água a ter propriedades físicas, como o Ponto de Fusão (PF) e Ponto de Ebulição (PE), mais altos do que os previstos pela teoria.

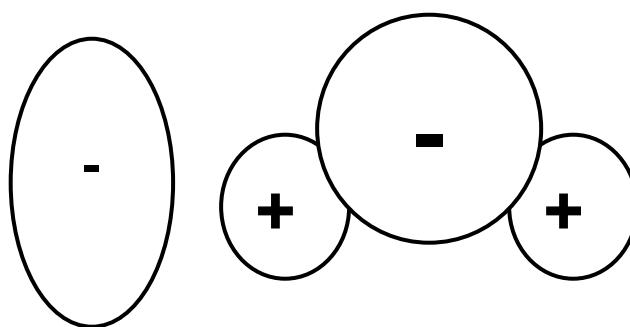


Figura 2 – Esquema ilustrativo da polaridade da água. Fonte: Di Bernardo et al. (2002).

A água em seu estado natural mais comum é um líquido transparente, sem sabor e odor, assumindo a cor azul-esverdeada em locais profundos. Sua densidade (massa específica) máxima é de 1 g cm^{-3} a 4°C e calor específico de $1 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}$, mas no estado sólido, a densidade diminui para $0,92 \text{ g cm}^{-3}$. Entretanto, o gelo formado sob pressão pode ser mais pesado que a água líquida. A temperatura de fusão e ebulição da água são, respectivamente, de 0°C e 100°C , a pressão de 1 atmosfera (atm).

Segundo Richter & Azevedo Netto (1998), a água, por ser um excelente solvente, é uma substância complexa, e até hoje ninguém a encontrou em estado de absoluta pureza. Mesmo sem impurezas, a água é uma mistura de 33 substâncias distintas. Dos elementos químicos conhecidos, a maioria é encontrada nas águas naturais. A água é considerada fonte de vida, já que todos os organismos vivos necessitam de água para sobreviver. Entretanto, é necessário que os recursos hídricos sejam satisfatórios tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo.

De acordo com Braga et al. (2005), a qualidade da água depende diretamente da quantidade de água existente para dissolver, diluir e transportar as substâncias benéficas e nocivas para os seres que compõem a cadeia alimentar. Portanto, as características da água são definidas por meio de sua composição física, química e biológica e por suas propriedades organolépticas.

3.3. Parâmetros indicadores de qualidade da água

A qualidade da água pode ser avaliada por meio de parâmetros físicos, químicos, biológicos e organolépticos, respeitando os padrões de qualidade de cada classe de rio, de acordo com o uso preponderante, conforme estabelece a Resolução CONAMA 357/05,

sendo alguns dos parâmetros mais utilizados para a avaliação da qualidade da água, descritos a seguir.

3.3.1. Parâmetros físicos e organolépticos

a. Turbidez

A turbidez da água ocorre devido à presença de partículas suspensas, que podem ser grosseiras ou ocorrer na forma de colóides. A turbidez da água provoca a dispersão e absorção da luz, resultando em uma aparência nebulosa da água, que é esteticamente indesejável e potencialmente perigosa (RICHTER & AZEVEDO NETTO, 1998).

A turbidez pode ser causada por uma grande variedade de materiais, como partículas de areia fina, silte, argila, além da descarga de esgoto doméstico ou industrial, e um grande número de microrganismos. A determinação da turbidez é realizada por meio de turbidímetros e sua unidade é expressa em Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU).

b. Cor aparente e cor verdadeira

Em águas naturais, a cor é resultado da decomposição de matéria orgânica, sendo os compostos de natureza orgânica presentes na água chamados de substâncias húmicas. As substâncias húmicas, geralmente, são compostas pelos ácidos húmicos e fúlvicos e não representam risco direto à saúde, mas os consumidores podem rejeitar a água por sua coloração escura e buscar águas cristalinas que, no entanto, podem apresentar maior risco à saúde. Denomina-se “cor verdadeira” a medida de cor realizada com a amostra de água centrifugada por 30 minutos, com 3.000 rotações por minuto (rpm), ou de uma água filtrada em membrana de 45 µm. Já com a amostra de água em seu estado natural, tem-se a cor aparente, pois existem interferências nas análises, devido à presença de partículas coloidais e suspensas, além de microrganismos (DI BERNARDO et al., 2002).

As dimensões das moléculas responsáveis pela cor na água (ácidos húmicos e fúlvicos) variam com o pH e com o grau de polimerização (entre 3,5 e 10 nm). A unidade de medida da cor é a Unidade Hazen (uH), padrão de platina-cobalto.

c. Sabor e odor

O sabor e odor são características organolépticas de difícil avaliação por serem subjetivas e, geralmente, são provocadas por algumas espécies de algas ou por substâncias solúveis liberadas pelas mesmas (geosmina); substâncias dissolvidas (gases, fenóis, clorofenóis); pelo lançamento de despejos nos cursos de água; alta concentração de sólidos

totais e lançamentos de resíduos industriais. A unidade de medida é a concentração limite mínima detectável (VON SPERLING, 1996).

d. Temperatura

A temperatura é utilizada para a caracterização de corpos d'água e sua unidade de medida é dada em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$). O conceito de temperatura de uma água está relacionado com a medição da intensidade de calor. A temperatura da água pode ser alterada pela transferência de calor por radiação, condução e convecção (atmosfera e solo). O aumento da temperatura da água está relacionado com o aceleração das taxas de reações químicas e biológicas, com a transferência de gases e com a diminuição da solubilidade destes gases (VON SPERLING, 1996).

e. Sólidos Totais Dissolvidos

A caracterização deste parâmetro está relacionada à medida de todos os constituintes dissolvidos na água, refletindo a concentração de sais inorgânicos e matéria orgânica dissolvida. Os principais ânions inorgânicos dissolvidos são carbonatos, cloretos, sulfatos e nitratos. Os principais cátions inorgânicos incluem sódio, potássio, cálcio e magnésio. Os sólidos totais dissolvidos são indicadores da presença de uma ampla gama de contaminantes químicos na água (LEAL, 2011) e a unidade de medida é o miligrama por litro (mg L^{-1}).

3.3.2. Parâmetros químicos

a. pH

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a concentração de íons de hidrogênio, indicando uma condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. O pH compreende uma faixa de 0 a 14 e sua variação pode ocorrer devido a fatores naturais, como a dissolução de rochas, a absorção de gases da atmosfera, oxidação de matéria orgânica e fotossíntese. O pH também pode variar devido as atividades de origem antrópica, principalmente devido aos despejos industriais (lavagens ácidas, por exemplo) e domésticos (oxidação de matéria orgânica). Este parâmetro é utilizado com frequência na caracterização de corpos d'água e, geralmente, é determinado por peagômetros com eletrodos de vidro, pois esses aparelhos não sofrem interferências de cor, turbidez e de uma extensa variedade de íons (VON SPERLING, 1996).

b. Alcalinidade e Acidez

A alcalinidade pode ser entendida como a capacidade da água em neutralizar ácidos, e a acidez, como a capacidade de neutralizar bases. A determinação da alcalinidade, bem como, da acidez da água, normalmente é baseada em sistemas de ácido carbônico. De acordo com Di Benardo et al. (2002), em função do pH, tem-se:

- pH = 12,3 a 9,4: alcalinidade devida a hidróxidos e carbonatos;
- pH = 9,4 a 8,3: alcalinidade devida a carbonatos e bicarbonatos;
- pH = 8,3 a 4,4: alcalinidade devida somente a bicarbonatos.

A alcalinidade não possui significado sanitário, a não ser quando é devida à presença de hidróxidos ou quando contribui, em demasia, com a quantidade de sólidos totais. Portanto, se a água apresentar alcalinidade devida à presença de hidróxidos (com valores de pH elevado), pode apresentar sabor desagradável.

A acidez da água depende do valor de pH, pois ocorre devido à dissolução do CO_2 , que, como visto anteriormente, estará presente somente para valores de pH inferiores a 8,3 e superiores a 4,4. Em valores de pH abaixo de 4,4 a acidez ocorre com a presença de ácidos fortes, o que não é comum em águas naturais. A acidez é expressa em teor de carbonato de cálcio (CaCO_3), geralmente determinado por titulação, utilizando uma base para neutralizar o CO_2 presente na amostra. De acordo com Von Sperling (1996) a unidade de medida da alcalinidade e da acidez, é o miligrama por litro de CaCO_3 ($\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$).

c. Dureza

A dureza da água pode ser alterada devido à presença de íons metálicos como o cálcio (Ca^{2+}), o magnésio (Mg^{2+}), e em menor proporção pelos íons de ferro (Fe^{2+}), estrôncio (Sr^{2+}) e manganês (Mn^{2+}). A dureza pode provocar problemas de incrustações em sistemas de água quente. Além disso, estudos relacionam a dureza da água com a incidência de doenças cardiovasculares e com o aumento do teor de colesterol (DI BERNARDO et al., 2002). Em geral, a dureza é expressa em termos de CaCO_3 e pode ser classificada pela presença de íons metálicos como o cálcio e o magnésio, ou ânions associados com os íons metálicos, como carbonatos e não carbonatos.

As águas podem ser classificadas quanto ao grau de dureza, conforme a tabela 2.

Tabela 2 – Classificação das águas quanto ao grau de dureza.

Classe de águas	Dureza
Moles	< 50 mg L ⁻¹ em CaCO ₃
Dureza moderada	de 50 a 150 mg L ⁻¹ em CaCO ₃
Duras	de 150 a 300 mg L ⁻¹ em CaCO ₃
Muito duras	> 300 mg L ⁻¹ em CaCO ₃

Fonte: Richter & Azevedo Neto (1998).

d. Ferro e Manganês

A presença do ferro nas águas naturais confere sabor amargo, coloração amarelada e turva, decorrente da precipitação do ferro quando oxidado. Dessa forma, a presença do ferro na água pode provocar alguns inconvenientes, como manchas em sanitários e roupas.

Os sais de ferro são facilmente oxidados nas águas de superfície, gerando hidróxidos de ferro insolúveis, que tendem a flocular ou decantar, ou então, podem ser adsorvidos superficialmente, o que explica a baixa concentração de ferro em águas superficiais bem aeradas.

A presença do manganês ocasiona problemas semelhantes aos do ferro, porém é mais difícil de realizar sua remoção, pois sua precipitação ocorre em valores altos de pH, o que dificulta o processo de coagulação e sua coloração característica é o marrom.

A origem natural desses elementos está relacionada com a dissolução de compostos do solo, e a origem antrópica com os despejos industriais. Estes parâmetros podem ser utilizados com frequência na caracterização de corpos d'água e a unidade de medida é o miligrama por litro (mg L⁻¹) (DI BERNARDO, 2002).

e. Nitrogênio Total

De acordo com Von Sperling (1996), o nitrogênio alterna-se entre várias formas e estados de oxidação na natureza, que corresponde ao ciclo do nitrogênio na biosfera. Na água, o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas: (a) nitrogênio molecular (N₂), que é liberado para a atmosfera, (b) nitrogênio orgânico, na forma dissolvido e em suspensão, (c) amônia (NH₃), (d) nitrito (NO₂⁻) e (e) nitrato (NO₃⁻). Assim, o nitrogênio total, segundo Leal (2011), representa a soma das formas de nitrogênio orgânico e amoniacal, sendo encontrado nos ambientes aquáticos nas formas de amônia (NH₃), íon amônio (NH₄⁺), nitrogênio orgânico dissolvido, na forma de aminas, aminoácidos, entre outras, e nitrogênio orgânico particulado (bactérias, fitoplâncton, zooplâncton e detritos).

O valor de nitrogênio total é utilizado com frequência na caracterização de corpos d'água e sua unidade de medida é o miligrama por litro (mg L^{-1}).

f. Fósforo Total

De acordo com Von Sperling (1996), o fósforo é encontrado na água principalmente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. Os ortofosfatos são diretamente disponíveis para o metabolismo biológico, sem necessidade de conversões a formas mais simples. O fósforo pode ser originado naturalmente na água, devido à decomposição de matéria orgânica e à dissolução de compostos do solo. O fósforo também pode ser originado por atividades antrópicas, pelos despejos domésticos e industriais, de excrementos animais e devido ao uso de fertilizantes. O fósforo é um elemento indispensável para o crescimento das algas e, quando encontrado em altas concentrações em lagos e represas, pode propiciar um crescimento exagerado desses organismos, causando a eutrofização da água. Este parâmetro é, frequentemente, utilizado para a caracterização de corpos d'água e sua unidade de medida é o miligrama por litro (mg L^{-1}).

g. Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido é fundamental para a sobrevivência dos organismos aeróbios. No processo de estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo ocasionar a redução do oxigênio dissolvido do meio. Caso o oxigênio dissolvido seja totalmente consumido, ele pode gerar condições anaeróbias e produzir maus odores no curso d'água.

O oxigênio dissolvido pode ser originado naturalmente pela dissolução do oxigênio atmosférico ou ser produzido por organismos fotossintéticos. A origem antrópica está relacionada à introdução de aeração artificial. Este é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos. Sua utilização mais frequente é na caracterização de corpos d'água e sua unidade de medida é o miligrama por litro (mg L^{-1}) (VON SPERLING, 1996).

h. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO é utilizada para indicar o consumo do oxigênio dissolvido pelos microrganismos em seus processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica. Assim, a DBO representa de forma indireta, o teor de matéria orgânica nos corpos d'água, sendo, portanto uma indicação do potencial de consumo do oxigênio

dissolvido. Sua origem natural está relacionada com a matéria orgânica vegetal e animal e a antrópica com os despejos domésticos e industriais (VON SPERLING, 1996). A DBO é utilizada na caracterização de corpos d'água e sua unidade de medida é o miligrama por litro (mg L^{-1}).

3.3.3. Parâmetros biológicos e hidrobiológicos

Entre as impurezas contidas na água, há determinados organismos que, dependendo de suas características, podem ser patogênicos, sendo vetores de doenças e algumas epidemias. Outros organismos, como as algas, são responsáveis pela presença de sabor e odor desagradáveis. De acordo com Braga et al. (2005), os organismos aquáticos podem pertencer aos grupos dos vírus, bactérias, fungos, algas, macrófitas, protozoários, rotíferos, crustáceos, insetos aquáticos, vermes, moluscos, peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

A caracterização biológica da água pode ser realizada por análises bacteriológicas e hidrobiológicas. No primeiro caso, por meio de processos e técnicas adequadas, conta-se o número total de bactérias, ou outros microrganismos existentes, sendo o resultado expresso em número de bactérias por centímetro cúbico (cm^3) ou mililitro (mL) da amostra de água. Essas análises permitem a identificação de microrganismos patogênicos, que funcionam como um parâmetro indicador do grau de contaminação da água, facilitando o controle, quando necessário, de possíveis doenças de transmissão hídrica.

As análises hidrobiológicas podem ser realizadas por processos e técnicas apropriadas, utilizando a microscopia, os organismos presentes são identificados e quantificados. Por estas análises também é possível avaliar as quantidades e espécies de material amorfo formadas por silte, matéria orgânica, entre outros.

a. Coliformes Fecais

Os coliformes fecais (CF) compõem um grupo de bactérias indicadoras de organismos originários do trato intestinal humano e de outros animais, ocorrendo em grande quantidade nas fezes. Sua quantificação é realizada a uma temperatura elevada, na qual o crescimento de bactérias de origem não fecal é suprimido. A *Escherichia coli* é uma bactéria pertencente a este grupo. A unidade de medida utilizada é o valor das diluições máximas que representa resultado positivo, estatisticamente chamado de Número Mais

Provável (NMP) de bactérias, isto é, sua concentração na amostra ensaiada (VON SPERLING, 1996).

b. Coliformes Totais

Os coliformes totais (CT) representam um grupo de bactérias que têm sido isoladas de amostras de águas e solos poluídos e não poluídos, bem como de fezes de seres humanos e de outros animais de sangue quente. Assim como para os coliformes fecais, a unidade de medida utilizada é o valor das diluições máximas que representa resultado positivo, estatisticamente chamado de Número Mais Provável (NMP) de bactérias, isto é, sua concentração na amostra ensaiada (VON SPERLING, 1996).

3.4. Adoção da bacia hidrográfica como unidade de gestão

De acordo com Tucci (1997), a bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação, que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica é composta por um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório. A figura 3 apresenta um esquema ilustrativo de uma bacia hidrográfica, com a identificação de algumas atividades produtivas e a ocorrência de processos naturais, acelerados ou não por ações antrópicas.



Figura 3 – Esquema de uma bacia hidrográfica, com algumas fontes de poluição das águas.
Fonte: Dobson e Beck (1999) modificada por Tundisi et al. (2008).

Porto & Porto (2008) afirmam que a gestão de recursos hídricos baseada no recorte territorial das bacias hidrográficas ganhou força no início dos anos 1990, quando os *Princípios de Dublin* foram acordados na reunião preparatória do Eco-92. Segundo esses autores, a gestão dos recursos hídricos deve ser integrada e considerar todos os aspectos físicos, sociais e econômicos e, para que essa integração tenha o foco adequado, sugerem que a gestão esteja baseada nas bacias hidrográficas.

Por outro lado, a gestão de recursos hídricos, considerando a bacia hidrográfica como unidade de gestão, pode se tornar complicada quando comporta vários municípios, estados e até mesmo países. A fim de superar eventuais problemas na gestão, quando a bacia hidrográfica apresenta grandes dimensões, uma estratégia é compartimentá-la em microbacias ou sub-bacias. Nesse caso, os Comitês de Bacias possuem papel fundamental no processo de gestão (MOTA, 2008).

A Lei nº 9.433/97 tem como um de seus fundamentos a adoção da bacia hidrográfica como a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Portanto, essa lei foi o marco inicial para a gestão integrada dos recursos hídricos no país. Segundo Porto et. al. (2008), a utilização da bacia hidrográfica como unidade de gestão é vantajosa por ter uma relação física direta com a água, que é o principal foco da gestão. O conceito de gestão de recursos hídricos está baseado em:

- Descentralização: com a adoção da bacia hidrográfica como unidade de gestão;
- Participação: de forma democrática e paritária por parte dos gestores e usuários (sociedade cível, estado e municípios);
- Integração: de todas as informações disponíveis por parte dos gestores e usuários de águas superficiais e subterrâneas.

3.4.1. Comitê de Bacia Hidrográfica com atuação na área de estudo

Como cenário de desenvolvimento do presente estudo, a bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá está localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 02 (UGRHI 02), sendo uma sub-bacia da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul em seu trecho paulista, área essa em que há a atuação do Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul (CBH-PS), conforme figura 4.

O CBH-PS é um órgão colegiado, consultivo e deliberativo, com atuação em nível regional (trecho paulista), integrado de forma democrática e paritária por representantes do governo estadual, municipal, membros de entidades e organizações da sociedade civil e de usuários. Pelos integrantes do Comitê são definidas as prioridades da bacia em relação à aplicação de recursos, quais as medidas a serem tomadas num horizonte de curto, médio e longo prazo e quais as sub-bacias prioritárias para a região.

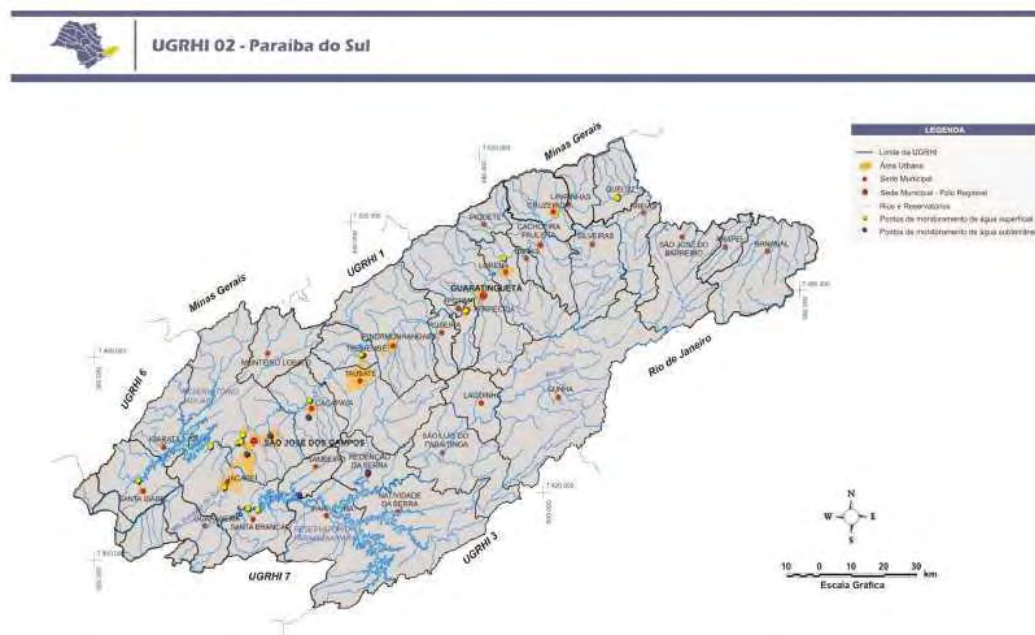


Figura 4 – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 02 – Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (trecho paulista). Fonte: Relatório de Situação – CBH-PS 2009 apud Romera et. al. (2009).

3.5. Uso e ocupação do solo x qualidade da água

O uso e a ocupação do solo de uma bacia hidrográfica têm relação direta com a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos que a integram. Dessa forma, a análise da qualidade da água deve considerar as atividades produtivas de uma bacia e sua interação com todos os componentes do meio físico, biótico e antrópico (MOTA, 2008). Segundo Merten & Minella (2004), a qualidade e a quantidade de um curso d'água refletem os fenômenos ocorrentes nas suas vertentes, o que pode ser avaliado por meio de parâmetros de qualidade da água.

O disciplinamento do uso e ocupação do solo visa assegurar a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, sendo de extrema importância para organizar o desenvolvimento de uma bacia e ao mesmo tempo proteger os recursos

naturais. De acordo com Mota (2008), algumas medidas para o disciplinamento do uso e ocupação do solo podem ser adotadas, entre elas:

- Macrozoneamento, com a definição dos usos que serão realizados na bacia, em função das características ambientais e do potencial poluidor de cada um;
- Controle do parcelamento e da ocupação dos terrenos;
- Proteção de áreas especiais (áreas de preservação ou de uso controlado): margens dos cursos d'água, encostas, várzeas, áreas de amortecimento de cheias, mangues, dunas, entre outros;
- Estabelecimento de faixas de proteção às margens de cursos d'água e reservatórios, como a criação de parques lineares, por exemplo;
- Proteção das áreas de recarga dos aquíferos e das águas subterrâneas;
- Definição de unidades de conservação (UCs);
- Proteção dos recursos hídricos de áreas urbanas.

Essas medidas são de fácil interpretação, mas, na prática, a adoção delas por parte dos gestores de uma bacia hidrográfica tem sido rara. Em geral, existe um descaso em relação às leis por parte dos responsáveis pela gestão do uso do solo. Em contrapartida, o setor público não consegue fiscalizar as demandas existentes, gerando um cenário de problemas no uso do solo e, em consequência, na qualidade da água.

O uso do solo analisado do ponto de vista do conceito de bacia hidrográfica mostra que certas áreas devem ser protegidas, por suas características, tanto assim que foram incluídas como exigências da legislação federal, estadual e municipais vigentes. Nessa questão, a legislação mais restritiva é que deve ser aplicada. Além disso, determinadas áreas devem ser ocupadas de forma ordenada para não ocasionar impactos relativos ao meio ambiente e, por consequência, aos recursos hídricos (MOTA, 2008).

Como princípio, as diretrizes e a legislação de uso do solo devem ser formuladas em conjunto com a legislação dos recursos hídricos, ou seja, devem ser claras a respeito das condições do uso do solo e influência sobre os recursos hídricos, além do aproveitamento das águas superficiais e subterrâneas. O planejamento do uso do solo deve conter normas que definam e mantenham determinados usos, de acordo com metas e valores públicos, além de limitar os usos que são inadequados aos processos ecológicos do solo (MOTA, 2008).

Apesar de existirem várias publicações que apresentam a relação existente entre o uso e ocupação do solo e a qualidade da água de uma bacia hidrográfica, é raro encontrar

no Brasil, bases teóricas que retratem exemplos práticos de como isso é possível, ou seja, como se deve ocupar o solo de forma ordenada e utilizá-lo de maneira correta, garantindo uma boa qualidade da água.

Em nosso país, possuímos uma consistente legislação relacionada ao uso e ocupação do solo e aos recursos hídricos, seja em nível municipal, estadual ou federal. Porém, os órgãos responsáveis pela fiscalização do cumprimento dessas legislações não dispõem de recursos para atender a demanda exigida, principalmente pela dimensão do território nacional. O Estado de São Paulo é uma referência no País, apresentando órgãos habilitados para cuidar dos interesses relacionados ao uso e ocupação do solo e aos recursos hídricos, entre eles:

- Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI);
- Fundação para a Conservação e a Produção Florestal (FF);
- Instituto Florestal (IF);
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb);
- Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE).

Apesar disso, na prática, o que se observa é o descumprimento quase que total das legislações vigentes, por conta da falta de profissionais para a fiscalização, da não integralização de banco de dados entre os órgãos e dos trâmites burocráticos de processos. Se a realidade não é boa dentro de um Estado, considerado referência, a situação nas regiões sem infraestrutura adequada é ainda pior. É cada vez mais comum encontrar situações de ocupações irregulares às margens dos corpos d'água, uso e ocupação dos solos de forma inadequada e má qualidade da água. A seguir, são apresentadas, de forma resumida, as principais legislações relacionadas ao uso do solo e à gestão de recursos hídricos, que incluem as questões de qualidade da água.

3.6. Legislação aplicada à gestão do uso do solo e dos recursos hídricos

A gestão de recursos hídricos e do uso e ocupação do solo devem ser baseadas numa legislação que ofereça efetivo suporte para as ações que venham a ser realizadas, sejam elas de caráter municipal, estadual ou federal.

A legislação que regulamenta o uso e ocupação do solo, por exemplo, deve prever os instrumentos necessários para que a administração municipal, como gestora exclusiva

dessas ações, reconheça e interprete o limite de cada atividade humana com impacto na expansão urbana, para que possa agir, preventivamente, a fim de limitar seus efeitos sobre os recursos hídricos como bem de interesse comum.

A legislação sobre a gestão de recursos hídricos deve, especialmente, assegurar de forma sustentável, a disponibilidade da água das bacias hidrográficas, em que existam interferências de ocupação do solo por atividades humanas, em seus diversos aspectos de qualidade e quantidade.

As tabelas 3 e 4 apresentam as principais legislações relacionadas ao uso do solo e à gestão de recursos hídricos em âmbito estadual e federal.

Tabela 3 – Legislação Federal relacionada ao uso e ocupação do solo e a gestão de recursos hídricos

Leis, Decretos e Resoluções Federais	Determinações
Constituição Federal*	Estabelece pelo Art. 30 que a gestão dos assuntos de interesse local, citando de forma clara e explícita a gestão do uso e ocupação solo como atribuição EXCLUSIVA do município.
Lei nº4.771/1965*	Institui o Código Florestal.
Lei nº6.766/1979*	Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano.
Lei nº6.938/1981*	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Lei nº7.754/1989*	Estabelece as medidas para a proteção das florestas existentes nas nascentes de rios.
Lei nº7.802/1989*	Dispõe sobre uso de agrotóxicos.
Lei nº9.433/1997*	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
Lei nº9.605/1998*	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente – Lei de Crimes Ambientais.
Lei 9.985/2000*	Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
Lei nº10.257/2001*	Estabelece diretrizes gerais da política urbana.
Resolução Conama 303/2002*	Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.
Resolução Conama nº 357/2005*	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências; (em substituição à Resolução Conama No. 20 de 1986).
Resolução Conama nº 397/2008*	Altera o inciso II do § 4o e a Tabela X do § 5o, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA no 357, de 2005.

Fonte: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/legislacao.aspx>> Acesso em: 23/11/2011.

<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=legislacao.index&tipo=0>> Acesso em: 23/11/2011.

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm> Acesso em: 13/02/2012.

* Ordem cronológica.

Tabela 4 – Legislação Estadual relacionada ao uso e ocupação do solo e à gestão de recursos hídricos

Leis, Decretos e Resoluções do Estado de São Paulo	Determinações
Lei 7.663/1991*	Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
Decreto 41.258/1996*	Regulamento da outorga de direitos de uso dos recursos hídricos
Decreto 48.896/2004*	Regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FEHIDRO, criado pela Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, alterada pela Lei nº 10.843, de 5 de julho de 2001;

Fonte:

http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=73%3Alegislacao&catid=44%3Alegislacao&Itemid=53> Acesso em: 13/02/2012.

* Ordem cronológica.

Dessa forma, esse conjunto de leis estabelece as normas que regem o estado de direito em vigor no país e não deixa dúvidas quanto a alguns aspectos de relevância para os objetivos desta dissertação:

- 1 – Quanto à sua complexidade. Muitas leis se mantêm, quase que em caráter permanente, o que resulta em uma contínua necessidade por sucessivas negociações, visando seu aperfeiçoamento e aplicação. Um exemplo importante é a revisão da Lei Federal 4.771/1965, denominada Código Florestal, cuja discussão se prolonga desde muitos anos no Congresso Nacional e durante o desenvolvimento deste estudo;
- 2 – Quanto aos interesses arraigados, que foram sendo transformados em direitos estabelecidos e, considerados estáveis, ao longo da história da sociedade brasileira atual. São interesses como os demonstrados por segmentos específicos da sociedade, que geraram e, ainda hoje, mantêm, estado de conflito frente às questões de interesse coletivo, como é o caso dos recursos hídricos;
- 3 – Quanto à fragilidade e incipiência na institucionalização dos instrumentos previstos no sistema de gestão de recursos hídricos, é importante ressaltar que essas ações são recentes, quando comparadas ao peso, desvios, nuances e vícios, de quase 500 anos da nossa história, em que foi privilegiado o desenvolvimento com critérios essencialmente

econômicos. De forma específica, em relação ao uso dos recursos hídricos, há ainda uma visão setorial segmentada baseada na força do poder econômico.

Em uma análise objetiva, é preciso considerar que esse conjunto de fatores ainda representará um obstáculo por muitos anos, mesmo se forem considerados os instrumentos de controle ambiental em vigor, mesmo quando consideradas as possibilidades de uma efetiva implantação de instrumentos para o controle do uso do solo e para a redução de impactos de atividades humanas nos recursos hídricos, conforme foi proposto neste estudo. Isso aumenta a relevância deste estudo e a formalização de tais propostas no âmbito científico.

3.7. Hidrografia e Hidrologia

A palavra hidrologia deriva das palavras gregas “hydro” (água) e “logos” (ciência), sendo, portanto, uma ciência que estuda a água na terra, sua ocorrência, distribuição e circulação, suas propriedades e seus efeitos como componente do meio ambiente. Com o passar dos anos, várias disciplinas dessa ciência passaram a se tornar ciências, como a meteorologia, ecologia, limnologia e oceanografia. Assim, a hidrologia passou a abordar uma área mais restrita, ou seja, podemos dizer que é uma ciência que estuda a precipitação e o escoamento da água na terra (BARTH et al., 1987).

Portanto, a hidrologia é a base de projetos que envolvem o uso de recursos hídricos, como os de construção de hidroelétricas, de desassoreamento de cursos d’água, de barragens de regularização de vazão, de prevenção de eventos críticos, entre outras intervenções em cursos d’água.

Cabe ressaltar, que os estudos hidrológicos se baseiam, na maioria das vezes, em métodos estatísticos, na tentativa de interpretar a complexidade de fenômenos naturais e, por essa razão, os resultados dependem sempre da disponibilidade e qualidade dos dados básicos, sob a forma das séries históricas de dados hidrológicos.

As informações hidrológicas da bacia estudada, consideradas necessárias para o trabalho, resumem-se nos seguintes dados:

- precipitação anual média;
- vazão média;
- e vazão mínima de sete dias consecutivos para período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$).

Quanto às informações hidrográficas, foram obtidos por meio de ferramentas próprias e com base nos mapas da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, os seguintes dados:

- área da bacia hidrográfica;
- declividade equivalente;
- comprimento do talvegue ou canal principal da bacia (L).

Neste estudo, essas informações foram utilizadas para subsidiar o objetivo central do trabalho, que é o de avaliar a influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá (SP), considerando conjuntamente os principais dados hidrográficos e hidrológicos desta bacia. Para isso, foram considerados e calculados os parâmetros hidrográficos e hidrológicos destacados anteriormente, para a bacia de estudo, visando subsidiar a locação de sete pontos de coleta de água que abrangeram o trabalho realizado.

3.7.1. Ciclo Hidrológico

Segundo Romera et al. (2003), o ciclo hidrológico é responsável pela permanente renovação da água existente em nosso planeta, por meio de diversas fases que o sucedem (Figura 4). Por ser um ciclo, não possui uma fase inicial ou final, e sua origem é a radiação solar.

A água distribui-se de modo irregular no tempo e no espaço, em função das condições climáticas, geográficas e meteorológicas. Por isso, deve ser considerado um recurso finito e de ocorrência aleatória. Com o passar dos anos, o homem adquiriu tecnologia para alterar o regime hidrológico e, por meio da ação antrópica, temos alterações na fase terrestre, subterrânea e menos importante na fase meteórica. Quanto mais a tecnologia evolui, mais significativas são as intervenções humanas sobre os recursos hídricos (BARTH et al., 1987).

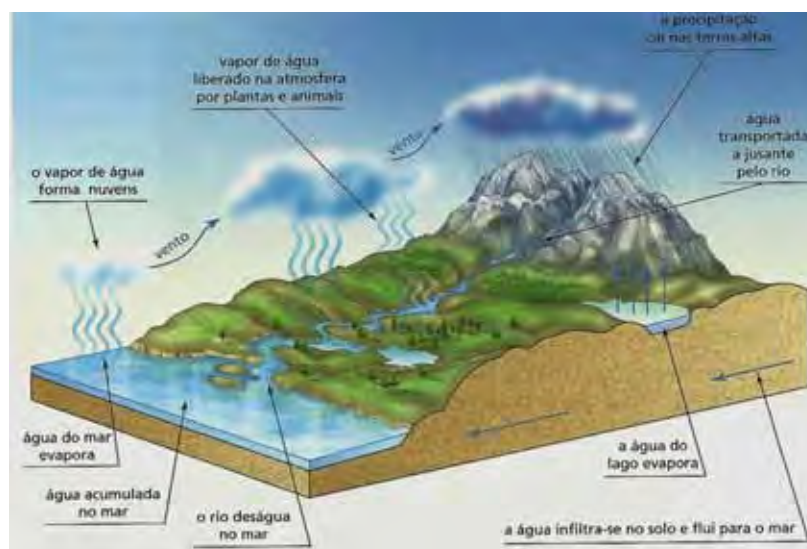


Figura 5 – Ciclo hidrológico. Fonte: Romera et al. (2003).

Embora a água se apresente de diversas formas no ciclo hidrológico, serão destacadas apenas aquelas que o homem procura conhecer e controlar para explorá-la, como a água em forma de precipitação; de vapor, bem como a quantidade de água que infiltra e que esco superficialmente, facilmente estimadas por meio da equação do balanço hídrico (Equação 1).

EQUAÇÃO 01:

$$Pp - Ev - In = Es$$

Onde:

Pp: Precipitação;

Ev: Evaporação;

In: Infiltração;

Es: Escoamento Superficial.

Com a radiação solar, a água que compõe lagos, rios, oceanos e mares, se evapora e forma as nuvens. Em seguida, temos a ocorrência da chuva, que ao cair sobre a superfície da Terra, esco pelo solo e abastece as nascentes, formando córregos, ribeirões e rios, que ao se juntarem garantem o retorno da água para os mares e oceanos. Com isso, temos o ciclo hidrológico, baseado na equação 1 apresentada (ROMERA et al., 2003).

3.8. Índice de Qualidade da Água (IQA)

A literatura sobre a aplicação de parâmetros indicadores de qualidade da água na avaliação dos efeitos das atividades produtivas de uma bacia hidrográfica sobre a qualidade dos recursos hídricos é muito rica e evidencia sua aplicabilidade.

Em diversos países, os órgãos gestores ou de controle de índices de qualidade utilizam variáveis que indicam, por meio de um valor quantificado (número), o índice de qualidade de um determinado recurso hídrico, localizado em determinada área de monitoramento, que é a base metodológica do atual estudo. É preciso ressaltar, no entanto, que esses índices não são utilizados para cumprir as legislações vigentes, e sim, como parâmetros indicadores da qualidade da água para toda a comunidade, incluindo os detentores de conhecimento técnico e o público em geral.

Segundo Derísio (1992) apud Ferreira (2001), as primeiras utilizações de um índice para sintetizar dados de qualidade da água datam de 1948, quando na Alemanha tentou-se relacionar a qualidade da água com suas fontes de poluição.

Os índices com escalas numéricas para representar a qualidade da água surgiram a partir de 1965, sendo o pesquisador alemão Horton, o pioneiro em apresentar esse tipo de metodologia na literatura. O Índice de Horton (IH) foi desenvolvido com a finalidade de avaliar programas de redução da poluição das águas e para informação pública.

Em 1970, surgiu o Índice de Qualidade de Água da National Sanitation Foundation (IQA-NSF), órgão de controle ambiental americano que financiou o desenvolvimento desse modelo de IQA, sendo um dos mais utilizados no mundo. Por fim, Smith, em 1987, desenvolveu um modelo de IQA, denominado, Índice de Smith (IS).

3.8.1. Utilização do IQA no Brasil

Em nosso país o índice mais utilizado para avaliação da qualidade das águas com finalidade de abastecimento público é o IQA, desenvolvido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), adaptado do IQA desenvolvido pela National Sanitation Foundation (MOTA, 2008).

A utilização do IQA pela Cetesb teve início em 1975 e nas décadas seguintes, outros estados brasileiros aderiram ao seu uso. Nos dias atuais, o IQA, é o principal índice de qualidade utilizado pelos órgãos responsáveis pela gestão e controle dos recursos hídricos no país (ANA, 2012).

Segundo Mota (2008), a definição dos parâmetros indicadores de qualidade e o peso de cada um deles no cálculo do IQA, adaptado do IQA-NSF foram realizados por meio de uma pesquisa de opinião com especialistas da área. Para cada parâmetro, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas, conforme a condição de cada um, bem como, seu peso relativo correspondente.

O IQA pode ser calculado pelo produtório ponderado dos nove parâmetros físico-químicos e biológicos analisados: temperatura da amostra; pH; oxigênio dissolvido; demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C); coliformes fecais; nitrogênio total; fósforo total; sólidos totais e turbidez.

Caso não seja possível obter o resultado de um destes nove parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado. Como a aplicação do IQA é específica para águas com finalidades de abastecimento público, a Cetesb adota outros índices de qualidade, como:

- Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas (ISTO): analisa parâmetros indicadores de qualidade que indicam a presença de substâncias tóxicas e que afetam a qualidade organoléptica da água;
- Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público (IAP): é calculado pela multiplicação do resultado do IQA pelo ISTO (equação 2).

EQUACÃO 02:

$$IAP = IQA * ISTO$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas;

ISTO: Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas.

A avaliação da qualidade da água é realizada em função do valor obtido do cálculo do IQA, em função de faixas (categorias) de qualidade, que variam para os diferentes estados brasileiros de acordo com a tabela abaixo.

Tabela 5 – Faixas de IQA para os diferentes estados brasileiros

Faixas de IQA utilizadas nos Estados de AL, MG, MT, PR, RJ, RN e RS	Faixas de IQA utilizadas nos Estados de BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE e SP	Avaliação da Qualidade da Água
91 - 100	80 - 100	Ótima
71 - 90	52 - 79	Boa
51 - 70	37 - 51	Razoável
26 - 50	20 - 36	Ruim
0 - 25	0 - 19	Péssima

Fonte: Modificado de ANA (2012).

3.9. Interpolação de dados empregando o SIG

Do ponto de vista científico, o uso de sistemas de informações geográficas foi uma ferramenta inovadora, que permitiu a espacialização de dados obtidos de forma localizada, e que, dessa forma, permite a visualização ampla do universo de trabalho e de decisão para a análise das relações de causa-efeito necessária ao alcance dos objetivos previstos.

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) é uma classe especial de sistemas de informações que acompanha não somente a ocorrência de eventos e atividades, mas também onde eles podem acontecer ou existir, sendo uma ferramenta aplicada tanto a atividades acadêmicas como para a resolução de problemas de gestão. O uso do SIG por diferentes tipos de organizações (públicas e privadas), instituições acadêmicas e agências governamentais reforça a idéia de que a ciência e a resolução de problemas práticos já não são distintas em seus métodos (LONGLEY et al., 2005).

O primeiro uso do SIG ocorreu no Canadá, em meados da década de 1960. Na ocasião foi projetado como um sistema computadorizado para a medição de mapas. Muitos desenvolvimentos técnicos do SIG se originaram depois da Guerra Fria e, a partir da década de 1980, quando o preço de computadores considerados potentes se tornou mais acessível (LONGLEY et al., 2005).

- A interpolação em SIG é um processo de conjecturas inteligentes, onde o especialista busca realizar uma estimativa de valor razoável para um determinado local em que o valor de um campo contínuo não foi medido. A interpolação tem sido aplicada em muitas áreas, como:

- Estimativa de precipitação, temperatura e outros atributos em locais que não possuem séries históricas para essas variáveis ou mesmo medições diretas;
- Estimativa de elevações de superfícies;
- Na adição de contornos entre dois locais medidos.

No presente estudo, a interpolação em SIG foi aplicada a parâmetros indicadores de qualidade da água, visando fornecer “respostas” para a atual situação de qualidade da água na bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá.

Mehrijardi et al. (2008), utilizaram conceitos determinísticos e de geoestatística aplicando os métodos do Inverso do Quadrado da Distância (IDW), Krigagem e cokrigagem para avaliar a qualidade de águas subterrâneas, no estudo de caso da planície de Yazd-Ardakan, localizada no norte da província de Yazd, no Irã.

A seguir é apresentada uma descrição dos métodos de interpolação mais utilizados:

– Inverso do Quadrado da Distância (IDW): Segundo Longley (2005), o IDW é o “cavalo de batalha” da interpolação espacial, sendo o método utilizado com mais frequência pelos especialistas em SIG. É, geralmente, utilizado quando o conjunto de pontos é denso o suficiente para capturar a extensão da variação de superfície para os locais necessários para a análise. Esse método consiste em uma técnica determinística de interpolação, ou seja, consiste na criação de uma superfície de análise com base em pontos medidos ou fórmulas matemáticas. O método IDW determina valores de células usando um conjunto de combinações lineares, ponderando os pontos de amostragem e a distância entre eles. O peso atribuído às células é uma função da distância de uma célula de entrada e o local da célula de saída. Quanto maior a distância entre os valores, menor será a influência do valor de saída da célula (CHILDS, 2004).

– Krigagem: Segundo Longley (2005), a Krigagem é um dos métodos mais comuns de interpolação espacial, baseada em convincentes princípios teóricos. É um método estatístico de interpolação utilizado em diferentes áreas de atuação, como em ciências aplicadas à saúde, geoquímica e modelagem de poluição (aplicações em ciência do solo e geologia).

Este método assume que a direção ou a distância entre pontos de amostragem refletem a correlação espacial que pode ser explicado pela sua variação espacial na superfície. Assim,

temos uma função para um determinado número de pontos ou de todos os pontos dentro de um raio específico a fim de determinar o valor de saída para cada local (CHILDS, 2004).

– Spline: se utiliza de funções matemáticas que minimizam a curvatura da superfície global. Assim, como resultado, temos uma superfície lisa que passa exatamente através dos pontos de entrada. Existem duas variações para o método spline: a regularizada e a tensão. Na regularizada temos a incorporação da primeira, segunda e terceira derivada nos cálculos realizados pelo método. Já a tensão, usa apenas a primeira e segunda derivada e inclui mais pontos no cálculo, o que normalmente cria superfícies mais lisas (CHILDS, 2004).

Na figura 6 são apresentados os três métodos de interpolação descritos.

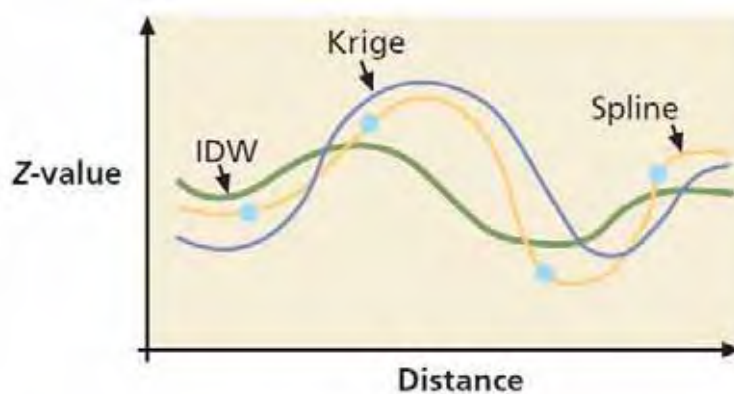


Figura 6 – Métodos de Interpolação IDW, Kriging e Spline. Fonte: Childs (2004).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da área de estudo

O município de Guaratinguetá tem uma população de aproximadamente 111.322 habitantes (IBGE, 2011). O seu principal manancial de abastecimento público é o ribeirão Guaratinguetá, sendo a captação, o tratamento e a distribuição da água tratada, realizados pela Companhia de Serviço de Água, Esgoto e Resíduo de Guaratinguetá (SAEG), conforme apresentado na figura 7.



Figura 7 – Ponto de captação de água bruta da SAEG no ribeirão Guaratinguetá, Vale do Paraíba (SP).

Este ribeirão é afluente da margem esquerda do rio Paraíba do Sul, nasce na Serra da Mantiqueira e toda a sua extensão está contida no território do município de Guaratinguetá, SP (Figura 8).



Figura 8 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá. Fonte: Ferreira (2011).

A bacia do ribeirão Guaratinguetá localiza-se na região norte do município, que faz divisa com os municípios de Campos do Jordão, Pindamonhangaba e Lorena, compreendendo as cartas topográficas, Guaratinguetá (SF.23-Y-B-VI-4), Delfim Moreira (SF.23-Y-B-VI-1) e Lorena (SF.23-Y-B-VI-2), produzidas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), em escala 1:50.000.

Os principais afluentes à montante são os ribeirões Taquaral, Gomerl e do Sino e, à jusante, em área de várzea, encontra-se o ribeirão Guaratinguetá (Figura 8). Com base na qualidade das águas e no uso preponderante, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, das nascentes até a confluência dos ribeirões Taquaral, do Sino e Gomerl, os cursos d'água são enquadrados como Classe 1 e, a partir desta confluência, que origina o ribeirão Guaratinguetá, até a foz no rio Paraíba do Sul, os cursos d'água são enquadrados como Classe 2.

A bacia apresenta grande diversidade de relevos com altitudes que variam de 550 a 2000 metros e que condicionam a heterogeneidade hidrográfica, pedológica, de cobertura vegetal e de ocupação humana (SOARES, 2005).

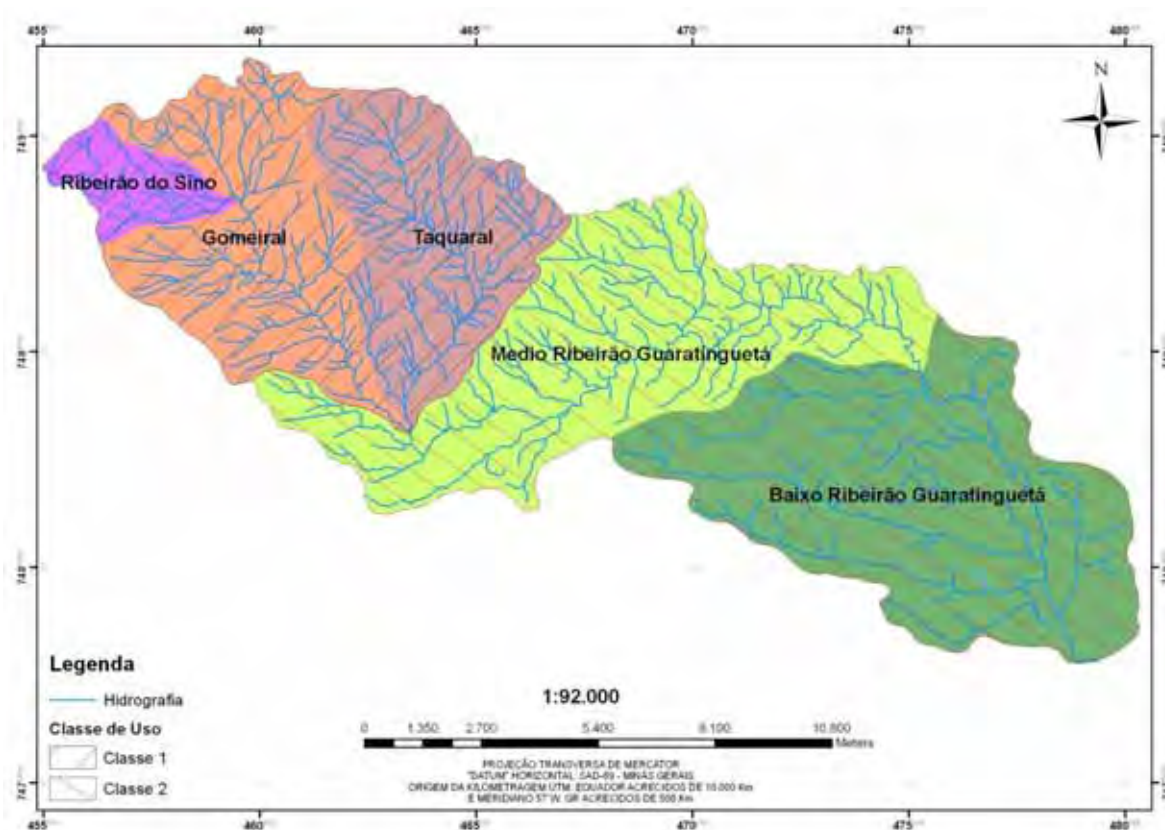


Figura 9 – Divisão das microbacias da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá e classes de enquadramento dos corpos d'água, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. Fonte: Ferreira (2011)

Nessa bacia, ocorrem solos classificados como Cambissolos, Latossolos, Gleissolos e Neossolos Flúvicos (Figura 10), sobre os quais são desenvolvidos diferentes tipos de uso e ocupação, descritos a seguir:

- 1) Cambissolo háplico e Cambissolo húmico: vegetação arbórea natural (mata nativa); vegetação arbórea plantada; vegetação arbustiva natural e campo/pastagem;
- 2) Latossolo Vermelho-Amarelo: vegetação arbórea natural; vegetação arbórea plantada; vegetação arbustiva natural; campo/pastagem; rizicultura; agricultura; vila e corpos hídricos;
- 3) Latossolo Amarelo: vegetação arbórea natural; vegetação arbórea plantada; vegetação arbustiva natural; campo/pastagem; rizicultura; vila; área urbana, aeroporto, agricultura e corpos hídricos;
- 4) Gleissolo Melânico: vegetação arbórea natural; vegetação arbórea plantada; vegetação arbustiva natural; campo/pastagem; rizicultura; vila; área urbana e aeroporto;
- 5) Neossolo Flúvico: rizicultura, pastagens e monoculturas anuais (em especial o cultivo do milho).



Figura 10 – Mapa pedológico da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá. Fonte: Modificado de Oliveira (1999) por Ferreira (2011).

Na bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, 65% das áreas de preservação permanente (APP) hídricas e de declividade apresentam problemas relacionados ao mau uso do solo e de ocupações indevidas, principalmente por pastagens (57%), agricultura (7%) e construções residenciais e comerciais (1%), o que, provavelmente, estão entre os fatores responsáveis pela diminuição da qualidade da água da bacia (FERREIRA, 2011).

Conforme Ferreira (2011), a pastagem é a que representa o maior uso e ocupação do solo da bacia, ocupando 54% do total da área. Em seguida, temos o solo com cobertura florestal que corresponde a, cerca de 36%, e a área de uso agrícola ocupa apenas 7,5% da área total da bacia hidrográfica (Figura 11).

Além da importância rural, essa bacia desempenha importante função para a área urbana do município, considerando que cerca de 95% da água que abastece a população, provém do ribeirão Guaratinguetá.

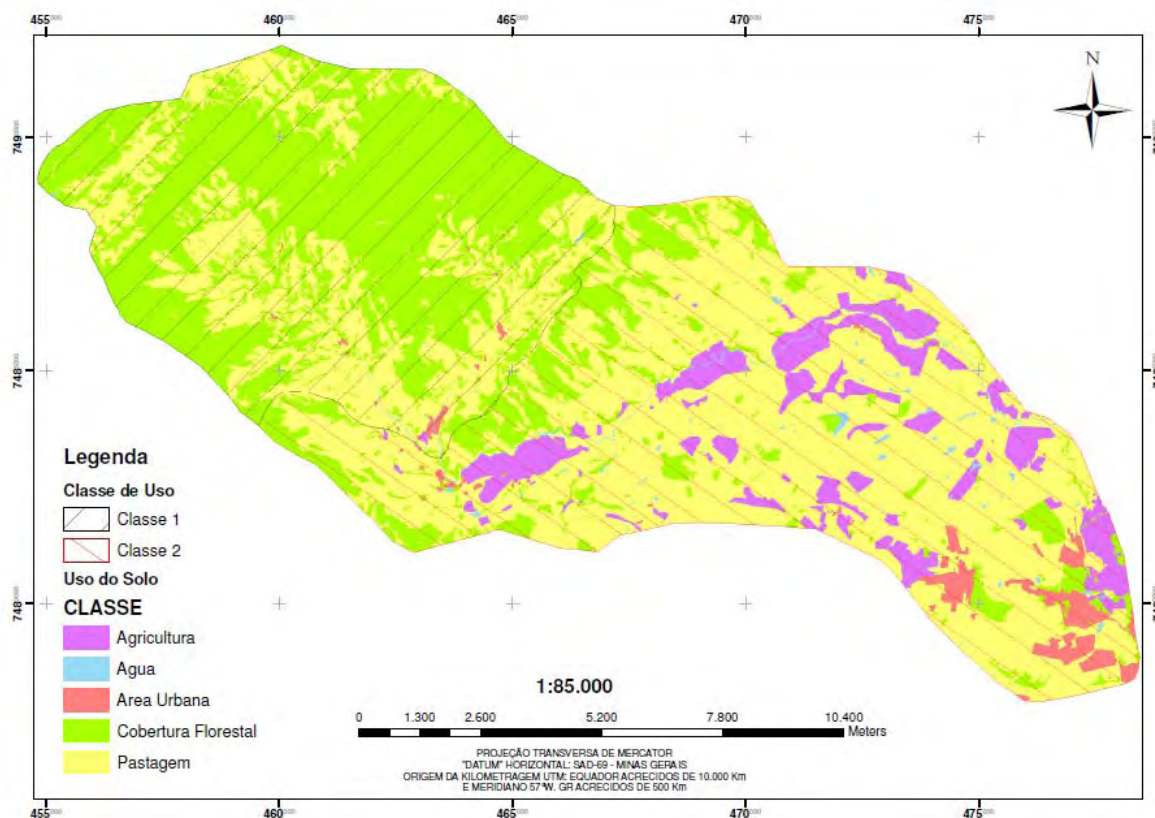


Figura 11 – Classes de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá e classes de enquadramento dos corpos d'água, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. Fonte: Ferreira (2011).

Na Figura 12, pode-se observar a prática da rizicultura irrigada e, na Figura 13, áreas de pastagem, onde é desenvolvida a pecuária extensiva.



Figura 12 – Rizicultura irrigada desenvolvida nas áreas de várzea, às margens do ribeirão Guaratinguetá.



Figura 13 – Área de pastagem, utilizada na pecuária extensiva, ocupando grande parte da bacia do ribeirão Guaratinguetá.

4.2. Dados hidrográficos e hidrológicos

Alguns parâmetros hidrográficos e hidrológicos foram calculados com a finalidade de obter informações complementares sobre a bacia de estudo e para uma melhor interpretação e avaliação dos resultados obtidos com os parâmetros de qualidade da água analisados e utilizados no cálculo do IQA e interpolação em SIG.

Todos os parâmetros hidrográficos e hidrológicos foram calculados de acordo com as metodologias do DAEE (1994, 2006) e conforme equações apresentadas a seguir.

Para o cálculo da área da bacia hidrográfica foi utilizado o software gráfico Auto Cad (Computer aided design), versão 2010, de acordo com a metodologia descrita em DAEE (2006), com base em cartas topográficas do IBGE 1:50.000. O cálculo da vazão média foi calculado conforme a equação 3, a seguir:

EQUACÃO 03:

$$Q = (a + (b \times P)) \times \text{Área da bacia à montante do ponto considerado}$$

Onde:

“a” e “b” são os parâmetros próprios da região em que está localizada a bacia

a: -29,47 (adimensional);

b: 0,0315 (adimensional);

P: precipitação anual média (mm/ano);

Área: área da bacia hidrográfica (km²).

O cálculo da vazão mínima de sete dias para o período de recorrência de dez anos ($Q_{7,10}$) para os sete pontos de coleta analisados, foi realizado com base no “Estudo de Regionalização de Variáveis Hidrológicas” (DAEE, 1994), devido à ausência de série histórica de dados fluviométricos e de acordo com a equação 4 abaixo:

EQUACÃO 04:

$$Q_{7,10} = C_{7,m} X_T (A+B) \bar{Q}$$

Onde:

$Q_{7,10}$: vazão mínima para um período de retorno de 10 anos;

$C_{7,m}$: 0,85 (valor para a Região Hidrológica do Estado de São Paulo, onde a bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá está localizada);

X_T : 0,748 (para um período de retorno de 10 anos);

A: 0,4951;

B: 0,0279;

\bar{Q} : vazão média de longo período.

A declividade equivalente foi obtida pela equação 5:

EQUACÃO 05:

$$S = \left\{ \sum L / \left[(L1 / J1^{1/2}) + (L2 / J2^{1/2}) + (L3 / J3^{1/2}) + (Ln / Jn^{1/2}) \right] \right\}^2$$

Onde:

L = em km;

J = em m m⁻¹;

S = Declividade equivalente.

Cabe ressaltar que a bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá não possui série histórica de dados fluviométricos. No cálculo da vazão mínima para os sete pontos de

coleta, considerou-se a área de bacia hidrográfica a montante de cada um deles, conforme apresentado tabela 6.

Tabela 6 – Pontos de coleta de amostras de água na bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, com suas respectivas áreas de bacia.

Pontos de Coleta	Área de bacia (km ²)
1	30,91
2	36,16
3	66,29
4	72,05
5	98,41
6	123,48
7	128,95

4.3. Amostragem e análises dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água

Para avaliar a influência do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá na qualidade de suas águas, foram selecionados de forma estratégica sete pontos em mapa georreferenciado, elaborado por Ferreira (2011). Estes pontos foram distribuídos à montante e à jusante das principais atividades econômicas desenvolvidas na bacia (Tabela 7).

Tabela 7 – Pontos de amostragem da água da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, com suas respectivas coordenadas UTM, distância da nascente e influência do uso e ocupação do solo.

Ponto/Classe de Uso (CONAMA 357/2005)	Nome	Coordenadas UTM (X,Y,Z)			Distância da Nascente (km)
1 ¹	Ponte Taquaral – Rio Gomerál.	- 461.106 KmN	- 7.485.794 KmE	765.17 m	10,48
2 ¹	Ponte Rio Gomerál.	- 462.969 KmN	- 7.483.376 KmE	659.73 m	13,93
3 ²	Jusante ETE Pedrinha.	- 463.581 KmN	- 7.482.637 KmE	646.53 m	14,93
4 ²	Fazenda Neuchatel.	- 466.541 KmN	- 7.483.443 KmE	605.72 m	18,65
5 ²	Captuba.	- 470.588 KmN	- 7.485.300 KmE	597.17 m	24,66
6 ²	Captuba parte Baixa.	- 476.633 KmN	- 7.483.542 KmE	544.16 m	35,22
7 ²	Ponto de Captação (SAEEG).	- 478.121 KmN	- 7.480.381 KmE	528.39 m	40,52

¹ Rio de Classe 1 e ² Rio de Classe 2, respectivamente, pelo enquadramento da Resolução CONAMA 357/2005. Descrição dos pontos: pontos 1 e 2 – Alto curso ocupado com mata nativa sob influência de atividades turísticas e pastagens; 3 – Médio curso sob a influência de pastagens; 4, 5 e 6 – Médio/Baixo curso, sob influência da rizicultura irrigada; 6 – Baixo curso, sob influência de rizicultura irrigada e 7 – Baixo curso, sob influência da rizicultura irrigada e áreas urbanizadas.

A Figura 14 apresenta os pontos de coleta d'água sob a influência dos diferentes tipos de uso e ocupação do solo e as classes de enquadramento dos corpos d'água da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá.

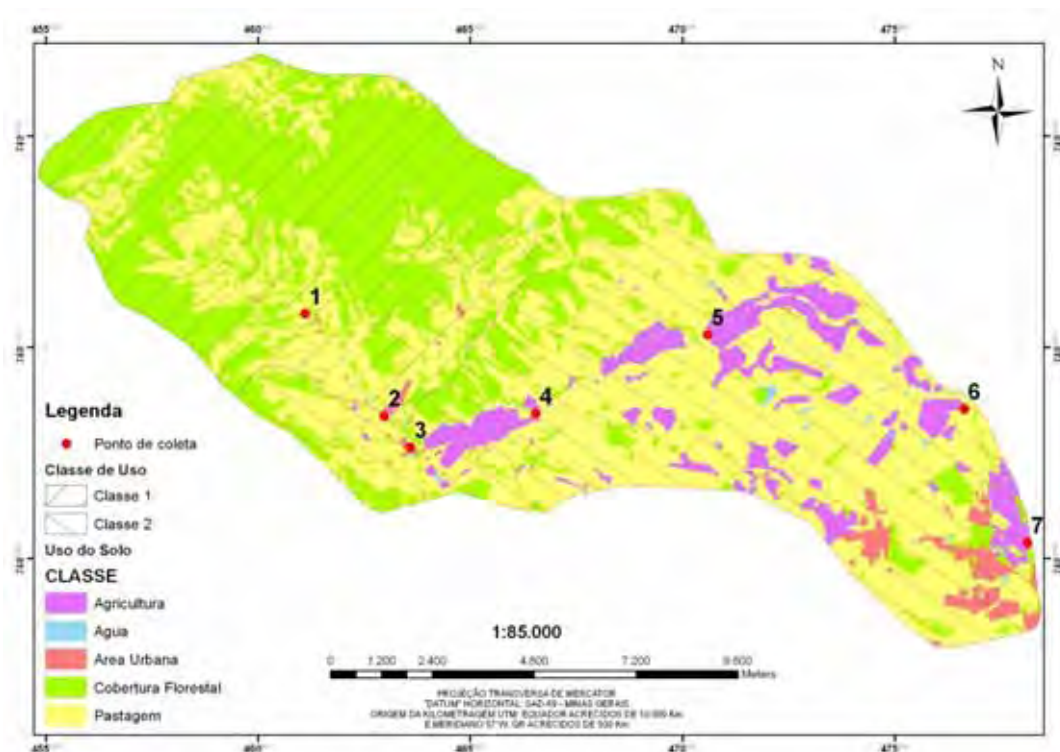


Figura 14 – Pontos de coleta de água sob a influência dos diferentes usos e ocupação do solo da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá. Descrição dos pontos: pontos 1 e 2 – Alto curso ocupado com mata nativa sob influência de atividades turísticas e pastagens; 3 – Médio curso sob a influência de pastagens; 4, 5 e 6 – Médio/Baixo curso, sob influência da rizicultura irrigada; 6 – Baixo curso, sob influência de rizicultura irrigada e 7 – Baixo curso, sob influência da rizicultura irrigada e áreas urbanizadas.

Os parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados foram: temperatura, pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO 5 dias, 20°C), coliformes fecais, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total (sólidos totais dissolvidos) e turbidez. Esses parâmetros foram empregados no cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA), conforme metodologia da Cetesb (2011).

Na avaliação e interpretação dos resultados obtidos para cada parâmetro indicador de qualidade analisado, foram considerados como classe 1 os ribeirões do Sino, Gomeral e Taquaral e como classe 2, o ribeirão Guaratinguetá, segundo levantamentos e estudos realizados pela SAEG (2005), que considerou nesta classificação, os usos preponderantes e o que estabelece a Resolução CONAMA 357/2005 (Figura 9).

As amostragens e as análises laboratoriais foram realizadas seguindo as metodologias descritas na 21^a Edição do “Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater” (APHA, 2005) e, de acordo com as normas da USEPA 8081, 8082 e 8270, segundo Drenatec (2008).

4.4. Cálculo do IQA

A partir dos dados obtidos efetuou-se o cálculo do IQA, conforme Cetesb (2011). A Tabela 9 apresenta os parâmetros utilizados no cálculo e os respectivos pesos atribuídos.

De acordo com Mota (2008), para cada parâmetro, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas, conforme a condição de cada um, bem como seu peso relativo correspondente (Tabela 8).

Tabela 8 – Parâmetros de qualidade empregados no cálculo do IQA e pesos atribuídos.

Parâmetros indicadores de qualidade	Peso Relativo (w_i)
Coliformes fecais	0,15
Ph	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	0,10
Nitrogênio total (Nt)	0,10
Fósforo total (Pt)	0,10
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08
Oxigênio dissolvido (OD)	0,17

Fonte: Adaptado de Mota (2008).

Na figura 15 são apresentados os gráficos de cada parâmetro com suas curvas de variação da qualidade das águas e seus pesos relativos correspondentes.

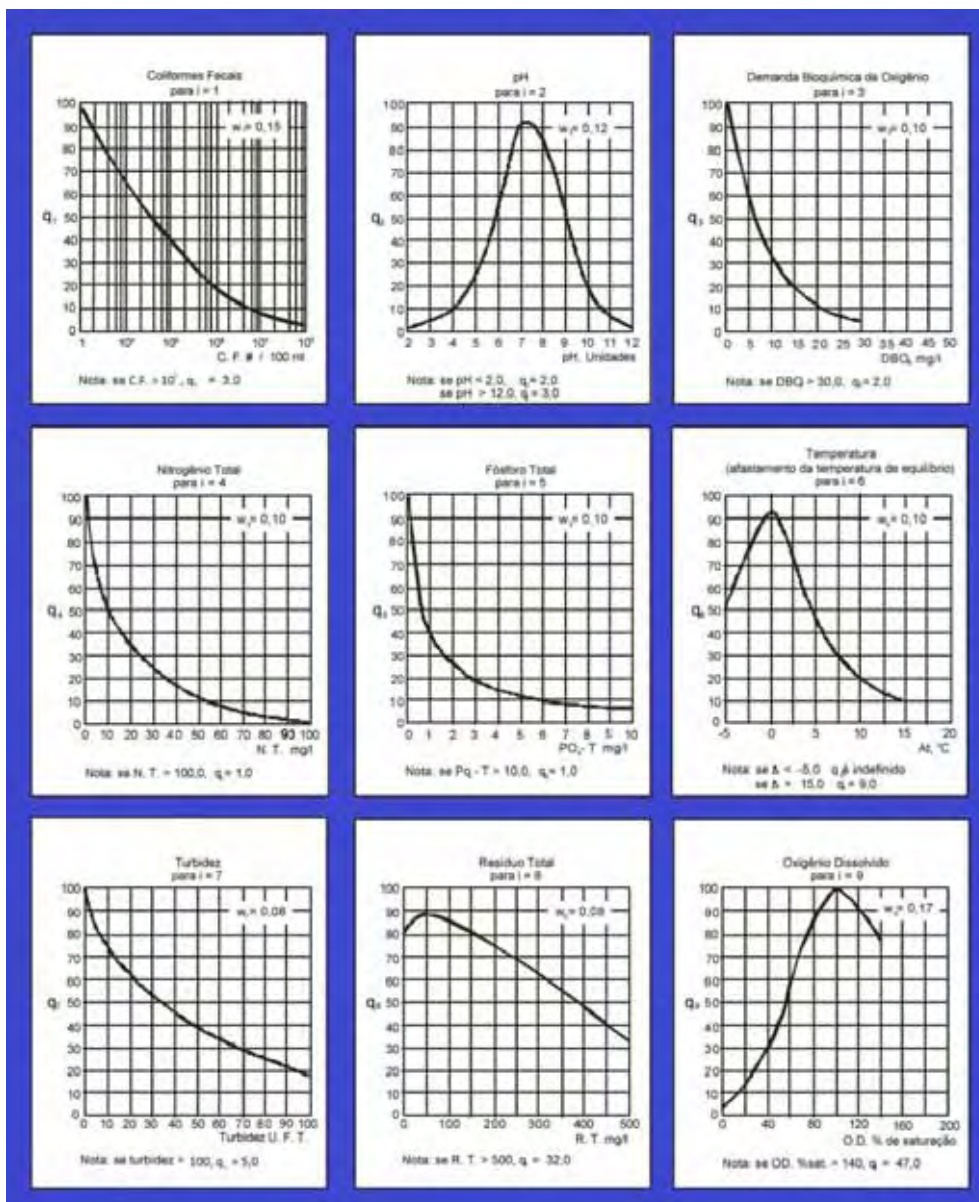


Figura 15 – Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas. Fonte: Modificado de Braga et al. (2005).

Dessa forma, o IQA é calculado pelo produtório ponderado dos nove parâmetros físico-químicos e biológicos analisados, conforme as equações 6 e 7, apresentadas a seguir.

EQUAÇÃO 06:

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

Onde:

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

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função de sua importância para a conformação global de qualidade, conforme equação 02:

EQUACÃO 07:

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

Onde:

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

Com o cálculo finalizado, é possível determinar a qualidade da água, indicada pelo valor obtido de IQA, que varia em uma escala de 0 a 100, conforme apresentado na tabela 9.

Tabela 9 – Categorias de qualidade da água e valores de ponderação do IQA.

Categoria	Ponderação
Ótima	79 < IQA ≤ 100
Boa	51 < IQA ≤ 79
Regular	36 < IQA ≤ 51
Ruim	19 < IQA ≤ 36
Péssima	IQA ≤ 19

Fonte: Adaptado de Mota (2008)

4.5. Interpolação IDW de parâmetros de qualidade da água em SIG

As interpolações em SIG de parâmetros indicadores de qualidade da água, analisadas em 2007 e 2008, foram realizadas, tendo como base os dados de análises químicas e biológicas de dezoito pontos georreferenciados, fornecidos pela SAEG, provenientes de análises realizadas pela empresa Drenatec Engenharia. A figura 16

apresenta a hidrografia e a distribuição dos pontos de amostragem da água na bacia do ribeirão Guaratinguetá.

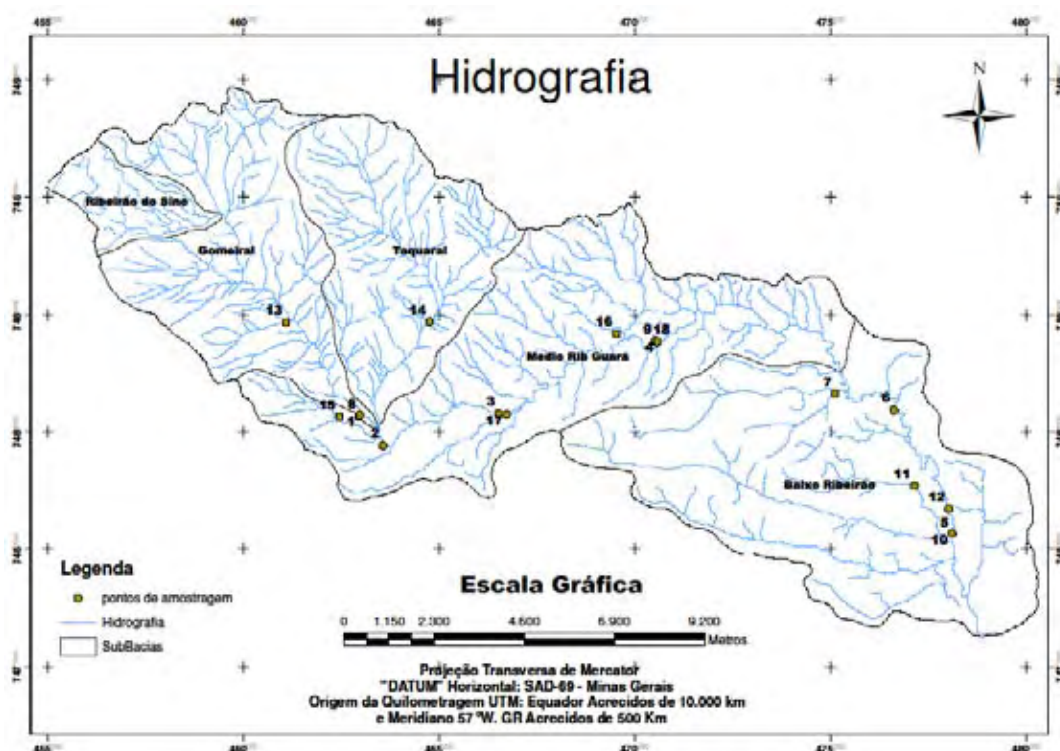


Figura 16 – Hidrografia e distribuição dos pontos de amostragem, cujos resultados das análises químicas e biológicas da água da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, em 2007/2008 foram utilizados na interpolação IDW em SIG.

Em função dos usos e ocupação do solo praticados na bacia hidrográfica de estudo, foram selecionados cinco parâmetros indicadores de qualidade da água, que permitem uma análise e, conseqüentemente, uma relação direta com as atividades produtivas praticadas na bacia. A seguir, é apresentada a lista dos parâmetros e uma breve descrição de cada um deles: Fósforo Total (PT), Nitrogênio Total (NT), Coliformes Fecais (CF), Demanda Bioquímica de Oxigênio ($DBO_{5,20}$) e Ferro (Fe).

- 1) **Fósforo Total (PT) e Nitrogênio Total (NT):** a presença destes elementos na água geralmente está relacionada ao uso do solo por pecuária, culturas irrigadas e, no caso específico do fósforo, em sedimentos gerados por processos erosivos;
- 2) **Coliformes Fecais (CF) e Demanda Bioquímica de Oxigênio ($DBO_{5,20}$):** a ocorrência destes parâmetros biológicos está normalmente relacionada à presença de populações

isoladas e áreas urbanas consolidadas próximas aos cursos d'água, que não possuem sistemas de tratamentos de efluentes e descartam os esgotos “in natura” no corpo d'água receptor;

- 3) Ferro (Fe):** sua presença na água está relacionada ao aporte de sedimentos ao corpo d'água receptor, devido à ocorrência de processos erosivos intensos.

Neste estudo, utilizou-se o método IDW de interpolação, que produziu os dados (mapas de qualidade) mais coerentes com as amostras utilizadas devido a distribuição espacial das mesmas (praticamente em cima do talvegue principal do ribeirão Guaratinguetá) na bacia hidrográfica de estudo, já que com a Krigagem não foi possível obter um mapa de qualidade ligado à realidade da bacia, provavelmente devido ao número de pontos disponíveis para a interpolação e a distribuição espacial destes na bacia. Cabe ressaltar que, como as análises não foram realizadas com o objetivo principal de interpolação dos dados, os pontos amostrados foram distribuídos principalmente ao longo do talvegue principal do curso d'água.

Mehrjardi et al. (2008), na avaliação da qualidade de águas subterrâneas da província de Yazd, no Irã, verificou que os conceitos da geoestatística são adequados para a estimativa de qualidade da água subterrânea, sendo que em seu estudo o método da cokrigagem obteve os melhores resultados quando comparado ao IDW.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Parâmetros físicos, químicos e biológicos indicadores da qualidade da água

Os resultados dos parâmetros indicadores de qualidade da água analisados nos sete pontos, obtidos das análises realizadas no período de 2007 a 2008 e que serviram de base para o cálculo do IQA, estão apresentados na tabela 10.

Tabela 10 – Parâmetros físicos, químicos e biológicos indicadores da qualidade da água sob diferentes usos e ocupação do solo na bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá (SP).

Parâmetro*	PONTOS DE COLETA								CONAMA 357/2005
	Unidade	P1 ¹	P2 ¹	P3 ²	P4 ²	P5 ²	P6 ²	P7 ²	
pH	UpH	7,6	8,1	7,6	7,6	7,6	7,4	7,24	(6,00 a 9,00) ^{1,2}
Turbidez	NTU	2	8	2	1	4	3	5	(40 NTU) ¹ (100NTU) ²
T	°C	16,5	17	18	18,8	21,7	19,3	19,4	-----
NT	mg L ⁻¹	1,08	1,90	1,68	2,69	1,04	1,21	1,63	3,7 mg L ⁻¹ N, para pH ≤ 7,566 2,0 mg L ⁻¹ N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg L ⁻¹ N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg L ⁻¹ N, para pH > 8,5
PT	mg L ⁻¹	0,07	0,99	1,01	1,20	0,05	1,31	1,16	(0,1 mg L ⁻¹) ^{1,2}
OD	mg L ⁻¹	9,0	7,9	7,6	9,0	6,8	8,6	7,2	(não inferior a 6,00 mg L ⁻¹) ¹ (não inferior a 5,00 mg L ⁻¹) ²
DBO	mg L ⁻¹	5	24	33	35	10	29	35	(Até 3,00 mg L ⁻¹) ¹ (Até 5,00 mg L ⁻¹) ²
RT	mg L ⁻¹	22	113	43	60	42	67	83	(500,00 mg L ⁻¹) ^{1,2}
CF	NMP/100 ⁻¹	460	210	460	460	240	9300	460	(200,00) ¹ e (1000,00) ²

*: T (Temperatura), NT (nitrogênio total), PT (fósforo total), OD (oxigênio dissolvido), DBO (demanda bioquímica de oxigênio), RT (resíduos totais), CF (coliformes fecais) e NMP (Número Mais Provável);

¹: Classe 1: águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas (CONAMA 357/2005);

²: Classe 2: águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aqüicultura e à atividade de pesca (CONAMA 357/2005).

De acordo com estes dados foi possível observar que o valor de pH permaneceu constante em todos os pontos analisados, não sofrendo alterações significativas ao longo dos cursos d'água que compõem a bacia, e que atende aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, para os rios de classe 1 e de classe 2, que compreende a faixa de 6,0 a 9,0. Barros et al. (2011), encontrou resultados similares para o parâmetro pH, em estudo realizado com o objetivo de investigar a qualidade da água da sub-bacia hidrográfica do córrego André, no município de Mirassol D'Oeste, no Estado do Mato Grosso.

Para a turbidez também não foram encontrados valores elevados nos pontos analisados, e esse índice permaneceu dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, que é de 40 NTU para rios de classe 1 e de 100 NTU para os rios de classe 2. Verificou-se que os valores de turbidez foram maiores nos pontos de coleta com influência direta da pecuária extensiva e da rizicultura irrigada, quando comparado com o valor obtido para o ponto 1, sob influência da área de mata (exceção para o ponto 4, onde provavelmente o resultado foi originado de erro durante a coleta ou análise laboratorial). Resultado semelhante foi encontrado por Arcova & Cicco (1999), que verificaram maiores valores de turbidez em bacias influenciadas pelo uso agrícola quando comparadas com bacias florestadas.

Em todos os pontos analisados, os valores de resíduo total foram inferiores ao limite de 500 mg L^{-1} , estabelecido pela Resolução CONAMA, para rios de classe 1 e 2.

A temperatura da água nos pontos de coleta variou de $16,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, no ponto 1 a $21,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ obtida no ponto 5. Cabe ressaltar que o ponto 1 está localizado na região de alto curso, ocupada com mata nativa, sob influência de atividades turísticas (início da ocupação antrópica). Já o ponto 5 está localizado na região do Médio/Baixo curso, sob influência direta da rizicultura irrigada. Segundo Arcova & Cicco (1999), áreas com atividades agrícolas possuem valores de temperatura mais elevados que locais florestados, pois a ausência de matas ciliares em áreas de atividades agrícolas contribui para um maior aquecimento das águas.

Os parâmetros, nitrogênio total (NT) e fósforo total (PT), apresentaram valores elevados em todos os pontos analisados, atingindo nos pontos 3, 4, 6 e 7 os maiores valores (Tabela 2). Comparando-se os resultados de NT e PT, entre os diferentes pontos de amostragem, foi possível observar que seus valores aumentaram no sentido de montante (região de cabeceira) à jusante (foz do curso d'água), devido, principalmente ao uso do

solo pela prática da rizicultura irrigada e pecuária extensiva, conforme pode ser verificado no mapa de uso e ocupação do solo com a distribuição dos pontos de coleta (Figura 13).

No ponto 2, embora não exista a influência da rizicultura irrigada, observou-se que os valores de NT e PT, foram elevados, sendo o teor de NT ($1,9 \text{ mg L}^{-1}$), superior aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, que é de no máximo $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ para a faixa de pH de 8,0 a 8,5. Este resultado pode ser justificado pela ocorrência da pecuária extensiva, já que neste trecho ocorre a dessedentação, principalmente de bovinos, diretamente nas margens dos cursos d'água, como foi verificado em observações de campo. Nos pontos 4, 6 e 7 os valores de PT foram superiores aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, principalmente devido à prática da rizicultura irrigada e da pecuária extensiva.

Os valores de oxigênio dissolvido (OD) permaneceram dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 ($> 6,0 \text{ mg L}^{-1}$ para rios de classe 1 e de $5,0 \text{ mg L}^{-1}$ para rios de classe 2), em todos os pontos analisados. As concentrações de OD foram altas em todos os pontos analisados, sendo a menor de $6,80 \text{ mg L}^{-1}$ no ponto 5 e a maior de $9,00 \text{ mg L}^{-1}$, assemelhando-se aos valores registrados por Arcova & Cicco (1999), em estudo realizado na região do município de Cunha, Estado de São Paulo, região também pertencente a UGRHI 02. Arcova & Cicco (1999), encontraram locais de águas turbulentas em regiões montanhosas, situação que favorece o aumento das concentrações de OD nas águas, devido à transferência de oxigênio atmosférico para a água por processo de difusão. Essa condição é semelhante a da bacia do ribeirão Guaratinguetá, onde é possível encontrar declividades elevadas no talvegue principal do ribeirão, com uma declividade equivalente da bacia, relativamente alta, de $3,44 \text{ m km}^{-1}$.

Em todos os pontos analisados, os valores de DBO ficaram acima dos limites máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, para rios de classe 1, que é de $3,0 \text{ mg L}^{-1}$ e para os rios de classe 2, que é de 5 mg L^{-1} . No ponto 1, a prática do turismo, na região de cabeceira é a maior responsável por esse cenário, uma vez que as pousadas e restaurantes não possuem sistemas de tratamentos de efluentes e fazem o descarte “in natura” nos corpos d'água. A situação não é pior nessa região, porque à montante do ponto 1, a área é ocupada predominantemente por mata, sendo poucas as áreas utilizadas com pastagem, em sistema de pecuária extensiva.

Com a presença de manchas urbanas, sem a adoção de qualquer sistema de tratamento de efluentes, os valores de DBO aumentaram ao longo do ribeirão, atingindo valores elevados nos pontos 2, 3, 4, 6 e 7. No ponto 5 foi observada uma diminuição no

valor da DBO, devido à presença de trechos de montante que favorecem a autodepuração do rio. Além disso, Donadio et al. (2005), em trabalho realizado na bacia hidrográfica do córrego Rico, nos municípios de Taquaritinga e Guariba, no Estado de São Paulo, constataram que o NT pode ser incorporado a água, aumentando a proliferação de microrganismos e, por consequência, promover o aumento do valor da DBO do sistema. Este comportamento pode explicar, em parte, a diminuição da DBO no ponto 5, considerando que as concentrações de NT e de PT, bem como a DBO, foram as mais baixas entre os pontos sob influência de atividades agropecuárias.

Os valores encontrados para coliformes fecais (CF) ficaram acima do estabelecido pela CONAMA 357/2005 nos pontos 1 e 6, o que pode indicar a presença de microrganismos patogênicos. Assim, a água do ribeirão Guaratinguetá, utilizada com finalidade de consumo humano, deve ser tratada, devido aos valores elevados de DBO e CF encontrados. Primavesi et al. (2002) também encontraram valores elevados para este parâmetro na água da microbacia do ribeirão Canchim, em São Carlos, SP e recomendaram o tratamento da água das nascentes, que estavam sendo utilizadas para abastecimento público.

Estes parâmetros indicadores de qualidade da água foram utilizados para o cálculo do IQA, a partir do qual, foi possível interpretar a situação da qualidade da água da bacia do ribeirão Guaratinguetá sob a influência de diferentes usos e ocupação do solo de uma forma mais simples. Na figura 16 é apresentado um trecho do ribeirão Guaratinguetá, próximo ao exutório da bacia, localizado na área urbana do município, onde é possível verificar o acúmulo de sedimentos, a cor avermelhada e a elevada turbidez da água, além da ocupação irregular de suas margens.



Figura 17 – Trecho do ribeirão Guaratinguetá, localizado na área urbana do município.

Estudos realizados por Ferreira (2011) indicam que o uso do solo de forma indevida e a ocupação desordenada de áreas de preservação, podem estar influenciando de forma negativa, alguns parâmetros de qualidade, em especial:

1. Fósforo Total (PT): sua presença na água está relacionada com a utilização do solo pela pecuária, rizicultura irrigada e sedimentos provenientes de processos erosivos;
2. Nitrogênio Total (NT): sua presença na água está relacionada com a utilização do solo pela pecuária e principalmente pela rizicultura irrigada;
3. Coliformes Fecais (CF): sua presença na água está relacionada à presença de populações isoladas e áreas urbanas consolidadas próximas ao leito do curso d'água, que não possuem sistemas de tratamentos de efluentes e o descarte é realizado “in natura” no corpo d'água receptor;
4. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}): assim como a presença de CF, os teores elevados de DBO estão relacionados com a presença de populações isoladas e áreas urbanas consolidadas próximas ao leito do curso d'água, que não possuem sistemas de tratamento de efluentes e o descarte é realizado “in natura” no corpo d'água receptor;
5. Ferro (Fe): sua presença na água está relacionada com o aporte de sedimentos ao corpo receptor, devido à ocorrência de processos erosivos na bacia, que possibilita o transporte de sedimentos de latossolos das partes altas até o ribeirão Guaratinguetá;
6. Turbidez (NTU): sua presença na água está relacionada com a presença de materiais em suspensão, como matéria orgânica, sólidos não sedimentáveis e partículas insolúveis de solo;
7. Cor (uH): está relacionada com a presença de substâncias em solução.

5.2. Índice de Qualidade da Água (IQA)

Na tabela 11 estão apresentados os valores de IQA e as interpretações para o Estado de São Paulo, de acordo com a Cetesb (2011).

Tabela 11 – Resultados do IQA para a bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá (SP).

Pontos de Coleta	IQA	Categoria de Qualidade da Água*
1	72	Boa
2	50	Regular
3	43	Regular
4	43	Regular
5	75	Boa
6	40	Regular
7	42	Regular

* Conforme Cetesb (2011)

Aplicando a metodologia da Cetesb (2011), verificou-se que os pontos 1 e 5 apresentaram uma categoria de “Qualidade Boa” para as águas da bacia do ribeirão Guaratinguetá. Por outro lado, os outros cinco pontos (2, 3, 4, 6 e 7) apresentaram uma categoria de “Qualidade Regular”. Os pontos 1 (alto curso ocupado com mata nativa, sob influência de atividades turísticas) e 5 (médio/baixo curso, sob influência da rizicultura irrigada) apresentaram valores de IQA de 72 e 75 respectivamente e, dessa forma, não tendem a passar para a “categoria regular de IQA”, cujos valores são inferiores a 52.

O ponto 2 (alto curso ocupado com mata nativa, mas sob influência de atividades turísticas) foi enquadrado na categoria de “Qualidade Regular”. Porém, seu valor está próximo ao limite mínimo para a categoria de “Qualidade Boa” que é de 52. Portanto, pequenas intervenções relacionadas à melhoria da qualidade da água à montante desse ponto podem resultar na mudança da qualidade da água deste trecho da bacia. Cabe ressaltar, que as intervenções devem visar, principalmente, minimizar os valores dos parâmetros NT, PT e DBO, que são os principais responsáveis pela redução na qualidade da água neste ponto.

Nos pontos 3 (médio curso sob a influência de pastagens) e 4 (médio/baixo curso, sob influência da rizicultura irrigada) foi encontrado o valor de IQA de 43, que corresponde ao valor médio da categoria de “Qualidade Regular” da água. Assim, para que nesses trechos a qualidade da água seja alterada para melhor ou pior, serão necessárias mudanças significativas no uso e ocupação do solo. Nestes casos, é fundamental que medidas de gestão sejam realizadas à montante dos pontos 3 e 4, para que se possa melhorar a categoria de qualidade das águas do ribeirão Guaratinguetá. A mesma análise cabe ao ponto 7 (baixo curso, sob influência da rizicultura irrigada e áreas urbanizadas), que tem um valor de IQA de 42 e se enquadra na categoria de “Qualidade Regular”.

No ponto 6 foi obtido um valor de IQA de 40, que corresponde à categoria de “Qualidade Regular”, estando próximo ao limite de 36, que representa a categoria de “Qualidade Ruim”. Lembrando que esse trecho do ribeirão é influenciado diretamente pela rizicultura irrigada, com incidência de altos valores dos parâmetros NT ($1,21 \text{ mg L}^{-1}$) e PT ($1,31 \text{ mg L}^{-1}$), somando-se às interferências das atividades econômicas desenvolvidas à montante que aumentaram os valores de DBO e CF. Nesse caso, se nenhuma medida de gestão for realizada, em especial, no manejo da rizicultura irrigada, a qualidade da água pode atingir níveis inferiores aos obtidos nesta análise. Isso se deve ao fato de que os principais contaminantes correspondem a fertilizantes nitrogenados e fosfatados, além do aumento da DBO e de CF.

De uma forma geral, o uso e a ocupação inadequados do solo, por atividades turísticas, nas áreas de cabeceira, por atividades agropecuárias e manchas de áreas urbanas no médio e baixo Guaratinguetá, respectivamente, são os responsáveis pelo aumento considerável de NT, PT, DBO e CF. Esses são os principais parâmetros responsáveis pelo cenário de qualidade regular da água em cinco dos sete trechos analisados. Neste sentido, o cálculo do IQA indicou, na maioria dos pontos analisados, uma categoria de qualidade regular para as águas do ribeirão Guaratinguetá.

Vários estudos têm sido realizados utilizando o IQA como forma de classificar a qualidade das águas no Brasil. Barros et al. (2011) encontraram valores de IQA, que classificaram de uma forma geral as águas do córrego André, no município de Mirassol D'Oeste, no Estado do Mato Grosso, como sendo de qualidade regular. De acordo com o estudo, as águas deste córrego são prejudicadas por atividades antrópicas, pela descarga de efluentes domésticos, comercial e agropecuário. As variáveis OD, DBO, coliformes termotolerantes e fósforo total foram as principais responsáveis pela diminuição da qualidade da água do córrego André.

No Estado de São Paulo, Silva & Jardim (2006), em estudos realizados no Rio Atibaia, no município de Paulínia (UGRHI 05), obtiveram valores de IQA que variaram entre as classes de qualidade “Regular” e “Boa”, durante os anos de 2000 a 2002.

5.3. Interpolação IDW de parâmetros de qualidade da água em SIG

Ao aplicar o método IDW do SIG, foram obtidos os mapas de qualidade da água, apresentados nas figuras 18, e 20 a 23, empregando a interpolação dos parâmetros

indicadores de qualidade da água da bacia do ribeirão Guaratinguetá, analisados em 2007 e 2008.

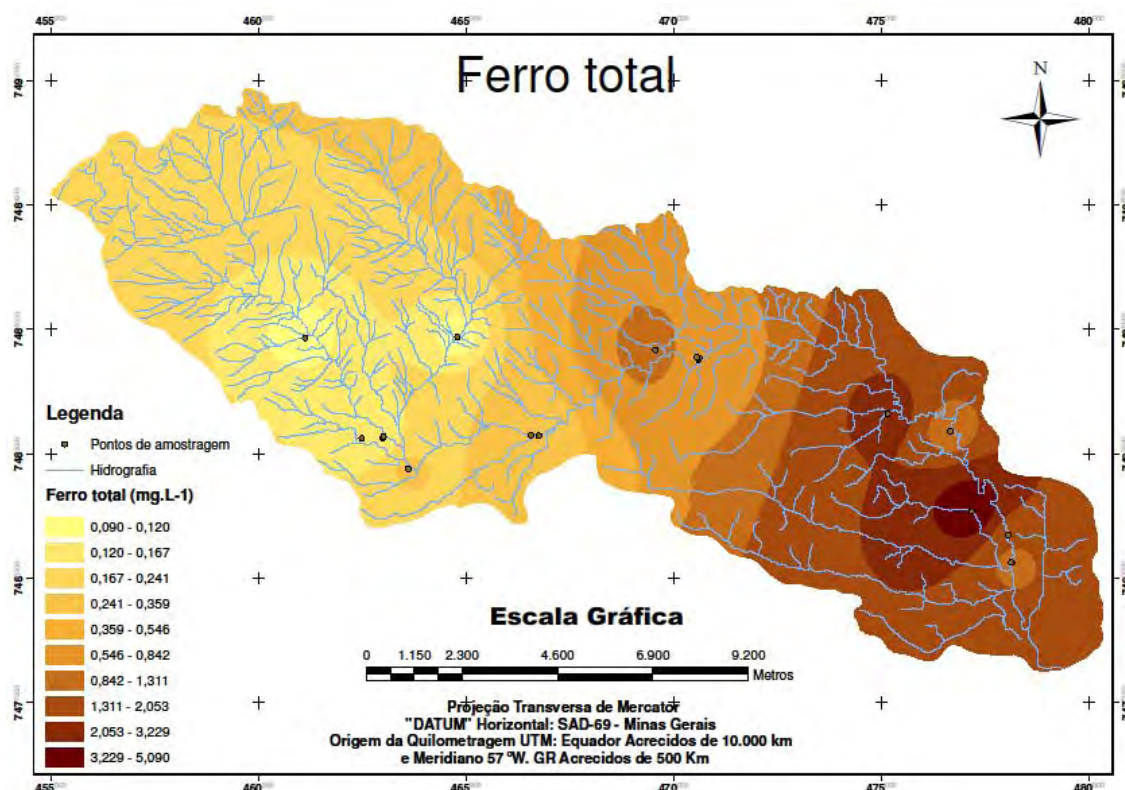


Figura 18 – Interpolação IDW em SIG para o parâmetro Ferro Total, analisado em diferentes pontos da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, sob a influência de diversas atividades produtivas.

O mapa apresentado na figura 18 mostra que as concentrações de ferro total foram maiores nas águas da região do médio e baixo ribeirão Guaratinguetá, o que pode ser devido à ocorrência de processos erosivos na região de cabeceira e na média bacia. Nessa região predominam Latossolos, ricos em óxidos de ferro, que são transportados e, conseqüentemente, causam acúmulo de sedimentos ricos em ferro, nas áreas que compreendem a baixa bacia. Vanzela et al. (2010) também encontraram maiores índices de Ferro Total em áreas ocupadas com culturas perenes, matas degradadas e moradias rurais, e relacionaram o resultado obtido com o carreamento de sedimentos destas áreas ao tipo de solo nas regiões de cabeceira da bacia hidrográfica estudada.

O intenso processo erosivo na região de cabeceira e na média bacia, em especial, nas áreas ocupadas por pastagens em sistema de pecuária extensiva, pode ser observado na figura 19.



Figura 19 – Erosão do solo em área ocupada por pastagem, em sistema de pecuária extensiva, na cabeceira e na média bacia do ribeirão Guaratinguetá.

Na figura 20 são apresentados os resultados da interpolação IDW para o parâmetro DBO, pela qual foi possível verificar que em todos os pontos amostrados, os valores foram superiores aos limites de qualidade da água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para as classes de rios 1 e 2. No entanto, estes valores aumentaram no sentido de montante à jusante, sendo que a região do baixo Guaratinguetá, próxima à área urbana, apresentou os maiores valores. Observa-se no mapa de DBO que a região da área urbana do município apresenta tendência de acúmulo (área baixa da bacia). Se medidas de gestão não forem realizadas na bacia, visando à mitigação dos fatores que contribuem com o lançamento de matéria orgânica no corpo d'água, a situação tende a se agravar.

Os valores elevados de DBO na região de cabeceira, em áreas próximas às nascentes, estão relacionados às atividades turísticas, considerando que os restaurantes e pousadas não têm sistemas de tratamento e lançam seus esgotos “in natura” nos cursos d'água.

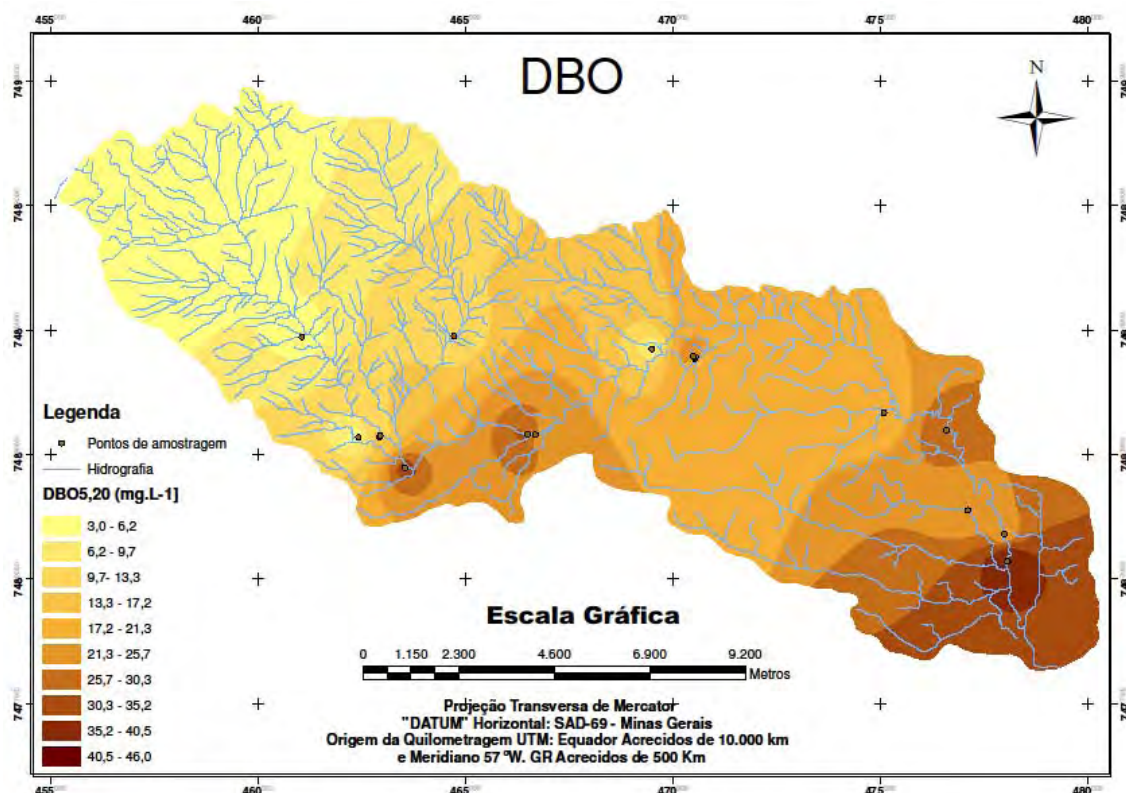


Figura 20 – Interpolação IDW em SIG para o parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), analisado em diferentes pontos da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, sob a influência de diversas atividades produtivas.

Nas figuras 21 e 22 são apresentados os resultados da interpolação IDW para os parâmetros Nitrogênio Total e Fósforo Total. Com base nos mapas gerados para os parâmetros PT e NT, foi possível observar que em toda a bacia hidrográfica estes foram encontrados em concentrações elevadas. No entanto, as maiores concentrações destes parâmetros foram obtidas nas regiões onde se desenvolve a rizicultura irrigada, verificando uma tendência de acúmulo em áreas localizadas à jusante dessa atividade produtiva, onde os fertilizantes nitrogenados e fosfatados são aplicados em grandes quantidades. O aumento das concentrações destes nutrientes ocorre principalmente, quando a área de plantio do arroz é drenada para o corpo d'água. Além disso, por ser uma atividade praticada em áreas de várzeas, sempre que ocorre um evento extremo de precipitação, o ribeirão invade essas áreas e quando volta ao seu nível normal, provoca o transporte de toda a carga de nutrientes aplicados no cultivo de arroz irrigado para o curso d'água.

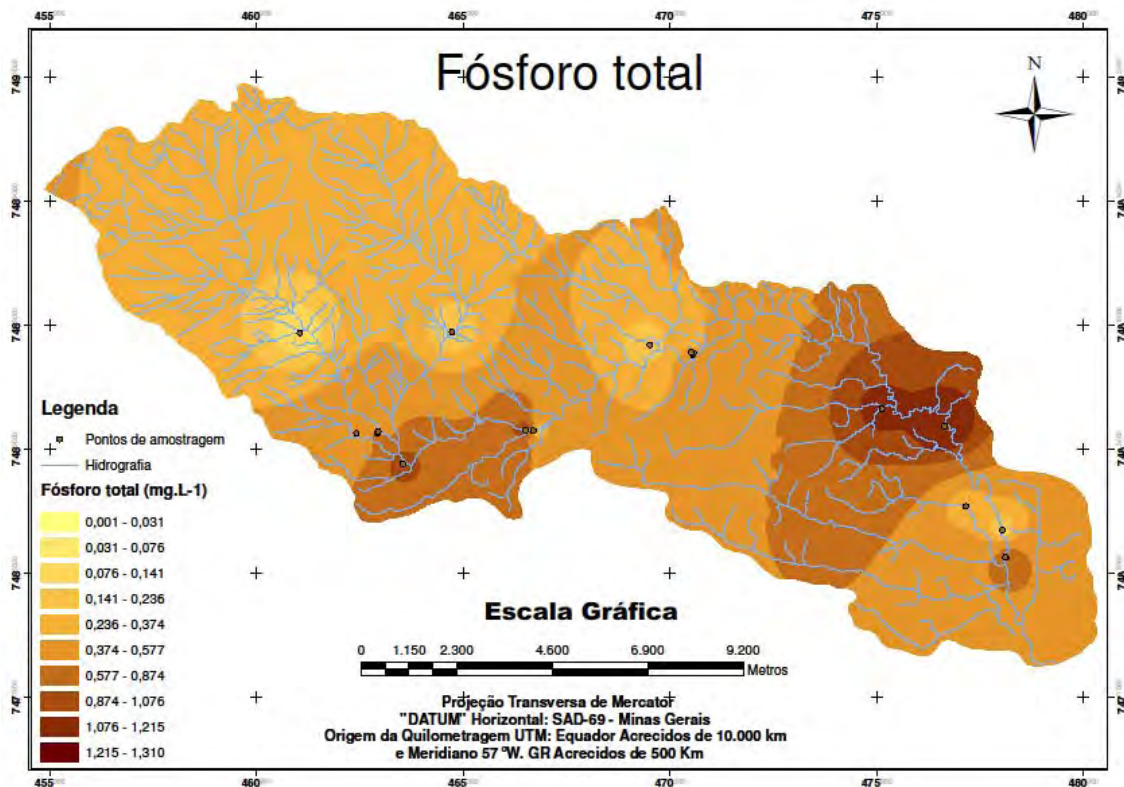


Figura 21 – Interpolação IDW em SIG para o parâmetro Fósforo Total, analisado em diferentes pontos da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, sob a influência de diversas atividades produtivas.

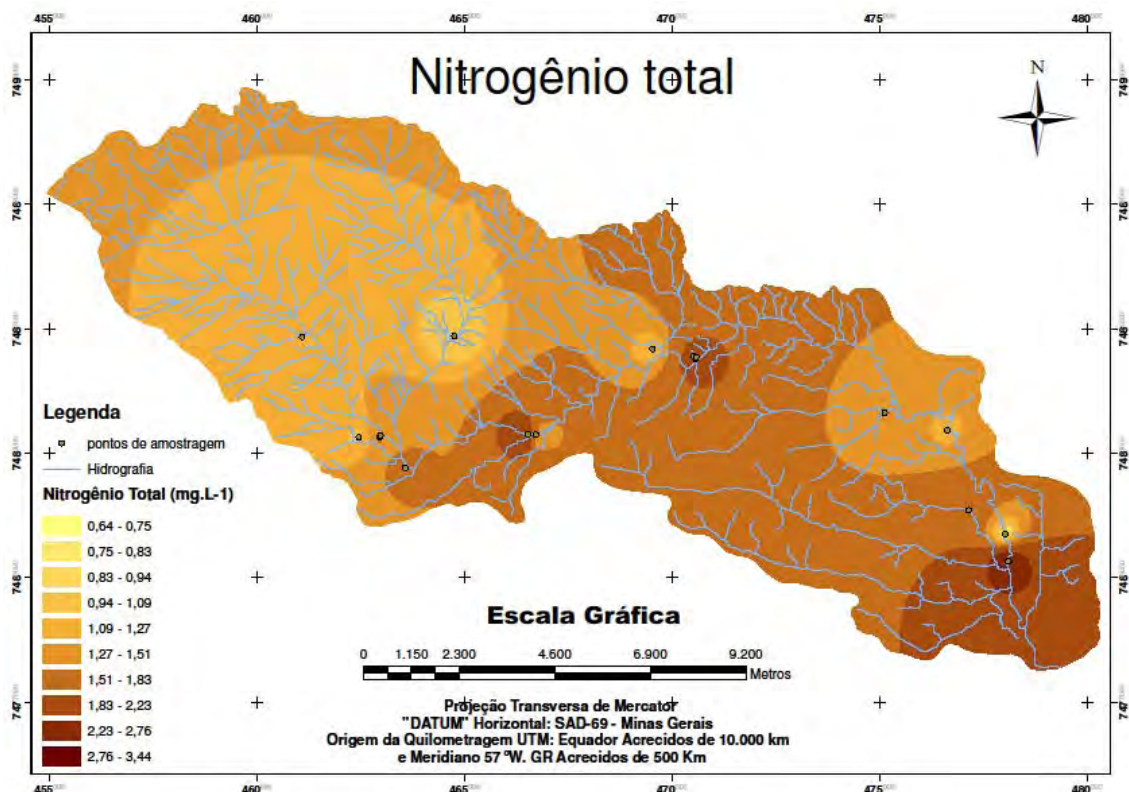


Figura 22 – Interpolação IDW em SIG para o parâmetro Nitrogênio Total, analisado em diferentes pontos da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, sob a influência de diversas atividades produtivas.

A figura 23 evidencia que o número de coliformes fecais é elevado na região de cabeceira, o que também pode ser consequência do lançamento de efluentes “in natura” dos restaurantes e pousadas dessa região. No entanto, os maiores números foram encontrados na região do baixo Guaratinguetá, em áreas próximas à região urbana.

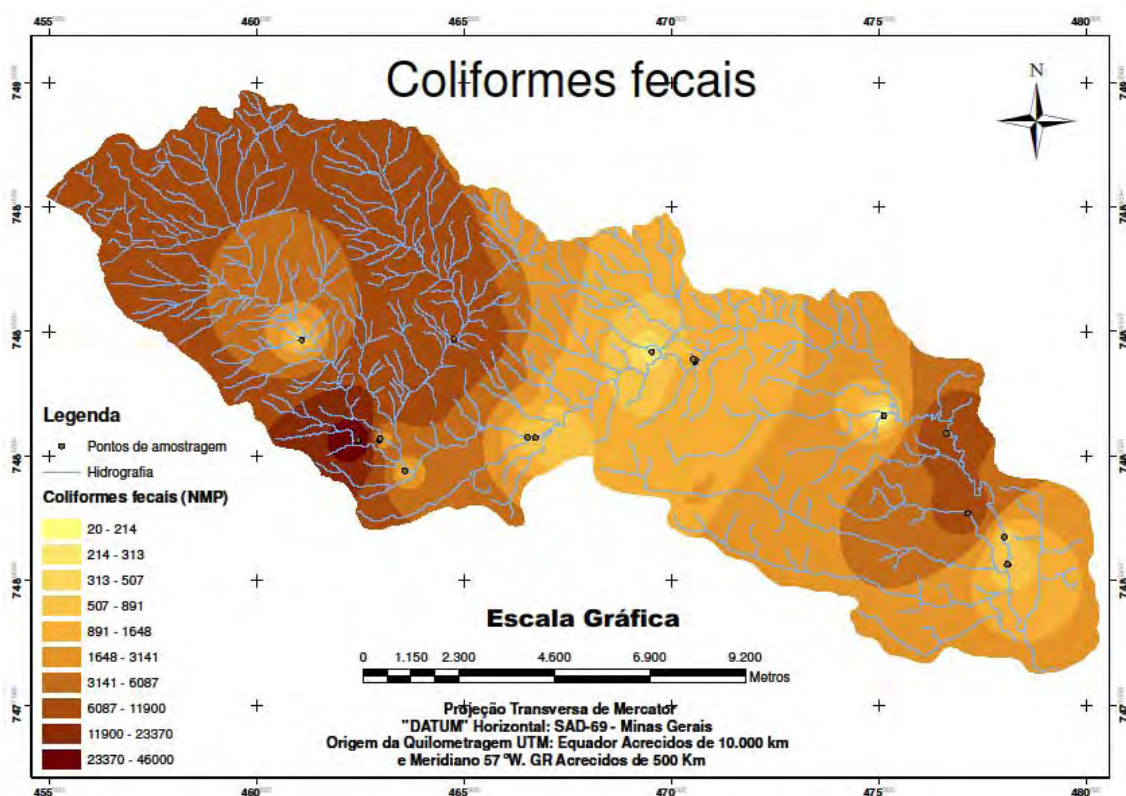


Figura 23 – Interpolação IDW em SIG para o parâmetro, Coliformes Fecais, analisado em diferentes pontos da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, sob a influência de diversas atividades produtivas.

Cabe ressaltar, que a interpolação IDW desse parâmetro com o uso e ocupação do solo indicou valores menores e pontuais dentro de uma região de valores elevados, devido à interpolação em pontos distantes. Uma das justificativas para esse quadro pode ser o baixo número de pontos utilizados na interpolação ou a distribuição espacial destes pontos na bacia hidrográfica. Apesar disso, a interpolação IDW foi capaz de indicar as regiões onde o número de coliformes fecais está elevado e em quais áreas da bacia o uso e ocupação do solo tem relação direta com esse resultado. Dessa forma, observou-se que na região do baixo Guaratinguetá, próxima à área urbana, o mapa também apresenta uma coloração mais forte, ou seja, uma concentração maior de coliformes.

Em geral, a produção de mapas por meio da interpolação IDW em SIG, correlacionando parâmetros indicadores da qualidade da água com o uso e ocupação do solo, mostrou-se uma ferramenta eficaz para a interpretação de dados de qualidade ambiental. A leitura destes mapas possibilitou uma visualização espacial da influência do uso e ocupação do solo sobre a qualidade da água da bacia, indicando as atividades que necessitam de intervenção para que sejam desenvolvidas de forma sustentável, gerando subsídios às tomadas de decisão, como também foi proposto por Cowen (1988) apud Hara (1997).

Esses resultados mostram que a interpolação IDW em SIG para a avaliação de parâmetros indicadores de qualidade da água apresenta uma ampla aplicabilidade em estudos ambientais desenvolvidos em bacias hidrográficas e que este trabalho representa um ponto de partida para o aprimoramento desta técnica.

Não foram encontrados trabalhos publicados que demonstram a aplicação da interpolação em SIG na qualidade das águas superficiais da bacia do ribeirão Guaratinguetá. Apesar disso, Camarinha et al. (2011) utilizaram técnicas de geoestatística e a lógica Fuzzy para a espacialização da textura do solo e para correlacionar a porosidade do solo com sua respectiva unidade geológica, na fazenda Santa Edwirges, município de Lorena, que também faz parte da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, região que compreende a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 02 (UGRHI 02).

5.4. Dados hidrográficos e hidrológicos

A área calculada da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá foi de 163,97 km², o que corresponde a cerca de 22% da área total do município de Guaratinguetá, com 734 km². A tabela 12 apresenta os principais dados hidrológicos e hidrográficos obtidos para a bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá.

Tabela 12 – Dados hidrológicos e hidrográficos da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá (SP).

Dados hidrológicos e hidrográficos	
Área da bacia hidrográfica	163,97 km ²
Comprimento do Talvegue	42,18 km
Declividade Equivalente (S)	3,44 m km ⁻¹
Precipitação Anual Média	1321,60 (mm)
Vazão Mínima (Q _{7,10}) na foz (confluência com o Rio Paraíba do Sul)	0,66 m ³ s ⁻¹
Vazão Média	1,99 m ³ s ⁻¹

A bacia em questão apresenta um índice de precipitação média anual de 1321,60 mm, valor um pouco inferior ao da média da porção paulista da bacia hidrográfica do Paraíba do Sul que é de 1385 mm (ROMERA et al., 2009). O comprimento do talvegue principal da bacia hidrográfica é de 42,18 km. Conforme citado anteriormente, esses parâmetros hidrográficos e hidrológicos foram calculados a fim de fornecer informações sobre o comportamento da água na bacia, principalmente com relação à precipitação e ao escoamento.

Na análise da qualidade da água em função do uso e ocupação do solo da bacia, alguns resultados podem ser melhor compreendidos, quando recorremos aos parâmetros hidrológicos calculados. Por exemplo, apesar dos elevados valores de DBO e CF obtidos nos sete pontos analisados, verificou-se que o valor do OD sempre esteve alto (valor mínimo encontrado de $6,8 \text{ mg L}^{-1}$ no ponto 5, e máximo de $9,0 \text{ mg L}^{-1}$ nos pontos 1 e 4), o que pode ter relação direta com a declividade da bacia à montante dos pontos avaliados. Nesse caso, a declividade equivalente calculada, de $3,44 \text{ m km}^{-1}$, pode ter contribuído para o fenômeno da autodepuração.

A tabela 13 apresenta os valores da $Q_{7,10}$ para os sete pontos da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá avaliados.

Tabela 13 – Vazão mínima ($Q_{7,10}$) para os sete pontos avaliados da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá (SP).

Pontos de Coleta	$Q_{7,10} \text{ (m}^3\text{s}^{-1}\text{)}$
1	0,23
2	0,23
3	0,39
4	0,43
5	0,57
6	0,56
7	0,54

6. RECOMENDAÇÕES

Na região do alto curso da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, a fim de minimizar a DBO e diminuir o aporte de CF nos cursos d'água, é necessária a implantação de fossas sépticas, principalmente nas pousadas e restaurantes, o que contribuirá para que não ocorra o lançamento de esgoto “in natura” para o curso d'água.

Nas regiões do médio e baixo curso do ribeirão Guaratinguetá, nas manchas urbanas, próximas ao ribeirão, a implantação de fossas sépticas também é essencial, além do desenvolvimento de estudos para analisar a viabilidade da implantação de redes coletoras de esgotos e de sistemas de tratamentos compactos, visando a diminuição da DBO e a carga de CF lançados atualmente nos corpos d'água da bacia.

O poder público municipal deve ser o maior interessado em garantir a sustentabilidade da qualidade das águas da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, tendo em vista que este é o principal manancial de abastecimento público do município, respondendo por 95% do abastecimento urbano. Neste contexto, a Prefeitura Municipal pode recorrer, por exemplo, ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) para a implantação dessas melhorias e monitoramento do manancial, pois esse fundo tem como objetivo financiar programas e ações na área de recursos hídricos, de modo a promover a melhoria e a proteção de corpos d'água e de suas bacias hidrográficas.

Com relação ao aporte de NT e PT na região do médio e baixo curso do ribeirão Guaratinguetá, é necessário o desenvolvimento de programas de conscientização junto aos produtores rurais, para que estes apliquem somente dosagens adequadas de fertilizantes minerais e defensivos agrícolas na prática da rizicultura irrigada. Este trabalho pode ser realizado pelo poder público local, com o auxílio do poder público estadual, por meio da

Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) em parceria com a Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Guaratinguetá.

Com relação ao sistema de pecuária extensiva, o ideal é que os produtores não deixem os animais realizarem a dessedentação diretamente no leito do ribeirão, o que pode ser conseguido por meio da construção de “cercas” em suas propriedades ao longo do leito do ribeirão Guaratinguetá. Além disso, devem oferecer ao rebanho condições apropriadas de dessedentação, como a construção de bebedouros para os animais no interior das propriedades. O poder público municipal junto ao estadual, também pode orientar os pecuaristas nesse sentido.

Nos empreendimentos contratados por parte do poder público municipal ou estadual, que visem monitorar a qualidade da água do ribeirão Guaratinguetá, deve constar no Termo de Referência (TR), a utilização do IQA e SIG, bem como todas as bases de dados necessárias para a utilização dos mesmos, como ferramentas que visem auxiliar na interpretação dos dados de parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade da água, traduzindo os dados para uma interpretação simples e objetiva. Esse mesmo conceito pode ser aplicado a empreendimentos já realizados, nos quais a base de dados permita a aplicação destas ferramentas.

A realização do presente estudo, com a utilização do IQA, bem como, de técnicas de SIG, permitiu um melhor aproveitamento na interpretação dos dados referentes à qualidade da água, fornecendo uma visão mais ampla e global a respeito das condições existentes, e da sua relação com o uso do solo na bacia. Apenas a tabulação desses dados não permite esse tipo de correlação e visualização global da bacia hidrográfica de estudo. Este estudo mostrou-se um instrumento, que extrapola a percepção exclusiva do meio científico, pela acessibilidade por outros grupos, com especial interesse para gestores municipais e, portanto, atingiu o objetivo proposto.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cálculo do IQA indicou, em cinco dos sete pontos analisados, a categoria de qualidade regular para as águas da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá. O turismo (pousadas e restaurantes), desenvolvido especialmente no alto curso, e a presença de áreas urbanizadas no médio e baixo curso do ribeirão Guaratinguetá foram as principais atividades responsáveis pelos altos valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio e pelo elevado aporte de coliformes fecais dessas regiões.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio foi superior ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para os rios de classe 1 e 2, nos sete pontos analisados, enquanto os valores de coliformes fecais ficaram acima do estabelecido por esta resolução somente nos pontos 1 e 6, que correspondem aos trechos de maior disposição de esgotos.

A agropecuária, representada principalmente pela rizicultura irrigada e pela bovinocultura extensiva, esta última ocupando extensas áreas cobertas por pastagem, são as principais atividades responsáveis pelo aporte de nitrogênio e fósforo nas águas do médio e baixo curso do ribeirão Guaratinguetá.

A temperatura da água foi menor nos trechos da bacia sob a influência de área de mata nativa/região florestada do alto curso, que nos pontos sob a influência direta de atividades agropecuárias, que compreendem o médio e baixo curso da bacia.

Os valores dos parâmetros pH e turbidez permaneceram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, em todos os pontos avaliados.

A geração de mapas por meio da interpolação IDW em SIG, correlacionando parâmetros indicadores da qualidade da água com o uso e ocupação do solo, mostrou-se uma ferramenta eficaz para a visualização espacial da influência do uso e ocupação do solo sobre a qualidade da água da bacia, sendo possível identificar as regiões que apresentam a melhor qualidade da água em relação ao parâmetro avaliado.

As informações técnicas deste estudo poderão subsidiar as políticas públicas na adoção de medidas relacionadas ao gerenciamento de recursos hídricos, com o intuito de mitigar a poluição da água, seja por meio da implantação de infraestrutura (medidas estruturais) ou de políticas comportamentais (medidas não estruturais), em trechos estratégicos da bacia, definidos com o cálculo do IQA e interpolação em SIG.

Os dados de IQA, bem como os mapas gerados pela interpolação em SIG, comprovaram a relação existente entre o uso e ocupação do solo e a qualidade da água da bacia do ribeirão Guaratinguetá. As metodologias empregadas neste estudo podem ser aplicadas em outras bacias hidrográficas, em estudos que visem relacionar a qualidade da água com o uso e ocupação do solo.

O cálculo de IQA e a interpolação em SIG são capazes de fornecer uma visão mais ampla e objetiva e a melhor interpretação de dados de qualidade de água de uma bacia hidrográfica.

As informações geradas por este estudo podem ser utilizadas para subsidiar a implementação de novos empreendimentos que visem assegurar a qualidade dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá.

As ferramentas do IQA e da interpolação em SIG podem não só indicar a situação atual dos recursos hídricos na bacia hidrográfica de estudo, como também serem utilizadas em simulações (modelagem) de “cenários passados e futuros”. Essa aplicação poderá, por exemplo, gerar produtos que auxiliem no diagnóstico da bacia e sirvam como base para definir a técnica ideal de recuperação e/ou manutenção da qualidade da água que deve ser empregada.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – Agência Nacional de Águas. **Lei das águas**. <Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/legislacao.aspx>> Acesso em: 23.nov.2011.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Indicadores de qualidade – Índice de qualidade das águas**. <Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>> Acesso em: 14.fev.2012.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21th ed. Washington: American Water Works Association Environment Federation, 2005.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. **Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo**. In: Scientia Forestalis, n. 56, p. 125-134, 1999.

BARLOW, M.; CLARKE, T. **Ouro Azul**. São Paulo: M. Books, 2003.

BARROS, R. V. G.; SOUZA, H. M. L.; SOUZA, C. A. **Determinação do índice de qualidade da água (IQA) na sub-bacia do córrego André em Mirassol d'Oeste, Mato Grosso**. In: Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 3, p. 138 -153, 2011

BARTH, T. F.; POMPEU, C. T.; FILL, H. D.; TUCCI, C. E. M.; KELMAN, J.; BRAGA, B. **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos**. São Paulo: Nobel: ABRH, 1987.

BASSO, E. R. **Monitoramento e avaliação da qualidade da água de duas represas e uma lagoa no município de Ilha Solteira**. Ilha Solteira, SP: UNESP, 2006, 111p. Dissertação de Mestrado.

BRAGA, B.; HESPANHOL I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L de; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. 2_ edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318p.

BRASIL. **Constituição da Republica Federativa do Brasil de 1988**. <Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm> Acesso em: 13.fev.2012.

BRASIL. **Lei N° 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Brasil, 1981.

BRASIL. **Lei N° 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e dá outras providências. Brasil, 1997.

BRASIL. **Lei N° 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasil, 1998.

BRASIL. **PORTARIA N° 2914**, de 12 de dezembro de 2011. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasil, 2004.

CAMARINHA, P.I.M.; TRANNIN, I.C.B.; SIMÕES, S.J.C.; BERNARDES, G.P. **Fuzzy Logic and Geostatistical Techniques for Spatialization of Soil Texture in Region with Rough Terrains**. In: Procedia Environmental Sciences 7, p. 347–352, 2011.

CAMARINHA, P.I.M.; SIMOES, S.J.C.; BERNARDES, G.P.; TRANNIN, I.C.B. **Correlating Soil Porosity and Respective Geological Unit in Paraíba do Sul Valley, Brazil - A Geostatistical Methodology Proposal (submitted)**. In: Soils & Rocks; 2011, 27p.

CBH – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CBH-PS). **Projeto qualidade das águas e controle da poluição hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul: Relatório Final**, Governo de São Paulo/CBH - Rio Paraíba do Sul e Serra da Mantiqueira. São Paulo: CEIVAP, 2000. 256p.

CBH – **Comitês de bacias hidrográficas: uma revolução conceitual**. São Paulo: IQUAL, 2002.

CHILDS, C. **Interpolating surfaces in ArcGIS Spatial Analyst**. ArcUser, Julho/Setembro. 2004. p. 32-35.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Banco de dados da Cetesb. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/42-indice-de-qualidade-das-aguas-\(iqa\)](http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/42-indice-de-qualidade-das-aguas-(iqa))> Acesso em: 23.nov.2011.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N°357**, de 17 de março de 2005. Brasil, 2005.

DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Manual de Cálculo das Vazões Máximas, Médias e Mínimas nas Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo**. São Paulo: DAEE, 1994.

_____. **Guia Prático para Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas**. 2 ed. São Paulo: DAEE, 2006.

_____. **Legislação**. <Disponível em:

http://www.dacee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=73%3Alegislacao&catid=44%3Alegislacao&Itemid=53> Acesso em: 13.fev.2012.

DI BERNARDO, L.; DI BERNARDO, A.; CENTURIONE FILHO, P.L. **Ensaio de Tratabilidade de Água e dos Resíduos Gerados em Estações de Tratamento de Água**. São Carlos: RiMa, 2002.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; RINALDO, C. P. **Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico, São Paulo, Brasil**. In: Eng. Agríc., Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, 2005.

DRENATEC ENGENHARIA LTDA. **Relatório Analítico das duas primeiras campanhas de monitoramento de qualidade de água do Ribeirão Guaratinguetá – FASE II**. Guaratinguetá, SAAEG, 2008.

_____. **Relatório Analítico das duas últimas campanhas de monitoramento de qualidade de água do Ribeirão Guaratinguetá – FASE II**. Guaratinguetá, SAAEG, 2008.

FARIA, D. A.; TRANNIN, I. C. B.; SIMÕES, S. J. C. **Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá (SP)**. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Uberlândia, MG. 2011.

FERREIRA, L. M.; IDE, C. N. **Avaliação comparativa da sensibilidade do IQA-NSF, IQA-Smith e IQA-Horton, aplicados ao Rio Miranda, MS**. In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; AIDIS. Saneamento ambiental: desafio para o século 21. Rio de Janeiro, ABES, 2001. p.1-16, Tab.

FERREIRA, M.C. **Proposta para o uso e manejo sustentável da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá, SP**. Bauru, SP: UNESP, 2011, 124p. Dissertação de Mestrado.

FUNDAÇÃO CHRISTIANO ROSA. **Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – UGRHI 02 – 2009 – 2012**. Piquete, SP. FCR, 2009.

HARA, L.T. **Técnicas de Apresentação de dados em geoprocessamento**. São José dos Campos, SP: INPE, 1997. Dissertação de Mestrado.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**.

Disponível em: <

http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/senso2010/sinopse_tab_uf_pdf.shtm>

Acesso em: 16.jun.2011.

LEAL, K. R. D. **Análise ambiental de um aterro sanitário e sua influência sobre a qualidade das águas superficiais do entorno**. Bauru, SP: UNESP, 2011, 129p. Dissertação de Mestrado.

LONGLEY, P. A. GOODCHILD, M. F. MAGUIRE, D.J. RHIND, D. W. **Geographic information systems and science**. 2 nd. New York: John Wiley & Sons Ltd, 2005.

MEHRJARDI, R.T.; JAHROMI, M. Z.; MAHMUDI, Sh.; HEIDARI, A. **Spatial Distribution of Groundwater Quality with Geostatistics (Case Study: Yazd-Ardakan Plain)**. World Applied Sciences Journal. p. 09-17, 2008.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura**. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*. v.3, n.4, p.33-38, 2004.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Legislação**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=legislacao.index&tipo=0>> Acesso em: 23.nov.2011.

MOTA, S. **Gestão Ambiental de Recursos Hídricos**. 3 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2008.

ODUM, E. **Fundamentos de Ecologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 4ª edição. 1988. 632p.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: Legenda Expandida**. Campinas, Embrapa-Solos/IAC, 1999, 64p.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. **Gestão de bacias hidrográficas**. In: Estud. av. [online]. 2008, vol.22, n.63, pp. 43-60. ISSN 0103-4014.

PRIMAVESI, O.; FREITAS, A. R.; PRIMAVESI, A. C.; OLIVEIRA, H. T. **Water Quality of the Canchim's Creek Watershed in São Carlos, SP, Brazil, Occupied by Beef and Dairy Cattle Activities**. In: Brazilian Archives of Biology and Technology V. 45, N. 2, pp. 209 - 217, 2002.

RICHTER, Carlos; AZEVEDO NETTO, José M. de. **Tratamento de Água. Tecnologia Atualizada**. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

ROMERA, P.A.; FARIA, D. A.; SANT'ANA, L. G. S.; SILVA, L. A. L.; SIQUEIRA, M. R. A. **Educação Ambiental na Gestão de Recursos Hídricos**. Taubaté: CBH/ PS, 2009.

ROMERA, P.A.; AZEVEDO, F.Z.; ALVAREZ, E.J.S.; LEIS, W. M. S.V. **Água quem vive sem?**. São Paulo: Nova Página, 2003.

SAEG – COMPANHIA DE SERVIÇOS DE ÁGUA, ESGOTO E RESÍDUOS DE GUARATINGUETÁ. **“Projeto de monitoramento da qualidade de água do ribeirão Guaratinguetá – Fase I, Diagnóstico da utilização de agroquímicos em agricultura irrigada, cadastro de usuários de água e levantamento da ocupação e uso do solo” – Relatório Final**. Geoambiente, 2005. 132p.

SANCHES, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental – Conceitos e Métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SEADE – FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. Banco de dados do SEADE. Disponível em: < <http://www.seade.gov.br/produtos/projpop/>> Acesso em: 02.mai.2011.

SIGRH – Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos para o Estado de São Paulo. **Regionalização Hidrológica do Estado de São Paulo**. <Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/regnet.exe/calcutm#r>> Acesso em: 25.fev.2012.

SILVA, G. V.; JARDIM, W. F. **Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao Rio Atibaia, Região de Campinas/Paulínia-SP**. In: Química Nova 29 (4), p. 689-694, 2006.

SOARES, P.V. **As interrelações de elementos do meio físico natural e modificado na definição de áreas potenciais de infiltração na porção paulista da Bacia do Rio Paraíba do Sul**. (Tese de Doutorado). Campinas, SP: Unicamp, 2005.

TNC – THE NATURE CONSERVANCY. **“Relatório Técnico: Interpretação de Uso e Ocupação do Solo da Bacia de Guaratinguetá”**. 2006.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4).

TUNDISI, José Galizia. **Qualidade da água: para onde vai o planeta Terra?**. *Saneas*, São Paulo, v.02, n.18, ago. 2004.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M.; PARESCHI, D. C.; LUZIA, A.P.; HAELING, P. H. V.; FROLLINI, E. H. **A bacia hidrográfica do Tietê/Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento**. In: Estudos Avançados V. 22, n. 63, p.159-172, 2008.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. **Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis**. In: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental V.14, n.1, p.55–64, 2010.

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

9. ANEXOS

9.1 Resultados das análises laboratoriais fornecidas pelo SAAEG

RELATÓRIO DE ENSAIO N° 2874/01/07

ÁGUA - RIBEIRÃO GUARATINGUETÁ MONITORAMENTO DA QUALIDADE

INTERESSADO: Serviço Autônomo de Águas e Esgotos de Guaratinguetá
Rua Xavantes, 1880 – Jd. Aeroporto
12512-010 – Guaratinguetá – SP.

1. OBJETIVO:

O objetivo do presente relatório técnico é informar as condições da qualidade da Água dos corpos d'água da *Bacia do Ribeirão Guaratinguetá* com vista ao atendimento do Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água, Referente ao Contrato FEHIDRO n° 038/2006.

AMOSTRA: ÁGUA	
Ponto: (1) PONTE RIO GOMERAL	Coordenadas: E = 462969 N = 7483376
Data da Coleta:	24/09/2007 (09:50h)
Coletado por:	Controlê Analítica – Análises Técnicas Ltda
Entrada no Laboratório:	24/09/2007 às 20:00 h
Data de Preparo:	25 - 28/09/2007
Data de Análises:	25/09 - 25/10/07
Temp. (entrada) no laboratório:	3,9°C
DADOS DA COLETA:	
pH (upH)	8,07
Condutividade (µS/cm)	25
Oxigênio Dissolvido (mg O₂/L)	7,9
Temperatura (°C)	Amostra: 17,0 Ar: 14,8

2. METODOLOGIAS EMPREGADAS:

- 21ª Edição do "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" – APHA, WEF, AWWA.
- USEPA 8082 ; USEPA 8081 ; USEPA 8270

3. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:

EQUIPAMENTO	MARCA/MODELO	CERTIFICAÇÃO
Agitador Magnético	Quimis	Não aplicável
Autoclave	Fanem	66684
Espectro Absorção Atômica	Perkin Elmer/3100	2814
Balança Analítica	Mettler Toledo/AB204	22581
Bomba à vácuo	Oidef	Não aplicável
Chapa Aquecedora	Quimis	Não aplicável
Cromatógrafo gasoso	Hewlett Packard/5890	VA-030638
Cromatógrafo gasoso	Hewlett Packard/6890	VA-010637
Cromatógrafo líquido	Varian Prostar/360	5967
Espectrofotômetro	Hach/DR2500	008983_01
Estufa aquecedora	Fanem	Não aplicável
Estufa bacteriológica	Nova Técnica/NT 522	Não aplicável
Manta aquecedora	Quimis	Não aplicável
Microscópio biológico	Nova Optical Systems/Nova 107	Não aplicável
Reagômetro	Mettler Toledo/MP220	64703
Termômetro de Imersão	Alfa Brasil	4803
Vidrarias e utensílios de uso geral em laboratório		01317, 01319, 01322, 01323, 01324, 01325.

4. RESULTADOS OBTIDOS:

PARÂMETROS DETERMINADOS	Unidade	Limite de Detecção	Especificação Conama 357 Art. 15 Água Classe 2	Valor Encontrado
FÍSICOS				
Condutividade Elétrica	µS/cm	1	-	25
Cor	mgPt-Co/L	1	75	1
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	5,0	-	< 5,0
pH	UpH	1 - 14	6,0 - 9,0	8,07
Turbidez	uT	1	100	8
Sólidos Totais	mg/L	5,0	-	130,0
Sólidos Totais Fixos	mg/L	5,0	-	30,0
Sólidos Totais Voláteis	mg/L	5,0	-	100,0
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5,0	500,0	113,0
Sólidos Dissolvidos Fixos	mg/L	5,0	-	73,0
Sólidos Dissolvidos Voláteis	mg/L	5,0	-	40,0
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	5,0	-	7,0
Sólidos Suspensos Fixos	mg/L	5,0	-	3,0
Sólidos Suspensos Voláteis	mg/L	5,0	-	4,0
QUÍMICOS - INORGÂNICOS				
Cádmio (Cd)	mg Cd/L	0,0005	0,001	0,0009
Cálcio (Ca)	mg Ca/L	0,01	-	1,52
Carbonatos (CO ₃)	mgCO ₃ /L	5,0	-	17,0
Chumbo (Pb)	mg Pb/L	0,001	0,01	0,002
Cloretos (Cl)	mg Cl-L	5,0	250,0	< 5,0
Cobre (Cu)	mg Cu/L	0,001	0,009 (*)	0,006
DQO (Demanda Química de Oxigênio)	mg O ₂ /L	1,0	-	93,0
Estanho (Sn)	mg Sn/L	0,01	-	0,06
Ferro Total (Fe)	mg Fe/L	0,01	0,3 (*)	0,11
Fósforo Total (P)	mg P/L	0,001	0,03-Amb. Léntico 0,05-Amb. Intermediário	0,990
Magnésio (Mg)	mg Mg/L	0,01	-	0,53
Manganês (Mn)	mg Mn/L	0,001	0,1	0,005
Mercúrio (Hg)	mg Hg/L	0,0001	0,0002	< 0,0001
Nitrogênio Amoniacal (N-NH ₃)	mg N-NH ₃ /L	0,001	3,7-pH < 7,5 2,0-pH entre 7,5-8,0 1,0-pH entre 8,0-8,5 0,5- pH > 8,5	1,0
Nitrogênio Nitrato (N-NO ₃)	mg N-NO ₃ /L	0,1	10,0	0,9
Nitrogênio Nitrito (N-NO ₂)	mg N-NO ₂ /L	0,001	1,0	< 0,001
Ortofosfato Solúvel (PO ₄)	mg PO ₄ /L	0,001	-	0,846
Potássio (K)	mg K/L	0,01	-	7,63
Zinco (Zn)	mg Zn/L	0,001	0,18	0,006

PARÂMETROS DETERMINADOS	Unidade	Limite de Detecção	Especificação Conama 357 Art. 15 Água Classe 2	Valor Encontrado
MICROBIOLÓGICOS				
DBO(Demanda Bioquímica de Oxigênio) (**)	mg O ₂ /L	1,0	5,0	24,0
Coliformes Totais	NMP/100 mL	1,0	-	1100
Coliformes Fecais	NMP/100 mL	1,0	1000,0	210
Clorofila	µg/L	0,1	30,0	0,642
QUÍMICOS - ORGÂNICOS				
PESTICIDAS				
Ametryne	µg/L	0,005	-	< 0,005
Atrazine	µg/L	0,001	2	< 0,001
Bentazon	µg/L	0,001	-	< 0,001
Carbofuran	µg/L	0,001	-	< 0,001
Clomazone	µg/L	0,001	-	< 0,001
Chlorpyrifos	µg/L	0,001	-	< 0,001
Cypermethrin	µg/L	0,001	-	< 0,001
Deltamethrina	µg/L	0,001	-	< 0,001
Diazinon	µg/L	0,001	-	< 0,001
Diclorvós	µg/L	0,001	-	< 0,001
2,4 D	µg/L	0,001	4,0	< 0,001
Glyphosate	µg/L	0,001	65	< 0,001
Fipronil	µg/L	0,001	-	< 0,001
Lambdacyhalothrin	µg/L	0,001	-	< 0,001
Oxyfluorfen	µg/L	0,001	-	< 0,001
Propanil	µg/L	0,001	-	< 0,001
Sulfuramid	µg/L	0,001	-	< 0,001
Picloram	µg/L	0,001	-	< 0,001
Lindano(Isômeros)	µg/L	0,001	0,02	< 0,001
Dodecacloro + nonacloro	µg/L	0,001	0,001 (***)	< 0,001
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,003	0,0065	< 0,003

(*) Limites especificados para forma solúvel

(**) Incubado durante 5 dias, a 20°C

(***) Limite especificado para Dodecacloro

5. CONTROLE DE QUALIDADE / RASTREABILIDADE:

PARÂMETRO	RESULTADO DO BRANCO (mg/L)	VALOR ADICIONADO (mg/L)	RECUPERAÇÃO (%)	LIMITE DE RECUPERAÇÃO (%)	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO (LQ) (mg/L)
QUÍMICO – INORGÂNICOS					
Cádmio (Cd)	< 0,0005	10	73	70 – 76	0,0005
Cálcio (Ca)	< 0,01	10	78	75 – 81	0,01
Carbonatos (CO ₃)	< 5,0	50	73	71 – 81	5,0
Chumbo (Pb)	< 0,001	10	79	77 – 81	0,001
Cloretos (Cl)	< 5,0	50	77	74 – 80	5,0
Cobre (Cu)	< 0,001	10	83	80 – 86	0,001
DQO	< 1,0	100	75	72 – 78	1,0
Estanho (Sn)	< 0,01	10	75	70 – 80	0,01
Ferro Total (Fe)	< 0,01	10	71	69 – 73	0,01
Fósforo Total (P)	< 0,001	10	70	68 – 74	0,001
Magnésio (Mg)	< 0,01	10	75	72 – 78	0,01
Manganês (Mn)	< 0,001	10	81	76 – 86	0,001
Merúrio (Hg)	< 0,0001	10	72	68 – 77	0,0001
N-Amoniacal (NH ₄)	< 0,001	10	71	68 – 74	0,001
N-Nitrato (NO ₃)	< 0,1	10	76	71 – 81	0,1

PARÂMETRO	RESULTADO DO BRANCO (mg/L)	VALOR ADICIONADO (mg/L)	RECUPERAÇÃO (%)	LIMITE DE RECUPERAÇÃO (%)	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO (LQ) (mg/L)
N-Nitrito (NO ₂)	< 0,001	10	78	75 – 81	0,001
Ortofosfato Solúvel(PO ₄)	< 0,001	10	79	75 – 81	0,001
Potássio (K)	< 0,01	10	78	75 – 81	0,01
Zinco (Zn)	< 0,001	10	93	90 – 102	0,001
QUÍMICO – ORGÂNICOS (µg/L)					
Ametryne	< 0,005	10	81	76 – 86	0,005
Atrazine	< 0,001	30	77	74 – 80	0,001
Bentazon	< 0,001	30	71	69 – 73	0,001
Carbofuran	< 0,001	30	76	71 – 81	0,001
Clomazone	< 0,001	30	78	75 – 81	0,001
Chlorpyrifos	< 0,001	30	71	68 – 74	0,001
Cypermethrin	< 0,001	30	78	75 – 81	0,001
Deltamethrina	< 0,001	30	75	72 – 78	0,001
Diazinon	< 0,001	30	73	70 – 76	0,001
Diclorvós	< 0,001	30	79	77 – 81	0,001
2,4 D	< 0,001	30	83	80 – 86	0,001

Glyphosate	< 0,001	30	96	90 - 102	0,001
Fipronil	< 0,001	50	75	70 - 80	0,001
Lambdacyhalothrin	< 0,001	50	72	68 - 77	0,001
Oxyfluorfen	< 0,001	30	78	75 - 81	0,001
Propanil	< 0,001	30	75	72 - 78	0,001
Sulfuramid	< 0,001	30	73	70 - 76	0,001
Picloram	< 0,001	30	79	77 - 81	0,001
Lindano(Isômeros)	< 0,001	30	83	80 - 86	0,001
Dodecacloro+nonacloro	< 0,001	30	96	90 - 102	0,001
Hexaclorobenzeno	< 0,003	50	75	70 - 80	0,003

5.1.1 Surrogates – Recuperação: 2,4,5,6-Tetracloro-m-xileno

Resultados: 88%

5.1.2 Rastreabilidade Padrão Glyphosate – SUPELCO Cat. 45521 Lote BC57921
 Padrão de Pesticidas – SUPELCO cat. 46845-U lote LB3397
 Padrão Metais – MERCK
 Diclorometano Lote CO2H05

Validade: 12/2008
 Validade: 01/2009
 Validade: 09/2008
 Validade 2011

6. DATA DO ENSAIO: De 25/09/2007 à 25/10/2007.

Nota: Os resultados apresentados neste documento possui *significação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) fornecida pelo interessado. É vedada a reprodução parcial e/ou total sem prévia autorização.*

Osasco/SP, 25 de Outubro de 2007.

Luciana Harumi Tsuchida
 CRQ 04.246.842- 4ª Região
 Química

Biol. Ana Caroline Pelegrino
 CRBio-01 51972/01-D
 Analista Microbiológica

Engº José Aristides Filho
 CRQ 04.326.731-4ª Região / CREA 5.061.084.880
 Gerente Técnico

RELATÓRIO DE ENSAIO N° 2874/02/07

ÁGUA - RIBEIRÃO GUARATINGUETÁ MONITORAMENTO DA QUALIDADE

INTERESSADO: Serviço Autônomo de Águas e Esgotos de Guaratinguetá
Rua Xavantes, 1880 – Jd. Aeroporto
12512-010 – Guaratinguetá – SP.

1. OBJETIVO:

O objetivo do presente relatório técnico é informar as condições da qualidade da Água dos corpos d'água da **bacia do Ribeirão Guaratinguetá** com vista ao atendimento do Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água, Referente ao **Contrato FEHIDRO n° 038/2006**.

AMOSTRA: ÁGUA – JUSANTE ETE PEDRINHA	
Ponto: (2) Jusante ETE Pedrinha	Coordenadas: E = 463581 N = 7482637
Data da Coleta:	25/09/2007 (10:15h)
Coletado por:	Controle Analítico – Análises Técnicas Ltda
Entrada no Laboratório:	25/09/2007, às 20:00 h
Data do Preparo:	25 - 28/09/2007
Data de Análises:	25/09 - 25/10/2007
Temp. (entrada) no laboratório:	3,9°C
DADOS DA COLETA:	
pH (upH)	7,58
Condutividade (µS/cm)	25
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ /L)	7,6
Temperatura (°C)	Amostra: 18,0 Ar: 15,0

2. METODOLOGIAS EMPREGADAS:

- 21ª Edição do "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" – APHA, WEF, AWWA.
- USEPA 8082 ;USEPA 8081;USEPA 8270

3. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:

EQUIPAMENTO	MARCA/MODELO	CERTIFICAÇÃO
Agitador Magnético	Quimis	Não aplicável
Autoclave	Fanem	66684
Espectro Absorção Atômica	Perkin Elmer/3100	2814
Balança Analítica	Mettler Toledo/AB204	22581
Bomba à vácuo	Oldef	Não aplicável
Chapa Aquecedora	Quimis	Não aplicável
Cromatógrafo gasoso	Hewlett Packard/5890	VA-030638
Cromatógrafo gasoso	Hewlett Packard/6890	VA-010637
Cromatógrafo líquido	Varian Prostar/360	5967
Espectrofotômetro	Hach/DR2500	008983_01
Estufa aquecedora	Fanem	Não aplicável
Estufa bacteriológica	Nova Técnica/NT 522	Não aplicável
Manta aquecedora	Quimis	Não aplicável
Microscópio biológico	Nova Optical Systems/Nova 107	Não aplicável
Peagâmetro	Mettler Toledo/MP220	64703
Termômetro de Imersão	Alla Brasil	4803
Vidrarias e utensílios de uso geral em laboratório	-	01317, 01319, 01322, 01323, 01324, 01325.

4. RESULTADOS OBTIDOS:

PARÂMETROS DETERMINADOS	Unidade	Limite de Detecção	Especificação Conama 357 Art. 15 Água Classe 2	Valor Encontrado
FÍSICOS				
Condutividade Elétrica	µS/cm	1	-	25
Cor	mgPt-Co/L	1	75	< 1
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	5,0	-	< 5,0
pH	UpH	1 - 14	6,0 - 9,0	7,58
Turbidez	uT	1	100	2
Sólidos Totais	mg/L	5,0	-	93,0
Sólidos Totais Fixos	mg/L	5,0	-	41,0
Sólidos Totais Voláteis	mg/L	5,0	-	52,0
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5,0	500,0	43,0
Sólidos Dissolvidos Fixos	mg/L	5,0	-	30,0
Sólidos Dissolvidos Voláteis	mg/L	5,0	-	13,0
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	5,0	-	37,0
Sólidos Suspensos Fixos	mg/L	5,0	-	7,0
Sólidos Suspensos Voláteis	mg/L	5,0	-	30,0
QUÍMICOS - INORGÂNICOS				
Cádmio (Cd)	mg Cd/L	0,0005	0,001	0,0008
Cálcio (Ca)	mg Ca/L	0,01	-	1,35
Carbonatos (CO ₃)	mgCO ₃ /L	5,0	-	12,0
Chumbo (Pb)	mg Pb/L	0,001	0,01	0,007
Cloretos (Cl)	mg Cl-/L	5,0	250,0	< 5,0
Cobre (Cu)	mg Cu/L	0,001	0,009 (*)	0,009
DQO (Demanda Química de Oxigênio)	mg O ₂ /L	1,0	-	101,0
Estanho (Sn)	mg Sn/L	0,01	-	< 0,01
Ferro Total (Fe)	mg Fe/L	0,01	0,3 (*)	0,27
Fósforo Total (P)	mg P/L	0,001	0,03-Amb. Léntico 0,05-Amb. Intermediário	1,010
Magnésio (Mg)	mg Mg/L	0,01	-	0,54
Manganês (Mn)	mg Mn/L	0,001	0,1	0,009
Mercúrio (Hg)	mg Hg/L	0,0001	0,0002	< 0,0001
Nitrogênio Amoniacal (N-NH ₃)	mg N-NH ₃ /L	0,001	3,7-pH < 7,5 2,0-pH entre 7,5-8,0 1,0-pH entre 8,0-8,5 0,5-pH > 8,5	1,08
Nitrogênio Nitrato (N-NO ₃)	mg N-NO ₃ /L	0,1	10,0	0,6
Nitrogênio Nitrito (N-NO ₂)	mg N-NO ₂ /L	0,001	1,0	0,001
Ortofosfato Solúvel (PO ₄)	mg PO ₄ /L	0,001	-	0,97
Potássio (K)	mg K/L	0,01	-	6,43
Zinco (Zn)	mg Zn/L	0,001	0,18	0,007

PARÂMETROS DETERMINADOS	Unidade	Limite de Detecção	Especificação Conama 357 Art. 15 Água Classe 2	Valor Encontrado
MICROBIOLÓGICOS				
DBO(Demanda Bioquímica de Oxigênio) (**)	mg O ₂ /L	1,0	5,0	33,0
Coliformes Totais	NMP/100 mL	1,0	-	1100
Coliformes Fecais	NMP/100 mL	1,0	1000,0	460

COMUNIDADE FITOPLACNTÔNICA			
TAXONS ENCONTRADOS	Unidade	Densidade	Abundância %
CYANOBACTERIA			
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen.	Org./mL	0	
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lem.) Kom.-Legn. & Cronb.	Org./mL	0	
Sub-total		0	0
BACILLARIOPHYCEAE			
<i>Cocconeis</i> sp	Org./mL	0	
<i>Cymbella</i> sp	Org./mL	1040	
<i>Eunotia</i> sp	Org./mL	156	
<i>Gomphonema</i> sp	Org./mL	0	
<i>Melosira lineata</i> (Dillwyn) Agardh	Org./mL	0	
<i>Navicula</i> sp	Org./mL	0	
<i>Pinnularia</i> sp	Org./mL	0	
<i>Synedra goulardii</i> Bréb.	Org./mL	0	
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehr.	Org./mL	0	
Sub-total		1.196	62
CHLOROPHYCEAE			
<i>Chlamydomonas</i> sp	Org./mL	312	
<i>Chlorella vulgaris</i> Beij.	Org./mL	0	
<i>Eutetramorus</i> sp	Org./mL	0	
<i>Monoraphidium fontinale</i> Hind	Org./mL	0	
<i>Monoraphidium</i> sp	Org./mL	52	
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lag.) Chodat	Org./mL	0	
Sub-total		364	19
CHRYSOPHYCEAE			
<i>Chromulina</i> sp	Org./mL	156	
<i>Mallomonas</i> sp	Org./mL	0	
<i>Synura</i> sp	Org./mL	0	
Sub-total		156	8
CRYPTOPHYCEAE			
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehr.	Org./mL	208	
Sub-total		208	11
EUGLENOPHYCEAE			
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swirenko	Org./mL	0	
Sub-total		0	0
ZYGNEMAPHYCEAE			
<i>Staurastrum</i> sp	Org./mL	0	
Sub-total		0	0
TOTAL		1.924	100

(*) Limites especificados para forma solúvel
 (**) Incubado durante 5 dias, a 20°C

5. CONTROLE DE QUALIDADE / RASTREABILIDADE:

PARÂMETRO	RESULTADO DO BRANCO (mg/L)	VALOR ADICIONADO (mg/L)	RECUPERAÇÃO (%)	LIMITE DE RECUPERAÇÃO (%)	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO (LQ) (mg/L)
QUÍMICO – INORGÂNICOS					
Cádmio (Cd)	< 0,0005	10	73	70 – 76	0,0005
Cálcio (Ca)	< 0,01	10	78	75 – 81	0,01
Carbonatos (CO ₃)	< 5,0	50	73	71 – 81	5,0
Chumbo (Pb)	< 0,001	10	79	77 – 81	0,001
Cloretos (Cl ⁻)	< 5,0	50	77	74 – 80	5,0
Cobre (Cu)	< 0,001	10	83	80 – 86	0,001
DQO	< 1,0	100	75	72 – 78	1,0
Estanho (Sn)	< 0,01	10	75	70 – 80	0,01
Ferro Total (Fe)	< 0,01	10	71	69 – 73	0,01
Fósforo Total (P)	< 0,001	10	70	68 – 74	0,001
Magnésio (Mg)	< 0,01	10	75	72 – 78	0,01
Manganês (Mn)	< 0,001	10	81	76 – 86	0,001
Merúrio (Hg)	< 0,001	10	72	68 – 77	0,001
N-Amoniacal (NH ₄)	< 0,001	10	71	68 – 74	0,001
N-Nitrato (NO ₃)	< 0,1	10	76	71 – 81	0,1
N-Nitrito (NO ₂)	< 0,001	10	78	75 – 81	0,001
Ortofosfato Solúvel(PO ₄)	< 0,001	10	79	75 – 81	0,001
Potássio (K)	< 0,01	10	78	75 – 81	0,01
Zinco (Zn)	< 0,001	10	93	90 – 102	0,001

5.1.2 Rastreabilidade:

Padrão Metais – MERCK

Validade: 09/2008

6. **DATA DO ENSAIO:** De 25/09/2007 à 25/10/2007.

Nota: Os resultados apresentados neste documento possui *significação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) fornecida pelo interessado. É vedada a reprodução parcial e/ou total sem prévia autorização.*

Osasco/SP, 25 de Outubro de 2007.

Luciana Harumi Tsuchida
 CRQ 04.246.842- 4ª Região
 Química

Biol. Ana Caroline Pelegrino
 CRBio-01 51972/01-D
 Analista Microbiológica

Engº José Aristides Filho
 CRQ 04.326.731-4ª Região / CREA 5.061.084.880
 Gerente Técnico

1000

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 2874/03/07

ÁGUA - RIBEIRÃO GUARATINGUETÁ MONITORAMENTO DA QUALIDADE

INTERESSADO: Serviço Autônomo de Águas e Esgotos de Guaratinguetá
Rua Xavantes, 1880 – Jd. Aeroporto
12512-010 – Guaratinguetá – SP.

1. OBJETIVO:

O objetivo do presente relatório técnico é informar as condições da qualidade da Água dos corpos d'água da *baía do Ribeirão Guaratinguetá* com vista ao atendimento do Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água, Referente ao Contrato FEHIDRO nº 038/2006.

AMOSTRA: ÁGUA	
Ponto: (3) Fazenda Neuchatel	Coordenadas: E = 466541 N = 7483443
Data da Coleta:	24/09/2007 (10:15h)
Coletado por:	Controle Analítico - Análises Técnicas Ltda
Entrada no Laboratório:	24/09/2007, às 20:00 h
Data do Preparo:	25 - 28/09/2007
Data de Análises:	25/09 - 25/10/2007
Temp. (entrada) no laboratório:	3,9°C
DADOS DA COLETA:	
pH (upH)	7,63
Condutividade (µS/cm)	28
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ /L)	9,0
Temperatura (°C)	Amostra: 18,8 Ar: 18,3

2. METODOLOGIAS EMPREGADAS:

- 21ª Edição do "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" – APHA, WEF, AWWA.
- USEPA 8082; USEPA 8081; USEPA 8270

3. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:

EQUIPAMENTO	MARCA/MODELO	CERTIFICAÇÃO
Agitador Magnético	Quimis	Não aplicável
Autoclave	Fanem	66684
Espectro Absorção Atômica	Perkin Elmer/3100	2814
Balança Analítica	Mettler Toledo/AB204	22581
Bomba à vácuo	Olidif	Não aplicável
Chapa Aquecedora	Quimis	Não aplicável
Cromatógrafo gasoso	Hewlett Packard/5890	VA-030638
Cromatógrafo gasoso	Hewlett Packard/6890	VA-010637
Cromatógrafo líquido	Varian Prostar/360	5967
Espectrofotômetro	Hach/DR2500	008983_01
Estufa aquecedora	Fanem	Não aplicável
Estufa bacteriológica	Nova Técnica/NT 522	Não aplicável
Manta aquecedora	Quimis	Não aplicável
Microscópio biológico	Nova Optical Systems/Nova 107	Não aplicável
Peagâmetro	Mettler Toledo/MP220	64703
Termômetro de Imersão	Alla Brasil	4803
Vidrarias e utensílios de uso geral em laboratório		01317, 01319, 01322, 01323, 01324, 01325.

4. RESULTADOS OBTIDOS:

PARÂMETROS DETERMINADOS	Unidade	Limite de Detecção	Especificação Conama 357 Art. 15 Água Classe 2	Valor Encontrado
FÍSICOS				
Condutividade Elétrica	µS/cm	1	-	28
Cor	mgPt-Co/L	1	75	< 1
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	5,0	-	< 5,0
pH	UpH	1 - 14	6,0 - 9,0	7,63
Turbidez	uT	1	100	1
Sólidos Totais	mg/L	5,0	-	90,0
Sólidos Totais Fixos	mg/L	5,0	-	56,0
Sólidos Totais Voláteis	mg/L	5,0	-	34,0
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5,0	500,0	60,0
Sólidos Dissolvidos Fixos	mg/L	5,0	-	27,0
Sólidos Dissolvidos Voláteis	mg/L	5,0	-	33,0
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	5,0	-	27,0
Sólidos Suspensos Fixos	mg/L	5,0	-	13,0
Sólidos Suspensos Voláteis	mg/L	5,0	-	14,0
QUÍMICOS - INORGÂNICOS				
Cádmio (Cd)	mg Cd/L	0,0005	0,001	0,0007
Cálcio (Ca)	mg Ca/L	0,01	-	1,53
Carbonatos (CO ₃)	mgCO ₃ /L	5,0	-	12,0
Chumbo (Pb)	mg Pb/L	0,001	0,01	0,009
Cloretos (Cl)	mg Cl-/L	5,0	250,0	5,0
Cobre (Cu)	mg Cu/L	0,001	0,009 (*)	0,005
DQO (Demanda Química de Oxigênio)	mg O ₂ /L	1,0	-	101,0
Estanho (Sn)	mg Sn/L	0,01	-	< 0,01
Ferro Total (Fe)	mg Fe/L	0,01	0,3 (*)	0,33
Fósforo Total (P)	mg P/L	0,001	0,03-Amb. Léntico 0,05-Amb. Intermediário	1,204
Magnésio (Mg)	mg Mg/L	0,01	-	0,61
Manganês (Mn)	mg Mn/L	0,001	0,1	0,008
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	0,0001	0,0002	< 0,0001
Nitrogênio Amoniacal (N-NH ₃)	mg N-NH ₃ /L	0,001	3,7-pH < 7,5 2,0-pH entre 7,5-8,0 1,0-pH entre 8,0-8,5 0,5-pH > 8,5	1,79
Nitrogênio Nitrato (N-NO ₃)	mg N-NO ₃ /L	0,1	10,0	0,9
Nitrogênio Nitrito (N-NO ₂)	mg N-NO ₂ /L	0,001	1,0	0,003
Ortofosfato Solúvel (PO ₄)	mg PO ₄ /L	0,001	-	1,060
Potássio (K)	mg K/L	0,01	-	6,35
Zinco (Zn)	mg Zn/L	0,001	0,18	0,005

PARÂMETROS DETERMINADOS	Unidade	Limite de Detecção	Especificação Conama 357 Art. 15 Água Classe 2	Valor Encontrado
MICROBIOLÓGICOS				
DBO(Demanda Bioquímica de Oxigênio) (**)	mg O ₂ /L	1,0	5,0	35,0
Coliformes Totais	NMP/100 mL	1,0	-	1100
Coliformes Fecais	NMP/100 mL	1,0	1000,0	460
Clorofila	µg/L	0,1	30,0	0,238
QUÍMICOS - ORGÂNICOS				
PESTICIDAS				
Ametryne	µg/L	0,005	-	< 0,005
Atrazine	µg/L	0,001	2	< 0,001
Bentazon	µg/L	0,001	-	< 0,001
Carbofuran	µg/L	0,001	-	< 0,001
Clomazone	µg/L	0,001	-	< 0,001
Chlorpyrifos	µg/L	0,001	-	< 0,001
Cypermethrin	µg/L	0,001	-	< 0,001
Deltamethrina	µg/L	0,001	-	< 0,001
Diazinon	µg/L	0,001	-	< 0,001
Diclorvós	µg/L	0,001	-	< 0,001
2,4 D	µg/L	0,001	4,0	< 0,001
Glyphosate	µg/L	0,001	65	< 0,001
Fipronil	µg/L	0,001	-	< 0,001
Lambdacyhalothrin	µg/L	0,001	-	< 0,001
Oxyfluorfen	µg/L	0,001	-	< 0,001
Propanil	µg/L	0,001	-	< 0,001
Sulfuramid	µg/L	0,001	-	< 0,001
Picloram	µg/L	0,001	-	< 0,001
Lindano(Isômeros)	µg/L	0,001	0,02	< 0,001
Dodecácloro + nonacloro	µg/L	0,001	0,001 (***)	< 0,001
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,003	0,0065	< 0,003

(*) Limites especificados para forma solúvel

(**) Incubado durante 5 dias, a 20°C

(***) Limite especificado para dodecácloro

5. CONTROLE DE QUALIDADE / RASTREABILIDADE:

PARÂMETRO	RESULTADO DO BRANCO (mg/L)	VALOR ADICIONADO (mg/L)	RECUPERAÇÃO (%)	LIMITE DE RECUPERAÇÃO (%)	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO (LQ) (mg/L)
QUÍMICO – INORGÂNICOS					
Cádmio (Cd)	< 0,0005	10	73	70 – 76	0,0005
Cálcio (Ca)	< 0,01	10	78	75 – 81	0,01
Carbonatos (CO ₃)	< 5,0	50	73	71 – 81	5,0
Chumbo (Pb)	< 0,001	10	79	77 – 81	0,001
Cloretos (Cl)	< 5,0	50	77	74 – 80	5,0
Cobre (Cu)	< 0,001	10	83	80 – 86	0,001
DQO	< 1,0	100	75	72 – 78	1,0
Estanho (Sn)	< 0,01	10	75	70 – 80	0,01
Ferro Total (Fe)	< 0,01	10	71	69 – 73	0,01
Fósforo Total (P)	< 0,001	10	70	68 – 74	0,001
Magnésio (Mg)	< 0,01	10	75	72 – 78	0,01
Manganês (Mn)	< 0,001	10	81	76 – 86	0,001
Merúrio (Hg)	< 0,0001	10	72	68 – 77	0,0001

PARÂMETRO	RESULTADO DO BRANCO (mg/L)	VALOR ADICIONADO (mg/L)	RECUPERAÇÃO (%)	LIMITE DE RECUPERAÇÃO (%)	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO (LQ) (mg/L)
N-Amoniacal (NH ₄)	< 0,001	10	71	68 – 74	0,001
N-Nitrato (NO ₃)	< 0,1	10	76	71 – 81	0,1
N-Nitrito (NO ₂)	< 0,001	10	78	75 – 81	0,001
Ortofosfato Solúvel(PO ₄)	< 0,001	10	79	75 – 81	0,001
Potássio (K)	< 0,01	10	78	75 – 81	0,01
Zinco (Zn)	< 0,001	10	93	90 – 102	0,001
QUÍMICO – ORGÂNICOS (µg/L)					
Ametryne	< 0,005	10	81	76 – 86	0,005
Atrazine	< 0,001	30	77	74 – 80	0,001
Bentazon	< 0,001	30	71	69 – 73	0,001
Carbofuran	< 0,001	30	76	71 – 81	0,001
Clomazone	< 0,001	30	78	75 – 81	0,001
Chlorpyrifos	< 0,001	30	71	68 – 74	0,001
Cypermethrin	< 0,001	30	78	75 – 81	0,001
Deltamethrina	< 0,001	30	75	72 – 78	0,001
Diazinon	< 0,001	30	73	70 – 76	0,001
Diclorvós	< 0,001	30	79	77 – 81	0,001
2,4 D	< 0,001	30	83	80 – 86	0,001

Glyphosate	< 0,001	30	96	90 - 102	0,001
Fipronil	< 0,001	50	75	70 - 80	0,001
Lambdacyhalothrin	< 0,001	50	72	68 - 77	0,001
Oxyfluorfen	< 0,001	30	78	75 - 81	0,001
Propanil	< 0,001	30	75	72 - 78	0,001
Sulfuramid	< 0,001	30	73	70 - 76	0,001
Picloram	< 0,001	30	79	77 - 81	0,001
Lindano(Isômeros)	< 0,001	30	83	80 - 86	0,001
Dodecacloro+nonacloro	< 0,001	30	96	90 - 102	0,001
Hexaclorobenzeno	< 0,003	50	75	70 - 80	0,003

5.1.1 Surrogates – Recuperação: 2,4,5,6-Tetracloro-m-xileno

Resultados: 88%

5.1.2 Rastreabilidade Padrão Glyphosate – SUPELCO Cat. 45521 Lote BC57921
 Padrão de Pesticidas – SUPELCO cat. 46845-U lote LB3397
 Padrão Metais – MERCK
 Diclorometano Lote CO2H05

Validade: 12/2008
 Validade: 01/2009
 Validade: 09/2008
 Validade 2011

6. DATA DO ENSAIO: De 25/09/2007 à 25/10/2007.

Nota: Os resultados apresentados neste documento possui *significação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) fornecida pelo interessado. É vedada a reprodução parcial e/ou total sem prévia autorização.*

Osasco/SP, 25 de Outubro de 2007.

Luciana Harumi Tsuchida
 CRQ 04.246.842- 4ª Região
 Química

Biol. Ana Caroline Pelegrino
 CRBio-01 51972/01-D
 Analista Microbiológica

Engº José Aristides Filho
 CRQ 04.326.731-4ª Região / CREA 5.061.084.880
 Gerente Técnico

RELATÓRIO DE ENSAIO N° 2874/04/07

ÁGUA - RIBEIRÃO GUARATINGUETÁ MONITORAMENTO DA QUALIDADE

INTERESSADO: Serviço Autônomo de Águas e Esgotos de Guaratinguetá
Rua Xavantes, 1880 – Jd. Aeroporto
12512-010 – Guaratinguetá – SP.

1. OBJETIVO:

O objetivo do presente relatório técnico é informar as condições da qualidade da Água dos corpos d'água da **bacia do Ribeirão Guaratinguetá** com vista ao atendimento do Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água, Referente ao **Contrato FEHIDRO nº 038/2006**.

AMOSTRA: ÁGUA – PONTE CAPTUBA	
Ponto: (4) Ponte Capítuba	<i>Coordenadas: E = 470580 N = 7485272</i>
Data da Coleta:	25/09/2007 (11:50h)
Coletado por:	Controle Analítico – Análises Técnicas Ltda
Entrada no Laboratório:	25/09/2007, às 20:00 h
Data do Preparo:	25 - 28/09/2007
Data de Análises:	25/09 - 25/10/2007
Temp. (entrada) no laboratório:	3,9°C
DADOS DA COLETA:	
pH (upH)	7,76
Condutividade (µS/cm)	30
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ /L)	9,7
Temperatura (°C)	Amostra: 18,3 Ar: 14°C

2. METODOLOGIAS EMPREGADAS:

- 21ª Edição do "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" – APHA, WEF, AWWA.
- USEPA 8082; USEPA 8081; USEPA 8270

3. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:

EQUIPAMENTO	MARCA/MODELO	CERTIFICAÇÃO
Agitador Magnético	Quimis	Não aplicável
Autoclave	Fanem	66684
Espectro Absorção Atômica	Perkin Elmer/3100	2814
Balança Analítica	Mettler Toledo/AB204	22581
Bomba à vácuo	Oldef	Não aplicável
Chapa Aquecedora	Quimis	Não aplicável
Cromatógrafo gasoso	Hewlett Packard/5890	VA-030638
Cromatógrafo gasoso	Hewlett Packard/6890	VA-010637
Cromatógrafo líquido	Varian Prostar/360	5967
Espectrofotômetro	Hach/DR2500	008983_01
Estufa aquecedora	Fanem	Não aplicável
Estufa bacteriológica	Nova Técnica/NT 522	Não aplicável
Manta aquecedora	Quimis	Não aplicável
Microscópio biológico	Nova Optical Systems/Nova 107	Não aplicável
Peagâmetro	Mettler Toledo/MP220	64703
Termômetro de Imersão	Alla Brasil	4803
Vidrarias e utensílios de uso geral em laboratório		01317, 01319, 01322, 01323, 01324, 01325.

4. RESULTADOS OBTIDOS:

PARÂMETROS DETERMINADOS	Unidade	Limite de Detecção	Especificação Conama 357 Art. 15 Água Classe 2	Valor Encontrado
FÍSICOS				
Condutividade Elétrica	µS/cm	1	-	30
Cor	mgPt-Co/L	1	75	12
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	5,0	-	< 5,0
pH	UpH	1 - 14	6,0 - 9,0	7,76
Turbidez	uT	1	100	2
Sólidos Totais	mg/L	5,0	-	118,0
Sólidos Totais Fixos	mg/L	5,0	-	38,0
Sólidos Totais Voláteis	mg/L	5,0	-	80,0
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5,0	500,0	100,0
Sólidos Dissolvidos Fixos	mg/L	5,0	-	10,0
Sólidos Dissolvidos Voláteis	mg/L	5,0	-	90,0
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	5,0	-	13,0
Sólidos Suspensos Fixos	mg/L	5,0	-	3,0
Sólidos Suspensos Voláteis	mg/L	5,0	-	10,0
QUÍMICOS - INORGÂNICOS				
Cádmio (Cd)	mg Cd/L	0,0005	0,001	0,0006
Cálcio (Ca)	mg Ca/L	0,01	-	1,64
Carbonatos (CO ₃)	mgCO ₃ /L	5,0	-	15,0
Chumbo (Pb)	mg Pb/L	0,001	0,01	0,003
Cloretos (Cl)	mg Cl-/L	5,0	250,0	< 5,0
Cobre (Cu)	mg Cu/L	0,001	0,009 (*)	0,004
DQO (Demanda Química de Oxigênio)	mg O ₂ /L	1,0	-	35,0
Estanho (Sn)	mg Sn/L	0,01	-	0,05
Ferro Total (Fe)	mg Fe/L	0,01	0,3 (*)	0,53
Fósforo Total (P)	mg P/L	0,001	0,03-Amb. Léntico 0,05-Amb. Intermediário	1,048
Magnésio (Mg)	mg Mg/L	0,01	-	0,73
Manganês (Mn)	mg Mn/L	0,001	0,1	0,022
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	0,0001	0,0002	< 0,0001
Nitrogênio Amoniacal (N-NH ₃)	mg N-NH ₃ /L	0,001	3,7-pH < 7,5 2,0-pH entre 7,5-8,0 1,0-pH entre 8,0-8,5 0,5-pH > 8,5	1,79
Nitrogênio Nitrato (N-NO ₃)	mg N-NO ₃ /L	0,1	10,0	0,5
Nitrogênio Nitrito (N-NO ₂)	mg N-NO ₂ /L	0,001	1,0	0,007
Ortofosfato Solúvel (PO ₄)	mg PO ₄ /L	0,001	-	0,75
Potássio (K)	mg K/L	0,01	-	7,13
Zinco (Zn)	mg Zn/L	0,001	0,18	0,002

PARÂMETROS DETERMINADOS	Unidade	Limite de Detecção	Especificação Conama 357 Art. 15 Água Classe 2	Valor Encontrado
MICROBIOLÓGICOS				
DBO(Demanda Bioquímica de Oxigênio) (**)	mg O ₂ /L	1,0	5,0	4,0
Coliformes Totais	NMP/100 mL	1,0	-	2,4 . 10 ⁴
Coliformes Fecais	NMP/100 mL	1,0	1000,0	2,3 . 10 ³

COMUNIDADE FITOPLACNTÔNICA			
TÁXONS ENCONTRADOS	Unidade	Densidade	Abundância %
CYANOBACTERIA			
<i>Leiblenia</i> sp	Org./mL	0	
<i>Phormidium</i> sp	Org./mL	0	
<i>Scynechocystis</i> sp	Org./mL	0	
Sub-total		0	0
BACILLARTOPHYCEAE			
<i>Cocconeis</i> sp	Org./mL	83	
<i>Cymbella</i> sp	Org./mL	291	
<i>Eunotia</i> sp	Org./mL	42	
<i>Gomphonema</i> sp	Org./mL	0	
<i>Melosira lineata</i> (Dillwyn) Agardh	Org./mL	42	
<i>Navicula</i> sp	Org./mL	166	
<i>Pinnularia</i> sp	Org./mL	42	
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehr.	Org./mL	0	
Sub-total		666	51,6
CHLOROPHYCEAE			
<i>Chlamydomonas</i> sp	Org./mL	208	
<i>Chlorella vulgaris</i> Belj.	Org./mL	42	
<i>Oocystis cf borgei</i> Snow	Org./mL	0	
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lag.) Chodat	Org./mL	42	
<i>Scenedesmus brevispina</i> (Smith) Chodat	Org./mL	0	
Sub-total		292	22,6
CHRYSOPHYCEAE			
<i>Chromulina</i> sp	Org./mL	42	
Sub-total		42	3,3
CRYPTOPHYCEAE			
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehr.	Org./mL	0	
<i>Cryptomonas brasiliensis</i> Castro, Bic. & Bic.	Org./mL	0	
<i>Cryptomonas</i> sp	Org./mL	291	
Sub-total		291	22,5
EUGLENOPHYCEAE			
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swirenko	Org./mL	0	
Sub-total		0	0
ZYGNEMAPHYCEAE			
<i>Closterium moniliferum</i> (Bory) Ehr. ex Ralfs	Org./mL	0	
<i>Cosmarium speciosum</i> Lund.	Org./mL	0	
<i>Penium margaritatum</i> (Ehr.) Bréb. ex Ralfs	Org./mL	0	
<i>Staurastrum</i> sp	Org./mL	0	
Sub-total		0	0
TOTAL		1.291	100

(*) Limites especificados para forma solúvel
 (**) Incubado durante 5 dias, a 20°C

5. CONTROLE DE QUALIDADE / RASTREABILIDADE:

PARÂMETRO	RESULTADO DO BRANCO (mg/L)	VALOR ADICIONADO (mg/L)	RECUPERAÇÃO (%)	LIMITE DE RECUPERAÇÃO (%)	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO (LQ) (mg/L)
QUÍMICO – INORGÂNICOS					
Cádmio (Cd)	< 0,0005	10	73	70 – 76	0,0005
Cálcio (Ca)	< 0,01	10	78	75 – 81	0,01
Carbonatos (CO ₃)	< 5,0	50	73	71 – 81	5,0
Chumbo (Pb)	< 0,001	10	79	77 – 81	0,001
Cloretos (Cl ⁻)	< 5,0	50	77	74 – 80	5,0
Cobre (Cu)	< 0,001	10	83	80 – 86	0,001
DQO	< 1,0	100	75	72 – 78	1,0
Estanho (Sn)	< 0,01	10	75	70 – 80	0,01
Ferro Total (Fe)	< 0,01	10	71	69 – 73	0,01
Fósforo Total (P)	< 0,001	10	70	68 – 74	0,001
Magnésio (Mg)	< 0,01	10	75	72 – 78	0,01
Manganês (Mn)	< 0,001	10	81	76 – 86	0,001
Merúrio (Hg)	< 0,0001	10	72	68 – 77	0,0001
N-Amoniacal (NH ₄)	< 0,001	10	71	68 – 74	0,001
N-Nitrato (NO ₃)	< 0,1	10	76	71 – 81	0,1
N-Nitrito (NO ₂)	< 0,001	10	78	75 – 81	0,001
Ortofosfato Solúvel(PO ₄)	< 0,001	10	79	75 – 81	0,001
Potássio (K)	< 0,01	10	78	75 – 81	0,01
Zinco (Zn)	< 0,001	10	93	90 – 102	0,001

5.1.1 Rastreabilidade:

Padrão Metais – MERCK

Validade: 09/2008

6. DATA DO ENSAIO: De 25/09/2007 à 25/10/2007.

Nota: Os resultados apresentados neste documento possui *significação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) fornecida pelo interessado. É vedada a reprodução parcial e/ou total sem prévia autorização.*

Osasco/SP, 25 de Outubro de 2007.

Luciana Harumi Tsuchida
 CRQ 04.246.842- 4ª Região
 Química

Biol. Ana Caroline Pelegrino
 CRBio-01 51972/01-D
 Analista Microbiológica

Engº José Aristides Filho
 CRQ 04.326.731-4ª Região / CREA 5.061.084.880
 Gerente Técnico

RELATÓRIO DE ENSAIO N° 2874/05/07

ÁGUA - RIBEIRÃO GUARATINGUETÁ MONITORAMENTO DA QUALIDADE

INTERESSADO: Serviço Autônomo de Águas e Esgotos de Guaratinguetá
Rua Xavantes, 1880 – Jd. Aeroporto
12512-010 – Guaratinguetá – SP.

1. OBJETIVO:

O objetivo do presente relatório técnico é informar as condições da qualidade da Água dos corpos d'água da *bacia do Ribeirão Guaratinguetá* com vista ao atendimento do Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água, Referente ao **Contrato FEHIDRO n° 038/2006**.

AMOSTRA: ÁGUA - CAPTAÇÃO	
Ponto: (5) PONTO DE CAPTAÇÃO	Coordenadas: E = 478121 N = 7480381
Data da Coleta:	25/09/2007 (12:55h)
Coletado por:	Controle Analítico – Análises Técnicas Ltda
Entrada no Laboratório:	25/09/2007, às 20:00 h
Data do Preparo:	25 - 28/09/2007
Data de Análises:	25/09 - 25/10/2007
Temp. (entrada) no laboratório:	3,9°C
DADOS DA COLETA:	
pH (upH)	7,24
Condutividade (µS/cm)	37
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ /L)	7,2
Temperatura (°C)	Amostra: 19,4 Ar: 16°C

2. METODOLOGIAS EMPREGADAS:

- 21ª Edição do "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" – APHA, WEF, AWWA
- USEPA 8082; USEPA 8081; USEPA 8270

3. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:

EQUIPAMENTO	MARCA/MODELO	CERTIFICAÇÃO
Agitador Magnético	Quimis	Não aplicável
Autodave	Fanem	66684
Espectro Absorção Atômica	Perkin Elmer/3100	2814
Balança Analítica	Mettler Toledo/AB204	22581
Bomba à vácuo	Olidex	Não aplicável
Chapa Aquecedora	Quimis	Não aplicável
Cromatógrafo gasoso	Hewlett Packard/5890	VA-030638
Cromatógrafo gasoso	Hewlett Packard/6890	VA-010637
Cromatógrafo líquido	Varian Prostar/360	5967
Espectrofotômetro	Hach/DR2500	008983_01
Estufa aquecedora	Fanem	Não aplicável
Estufa bacteriológica	Nova Técnica/NT 522	Não aplicável
Manta aquecedora	Quimis	Não aplicável
Microscópio biológico	Nova Optical Systems/Nova 107	Não aplicável
Peagâmetro	Mettler Toledo/MP220	64703
Termômetro de Imersão	Alla Brasil	4803
Vidrarias e utensílios de uso geral em laboratório	-	01317, 01319, 01322, 01323, 01324, 01325.

4. RESULTADOS OBTIDOS:

PARÂMETROS DETERMINADOS	Unidade	Limite de Detecção	Especificação Conama 357 Art. 15 Água Classe 2	Valor Encontrado
FÍSICOS				
Condutividade Elétrica	µS/cm	1	-	37
Cor	mgPt-Co/L	1	75	20
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	5,0	-	< 5,0
pH	UpH	1 - 14	6,0 - 9,0	7,24
Turbidez	uT	1	100	5
Sólidos Totais	mg/L	5,0	-	150,0
Sólidos Totais Fixos	mg/L	5,0	-	22,0
Sólidos Totais Voláteis	mg/L	5,0	-	128,0
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5,0	500,0	83,0
Sólidos Dissolvidos Fixos	mg/L	5,0	-	27,0
Sólidos Dissolvidos Voláteis	mg/L	5,0	-	56,0
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	5,0	-	63,0
Sólidos Suspensos Fixos	mg/L	5,0	-	20,0
Sólidos Suspensos Voláteis	mg/L	5,0	-	43,0
QUÍMICOS - INORGÂNICOS				
Cádmio (Cd)	mg Cd/L	0,0005	0,001	< 0,0005
Cálcio (Ca)	mg Ca/L	0,01	-	1,77
Carbonatos (CO ₃)	mgCO ₃ /L	5,0	-	15,0
Chumbo (Pb)	mg Pb/L	0,001	0,01	< 0,001
Cloretos (Cl)	mg Cl/L	5,0	250,0	< 5,0
Cobre (Cu)	mg Cu/L	0,001	0,009 (*)	0,004
DQO (Demanda Química de Oxigênio)	mg O ₂ /L	1,0	-	114,0
Estanho (Sn)	mg Sn/L	0,01	-	0,04
Ferro Total (Fe)	mg Fe/L	0,01	0,3 (*)	0,87
Fósforo Total (P)	mg P/L	0,001	0,03-Amb. Léntico 0,05-Amb. Intermediário	1,159
Magnésio (Mg)	mg Mg/L	0,01	-	0,80
Manganês (Mn)	mg Mn/L	0,001	0,1	0,043
Mercúrio (Hg)	mg Hg/L	0,0001	0,0002	< 0,0001
Nitrogênio Amoniacal (N-NH ₃)	mg N-NH ₃ /L	0,001	3,7-pH < 7,5 2,0-pH entre 7,5-8,0 1,0-pH entre 8,0-8,5 0,5-pH > 8,5	0,519
Nitrogênio Nitrato (N-NO ₃)	mg N-NO ₃ /L	0,1	10,0	1,1
Nitrogênio Nitrito (N-NO ₂)	mg N-NO ₂ /L	0,001	1,0	0,006
Ortofosfato Solúvel (PO ₄)	mg PO ₄ /L	0,001	-	0,91
Potássio (K)	mg K/L	0,01	-	7,61
Zinco (Zn)	mg Zn/L	0,001	0,18	0,003

PARÂMETROS DETERMINADOS	Unidade	Limite de Detecção	Especificação Conama 357 Art. 15 Água Classe 2	Valor Encontrado
MICROBIOLÓGICOS				
DBO(Demanda Bioquímica de Oxigênio) (**)	mg O ₂ /L	1,0	5,0	35,0
Coliformes Totais	NMP/100 mL	1,0	-	1100
Coliformes Fecais	NMP/100 mL	1,0	1000,0	460

TÁXONS ENCONTRADOS	Unidade	Densidade	Abundância %
COMUNIDADE FITOPLACNTÔNICA			
CYANOBACTERIA			
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen.	Org./mL	0	
<i>Phormidium tergestinum</i> (Kütz.) Anag. & Kom.	Org./mL	0	
Sub-total		0	0
BACILLARIOPHYCEAE			
<i>Amphipleura</i> sp	Org./mL	0	
<i>Cocconeis</i> sp	Org./mL	34	
<i>Cymbella</i> sp	Org./mL	134	
<i>Eunotia</i> sp	Org./mL	34	
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton.	Org./mL	0	
<i>Gomphonema</i> sp	Org./mL	67	
<i>Melosira lineata</i> (Dillwyn) Agardh	Org./mL	0	
<i>Navicula</i> sp	Org./mL	101	
<i>Pinnularia</i> sp	Org./mL	0	
<i>Surirella</i> sp	Org./mL	0	
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehr.	Org./mL	101	
Sub-total		471	18
DINOPHYCEAE			
<i>Peridinium</i> sp		34	
Sub-total		34	1
CHLOROPHYCEAE			
<i>Chlamydomonas</i> sp	Org./mL	1006	
<i>Chlorella vulgaris</i> Beij.	Org./mL	101	
<i>Chlorococcum infusionum</i> (Schrank) Meneg.	Org./mL	0	
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur. In Bréb.) Kom.-Legn.	Org./mL	0	
<i>Oocystis cf. borgé</i> Snow	Org./mL	0	
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs	Org./mL	0	
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lag.) Chodat	Org./mL	34	
<i>Scenedesmus brevispina</i> (Smith) Chodat	Org./mL	0	
Sub-total		1.141	44
CHRYSOPHYCEAE			
<i>Chromulina</i> sp	Org./mL	335	
Sub-total		335	13
CRYPTOPHYCEAE			
<i>Cryptomonas brasiliensis</i> Castro, Bic. & Bic.	Org./mL	0	
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehr.	Org./mL	470	
<i>Cryptomonas</i> sp	Org./mL	134	
Sub-total		604	23

TÁXONS ENCONTRADOS	Unidade	Densidade	Abundância %
EUGLENOPHYCEAE			
<i>Euglena</i> sp	Org./mL	34	
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swirenko	Org./mL	0	
Sub-total		34	1
ZYGNEMAPHYCEAE (desmídias)			
<i>Closterium moniliferum</i> (Bory) Ehr. ex Ralfs	Org./mL	0	
<i>Closterium</i> sp	Org./mL	0	
<i>Cosmarium speciosum</i> Lundell	Org./mL	0	
<i>Euastrum</i> sp	Org./mL	0	
<i>Penium margaritadum</i> (Ehr.) Bréb. ex Ralfs	Org./mL	0	
<i>Staurastrum</i> sp	Org./mL	0	
Sub-total		0	0
TOTAL		2.619	100

PARÂMETROS DETERMINADOS	Unidade	Limite De Detecção	Especificação Conama 357 Art. 15 Água Classe 2	Valor Encontrado
QUÍMICOS - ORGÂNICOS				
PESTICIDAS				
Ametryne	µg/L	0,005	-	< 0,005
Atrazine	µg/L	0,001	2	< 0,001
Bentazon	µg/L	0,001	-	< 0,001
Carbofuran	µg/L	0,001	-	< 0,001
Clomazone	µg/L	0,001	-	< 0,001
Chlorpyrifos	µg/L	0,001	-	< 0,001
Cypermethrin	µg/L	0,001	-	< 0,001
Deltamethrina	µg/L	0,001	-	< 0,001
Diazinon	µg/L	0,001	-	< 0,001
Diclorvós	µg/L	0,001	-	< 0,001
2,4 D	µg/L	0,001	4,0	< 0,001
Glyphosate	µg/L	0,001	65	< 0,001
Fipronil	µg/L	0,001	-	< 0,001
Lambdacyhalothrin	µg/L	0,001	-	< 0,001
Oxyfluorfen	µg/L	0,001	-	< 0,001
Propanil	µg/L	0,001	-	< 0,001
Sulfuramid	µg/L	0,001	-	< 0,001
Picloram	µg/L	0,001	-	< 0,001
Lindano(Isômeros)	µg/L	0,001	0,02	< 0,001
Dodecacloro + nonacloro	µg/L	0,001	0,001 (***)	< 0,001
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,003	0,0065	< 0,003

(*) Limites especificados para forma solúvel

(**) Incubado durante 5 dias, a 20°C

(***) Limite especificado para dodecacloro

5. CONTROLE DE QUALIDADE / RASTREABILIDADE:

PARÂMETRO	RESULTADO DO BRANCO (mg/L)	VALOR ADICIONADO (mg/L)	RECUPERAÇÃO (%)	LIMITE DE RECUPERAÇÃO (%)	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO (LQ) (mg/L)
QUÍMICO – INORGÂNICOS					
Cádmio (Cd)	< 0,0005	10	73	70 – 76	0,0005
Cálcio (Ca)	< 0,01	10	78	75 – 81	0,01
Carbonatos (CO ₃)	< 5,0	50	73	71 – 81	5,0
Chumbo (Pb)	< 0,001	10	79	77 – 81	0,001
Cloretos (Cl ⁻)	< 5,0	50	77	74 – 80	5,0
Cobre (Cu)	< 0,001	10	83	80 – 86	0,001
DQO	< 1,0	100	75	72 – 78	1,0
Estanho (Sn)	< 0,01	10	75	70 – 80	0,01
Ferro Total (Fe)	< 0,01	10	71	69 – 73	0,01
Fósforo Total (P)	< 0,001	10	70	68 – 74	0,001
Magnésio (Mg)	< 0,01	10	75	72 – 78	0,01
Manganês (Mn)	< 0,001	10	81	76 – 86	0,001
Mercurio (Hg)	< 0,0001	10	72	68 – 77	0,0001
N-Amoniacal (NH ₄)	< 0,001	10	71	68 – 74	0,001
N-Nitrato (NO ₃)	< 0,1	10	76	71 – 81	0,1
N-Nitrito (NO ₂)	< 0,001	10	78	75 – 81	0,001
Ortofosfato Solúvel(PO ₄)	< 0,001	10	79	75 – 81	0,001
Potássio (K)	< 0,01	10	78	75 – 81	0,01
Zinco (Zn)	< 0,001	10	93	90 – 102	0,001
QUÍMICO – ORGÂNICOS (µg/L)					
Ametryne	< 0,005	10	81	76 – 86	0,005
Atrazine	< 0,001	30	77	74 – 80	0,001
Bentazon	< 0,001	30	71	69 – 73	0,001
Carbofuran	< 0,001	30	76	71 – 81	0,001
Ciomazone	< 0,001	30	78	75 – 81	0,001
Chlorpyrifos	< 0,001	30	71	68 – 74	0,001
Cypermethrin	< 0,001	30	78	75 – 81	0,001
Deltamethrina	< 0,001	30	75	72 – 78	0,001
Diazinon	< 0,001	30	73	70 – 76	0,001
Diclorvós	< 0,001	30	79	77 – 81	0,001
2,4 D	< 0,001	30	83	80 – 86	0,001
Glyphosate	< 0,001	30	96	90 – 102	0,001
Fipronil	< 0,001	50	75	70 – 80	0,001
Lambdacyhalothrin	< 0,001	50	72	68 – 77	0,001
Oxyfluorfen	< 0,001	30	78	75 – 81	0,001
Propanil	< 0,001	30	75	72 – 78	0,001
Sulfuramid	< 0,001	30	73	70 – 76	0,001
Picloram	< 0,001	30	79	77 – 81	0,001
Lindano(Isômeros)	< 0,001	30	83	80 – 86	0,001
Dodecacloro+nonacloro	< 0,001	30	96	90 – 102	0,001
Hexaclorobenzeno	< 0,003	50	75	70 – 80	0,003

5.1.1 Surrogates – Recuperação 2,4,5,6-Tetracloro-m-xileno Resultados 88%

5.1.1 Rastreabilidade: Padrão Glyphosate – SUPELCO Cat. 45521 Lote BC57921 Validade: 12/2008
Padrão de Pesticidas – SUPELCO cat. 46845-U lote LB3397 Validade: 01/2009
Padrão Metais – MERCK Validade: 09/2008
Diclorometano Lote CO2H05 Validade 2011

6. **DATA DO ENSAIO:** De 25/09/2007 à 25/10/2007.

Nota: Os resultados apresentados neste documento possui *significação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) fornecida pelo interessado. É vedada a reprodução parcial e/ou total sem prévia autorização.*

Osasco/SP, 25 de Outubro de 2007.

Luciana Harumi Tsuchida
CRQ 04.246.842- 4ª Região
Química

Biol. Ana Caroline Pelegrino
CRBio-01 51972/01-D
Analista Microbiológica

Engº José Aristides Filho
CRQ 04.326.731-4ª Região / CREA 5.061.084.880
Gerente Técnico

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 4742/11/08
ÁGUA - RIBEIRÃO GUARATINGUETÁ
MONITORAMENTO DA QUALIDADE

INTERESSADO: Serviço Autônomo de Águas e Esgotos de Guaratinguetá
 Rua Xavantes, 1880 – Jd. Aeroporto
 12512-010 – Guaratinguetá – SP.

1. OBJETIVO:

O objetivo do presente relatório técnico é informar as condições da qualidade da Água dos corpos d'água da **bacia do Ribeirão Guaratinguetá** com vista ao atendimento do Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água, Referente ao **Contrato FEHIDRO nº 038/2006**.

AMOSTRA: PONTO DE CAPTAÇÃO – R. GUARATINGUETA/ÁREA MILITAR	
Ponto: (11) Ponto de Captação	<i>Coordenadas: E = 478032 N = 7481035</i>
Data da Coleta:	<i>22/10/2008 (13:35h)</i>
Coletado por:	<i>Controle Analítico – Análises Técnicas Ltda</i>
Entrada no Laboratório:	<i>22/10/2008, às 16:45 h</i>
Data do Preparo:	<i>23/10/2008</i>
Data de Análises:	<i>23/10 – 11/11/2008</i>
DADOS DA COLETA:	
pH (UpH)	<i>7,16</i>
Condutividade (µS/cm)	<i>102,0</i>
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ /L)	<i>13,68</i>
Temperatura (°C)	<i>Amostra: 25,3°C Ar: 38,0°C</i>

2. METODOLOGIAS EMPREGADAS:

- 21ª Edição do "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" – APHA, WEF, AWWA.

3. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:

<i>Equipamento</i>	<i>Marca/Modelo</i>	<i>Certificado de Calibração Cód. Controle Analítico (C.A)</i>
Agitador Magnético	Quimis	(Não aplicável) C.A 131
Autoclave / Membrômetro	Fanem	C.A 022
Balanço Analítico	Mettler Toledo/AB 204	C.A 003
Bomba à vácuo	Oldef	(Não aplicável) C.A 067/068
Chapa Aquecedora	Quimis	(Não aplicável) C.A 061
Contador de colônias	Phoenix, CP 600 Plus	(Não aplicável) C.A 081
Cromatógrafo de Íons	Dionex/ICS 1000	C.A 073
Cromatógrafo gasoso	Thermo/Trace GC Ultra	C.A 011
Espectrofotômetro	Hach/DR2500	C.A 082
Espectrofotômetro de Emissão Óptica (ICP/OES)	Thermo/ICAP 6300 duo	C.A 135
Estufa aquecedora	Fanem	(Não aplicável) C.A 077
Estufa bacteriológica	Nova Técnica/ NT 522	(Não aplicável) C.A 134
Estufa aquecedora	Quimis	(Não aplicável) C.A 014
Microscópio biológico	Nikon	C.A 134
Reagente	Mettler Toledo/MP220	C.A 014
Termômetro de Imersão	Alla Brasil	C.A 116
Turbidímetro	Orion/AQ2010	C.A 027
Utensílios e materiais de uso geral em laboratório	-	C.A 034, 036, 038, 039, 040, 041 e 042

4. RESULTADOS OBTIDOS:

PARÂMETROS DETERMINADOS	Unidade	Límite de Detecção	Especificação Conama 357 Art. 15 Água Classe 2	Valor Encontrado
FÍSICOS				
Condutividade Elétrica	µS/cm	1	-	48,7
Cor	mgPt-Co/L	1	75	102
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	30	-	<30,0
pH	UpH	1 - 14	6,0 – 9,0	7,16
Turbidez	uT	1	100	6,8
Sólidos Totais	mg/L	5,0	-	64,0
Sólidos Totais Fixos	mg/L	5,0	-	56,0
Sólidos Totais Voláteis	mg/L	5,0	-	8,0
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5,0	500,0	30,0
Sólidos Dissolvidos Fixos	mg/L	5,0	-	56,0
Sólidos Dissolvidos Voláteis	mg/L	5,0	-	0
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	5,0	-	34
Sólidos Suspensos Fixos	mg/L	5,0	-	0,0
Sólidos Suspensos Voláteis	mg/L	5,0	-	34
QUÍMICOS - INORGÂNICOS				
Cádmio (Cd)	mg Cd/L	0,0005	0,001	<0,0005
Cálcio (Ca)	mg Ca/L	0,01	-	5,26
Carbonatos (CO ₃)	mgCO ₃ /L	5,0	-	0
Chumbo (Pb)	mg Pb/L	0,001	0,01	0,002
Cloretos (Cl ⁻)	mg Cl ⁻ /L	5,0	250,0	<5,0
Cobre (Cu)	mg Cu/L	0,001	0,009 (*)	<0,01
DQO (Demanda Química de Oxigênio)	mg O ₂ /L	1,0	-	23,0
Estanho (Sn)	mg Sn/L	0,01	-	<0,01
Ferro Total (Fe)	mg Fe/L	0,01	0,3 (*)	0,76
Fósforo Total (P)	mg P/L	0,001	0,03-Amb. Léntico 0,05-Amb. Intermediário	0,080
Magnésio (Mg)	mg Mg/L	0,01	-	1,07
Manganês (Mn)	mg Mn/L	0,001	0,1	0,04
Mercurio (Hg)	mg Hg/L	0,0001	0,0002	<0,0001
Nitrogênio Amoniacal (N-NH ₃)	mg N-NH ₃ /L	0,001	3,7-pH < 7,5 2,0-pH entre 7,5-8,0 1,0-pH entre 8,0-8,5 0,5- pH > 8,5	0,349
Nitrogênio Nitrato (N-NO ₃)	mg N-NO ₃ /L	0,1	10,0	1,3
Nitrogênio Nitrito (N-NO ₂)	mg N-NO ₂ /L	0,001	1,0	0,010
Ortofosfato Solúvel (PO ₄)	mg PO ₄ /L	0,001	-	0,055
Potássio (K)	mg K/L	0,01	-	1,61
Zinco (Zn)	mg Zn/L	0,001	0,18	0,06
MICROBIOLÓGICOS				
DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) (**)	mg O ₂ /L	1,0	5,0	19,0
Coliformes Totais	NMP/100 mL	1,0	-	<1600
Coliformes Fecais	NMP/100 mL	1,0	1000,0	350
Clorofila	µg/L	0,1	30,0	<0,01

(*) Limites especificados para forma solúvel
 (***) Incubado durante 5 dias, a 20°

PARÂMETROS DETERMINADOS	Unidade	Limite de Detecção	Especificação Conama 357 Art. 15 Água Classe 2	Valor Encontrado
PESTICIDAS				
Ametryne	µg/L	0,005	-	< 0,005
Atrazine	µg/L	0,001	2	< 0,001
Bentazon	µg/L	0,001	-	< 0,001
BHC	µg/L	0,001	-	< 0,001
Carbofuran	µg/L	0,001	-	< 0,001
Clomazone	µg/L	0,001	-	< 0,001
Chlorpyrifos	µg/L	0,001	-	< 0,001
Cypermethrin	µg/L	0,001	-	< 0,001
Deltamethrina	µg/L	0,001	-	< 0,001
Diazinon	µg/L	0,001	-	< 0,001
Diclorvos	µg/L	0,001	-	< 0,001
2,4 D	µg/L	0,001	4,0	< 0,001
Glyphosate	µg/L	50	65	< 50
Fipronil	µg/L	0,001	-	< 0,001
Lambdacyhalothrin	µg/L	0,001	-	< 0,001
Orinfluorfen	µg/L	0,001	-	< 0,001
Propanil	µg/L	0,001	-	< 0,001
Sulfuramid	µg/L	0,001	-	< 0,001
Picloram	µg/L	0,001	-	< 0,001
Lindano(Isômeros)	µg/L	0,001	0,02	< 0,001
Dodecadoro + nonacloro	µg/L	0,001	0,001	< 0,001
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,003	0,0065	< 0,003

5. CONTROLE DE QUALIDADE / RASTREABILIDADE:

PARÂMETRO	RESULTADO DO BRANCO (mg/L)	VALOR ADICIONADO (mg/L)	RECUPERAÇÃO (%)	LIMITE DE RECUPERAÇÃO (%)	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO (LQ) (mg/L)
QUÍMICO – INORGÂNICOS					
Cádmio (Cd)	< 0,0005	10	73	70 – 76	0,0005
Cálcio (Ca)	< 0,01	10	78	75 – 81	0,01
Carbonatos (CO ₃)	< 5,0	50	73	71 – 81	5,0
Chumbo (Pb)	< 0,001	10	79	77 – 81	0,001
Cloratos (Cl)	< 5,0	50	77	74 – 80	5,0
Cobre (Cu)	< 0,001	10	83	80 – 86	0,001
DQO	< 1,0	100	75	72 – 78	1,0
Estanho (Sn)	< 0,01	10	75	70 – 80	0,01
Ferro Total (Fe)	< 0,01	10	71	69 – 73	0,01
Fósforo Total (P)	< 0,001	10	70	68 – 74	0,001
Magnésio (Mg)	< 0,01	10	75	72 – 78	0,01
Manganês (Mn)	< 0,001	10	81	76 – 86	0,001
Mercurio (Hg)	< 0,0001	10	72	68 – 77	0,0001
N-Amônia (NH ₄)	< 0,001	10	71	68 – 74	0,001
N-Nitrato (NO ₃)	< 0,1	10	76	71 – 81	0,1
N-Nitrito (NO ₂)	< 0,001	10	78	75 – 81	0,001

PARÂMETRO	RESULTADO DO BRANCO (mg/L)	VALOR ADICIONADO (mg/L)	RECUPERAÇÃO (%)	LIMITE DE RECUPERAÇÃO (%)	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO (LQ) (mg/L)
Orofosfato Solúvel(PO ₄)	< 0,001	10	79	75 – 81	0,001
Potássio (K)	< 0,01	10	78	75 – 81	0,01
Zinco (Zn)	< 0,001	10	93	90 – 102	0,001
QUÍMICO – ORGÂNICOS (µg/L)					
Ametryne	< 0,005	10	81	76 – 86	0,005
Atrazina	< 0,001	30	77	74 – 80	0,001
Bentazon	< 0,001	30	71	69 – 73	0,001
Carbofuran	< 0,001	30	76	71 – 81	0,001
Clomazone	< 0,001	30	78	75 – 81	0,001
Chlorpyrifos	< 0,001	30	71	68 – 74	0,001
Cipermetrin	< 0,001	30	78	75 – 81	0,001
Deltamethrina	< 0,001	30	75	72 – 78	0,001
Diazinon	< 0,001	30	73	70 – 76	0,001
Diclorvos	< 0,001	30	79	77 – 81	0,001
2,4 D	< 0,001	30	83	80 – 86	0,001
Glyphosate	< 50	500	97	92 – 99	50
Fipronil	< 0,001	50	75	70 – 80	0,001
Lambda-cyhalothrin	< 0,001	50	72	68 – 77	0,001
Disulfoton	< 0,001	30	78	75 – 81	0,001
Propanil	< 0,001	30	75	72 – 78	0,001
Sulfuramid	< 0,001	30	73	70 – 76	0,001
Picloram	< 0,001	30	79	77 – 81	0,001
Lindano(Isômeros)	< 0,001	30	83	80 – 86	0,001
Dodecadoro+nonadoro	< 0,001	30	96	90 – 102	0,001
Hexaclorobenzeno	< 0,003	50	75	70 – 80	0,003

5.1.2 Rastreabilidade Padrão Glyphosate – SUPELCO Cat. 45521 Lote BCS7921 Validade: 12/2008
 Padrão de Pesticidas – SUPELCO cat. 46845-U lote LB3397 Validade: 01/2009
 Padrão Metais – MERCK Validade: 09/2008
 Diclorometano Lote CO2H05 Validade 2011

5. DATA DO ENSAIO: De 23/10/2008 à 11/11/2008.

Nota: Os resultados apresentados neste documento possui *significação restrita e se aplicam tão somente à(s) amostra(s) fornecida pelo interessado. É vedada a reprodução parcial e/ou total sem prévia autorização.*

Osasco/SP, 11 de Novembro de 2008.

Luciana Harumi Tsuchida
 CRQ 04.246.842-4ª Região
 Química

Biol. Daniela Martins da Silva
 CRBio-01 61619/01-D
 Analista Microbiológica

Engº José Aristides Filho
 CRQ 04.326.731-4ª Região / CREA 5.061.084.880
 Gerente Técnico

9.2 Resolução CONAMA 357/2005

QUALIDADE DA ÁGUA

RESOLUÇÃO CONAMA nº 357 de 2005

RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 Publicada no DOU nº 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, páginas 58-63

Correlações:

- Revoga a Resolução nº 20/86
- Alterada pela Resolução nº 370/06 (prorroga o prazo previsto no art. 44)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CAPÍTULO I Das Definições

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

- I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;
- II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;
- III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;
- IV - ambiente lótico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;
- V - ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;
- VI - aqüicultura: o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático;
- VII - carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo;
- VIII - cianobactérias: microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos a saúde;
- IX - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;
- X - classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros;
- XI - coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β-galactosidase⁶³. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44° - 45°C⁶⁴, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal;
- XII - condição de qualidade: qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade;
- XIII - condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;
- XIV - controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;
- XV - corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente;
- XVI - desinfecção: remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos;
- XVII - efeito tóxico agudo: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto período de exposição;
- XVIII - efeito tóxico crônico: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele;
- XIX - efetivação do enquadramento: alcance da meta final do enquadramento;
- XX - enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;
- XXI - ensaios ecotoxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos;

63 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

64 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

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

XXIII - *Escherichia coli (E.coli)*: bactéria pertencente à família *Enterobacteriaceae* caracterizada pela atividade da enzima β -glicuronidase⁶⁵. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CAPÍTULO II

Da Classificação Dos Corpos De Água

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

Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos

65 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44

exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

Seção I Das Águas Doces

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

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

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

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

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

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

Seção II Das Águas Salinas

Art. 5º As águas salinas são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

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

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- b) à proteção das comunidades aquáticas; e
- c) à aquicultura e à atividade de pesca.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

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

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

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

Seção III Das Águas Salobras

Art. 6º As águas salobras são assim classificadas:

- I - classe especial: águas destinadas:
 - a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e,
 - b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
- II - classe 1: águas que podem ser destinadas:
 - a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
 - b) à proteção das comunidades aquáticas;
 - c) à aquicultura e à atividade de pesca;
 - d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado;
 - e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.
- III - classe 2: águas que podem ser destinadas:
 - a) à pesca amadora; e
 - b) à recreação de contato secundário.
- IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:
 - a) à navegação; e
 - b) à harmonia paisagística.

CAPÍTULO III Das Condições E Padrões De Qualidade Das Águas

Seção I Das Disposições Gerais

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

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

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

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

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

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

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

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

§ 6º Para corpos de água salobras continentais, onde a salinidade não se dê por in-

fluência direta marinha, os valores dos grupos químicos de nitrogênio e fósforo serão os estabelecidos nas classes correspondentes de água doce.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Seção II Das Águas Doces

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

I - condições de qualidade de água:

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

- b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
- e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;
- f) resfduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
- g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂;
- i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;
- j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);
- l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e
- m) pH: 6,0 a 9,0.
- II - Padrões de qualidade de água:

TABELA 1 - CLASSE 1 - ÁGUAS DOÇES	
PADRÕES	
Parâmetros	Valor máximo
Clorofila <i>a</i>	10 µg/L
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloro total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lântico)	0,020 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico)	0,025 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Merúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N

Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L.N, para pH ≤ 7,3 ⁶⁶ 2,0 mg/L.N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L.N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L.N, para pH > 8,5
Prata total	0,01 mg/L.Ag
Selênio total	0,01 mg/L.Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L.S
Urânio total	0,02 mg/L.U
Vanádio total	0,1 mg/L.V
Zinco total	0,18 mg/L.Zn
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Acilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L
Carbaryl	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato) ⁶⁷	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	65 µg/L
Guthion	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L
Lindano (γ-HCH) ⁶⁸	0,02 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metolacloro	10 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Paration	0,04 µg/L

66 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

67 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

68 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Símacina	2,0 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloro de carbono	0,002 mg/L
Tetracloroeteno	0,01 mg/L
Tolueno	2,0 µg/L
Toxafeno	0,01 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,063 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L
Tricloroeteno	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifluralina	0,2 µg/L
Xileno	300 µg/L

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

TABELA II - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES	
PADRÕES para CORPOS DE ÁGUA ONDE HAIA pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo	
Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Arsênio total	0,14 µg/L As
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloro de carbono	1,6 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
Toxafeno	0,00028 µg/L
2,4,6-triclorofenol	2,4 µg/L

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

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

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

freqüência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

- III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;
- IV - turbidez: até 100 UNT;
- V - DBO 5 dias a 20°C: até 5 mg/L O₂;
- VI - OD, em qualquer amostra: não inferior a 5 mg/L O₂;
- VII - clorofila *a*: até 30 µg/L;⁶⁹
- VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm³/L; e,
- IX - fósforo total:
 - a) até 0,030 mg/L, em ambientes lenticos; e,
 - b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lenticos.

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

- I - condições de qualidade de água:
 - a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
 - b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
 - c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
 - d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
 - e) não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;
 - f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
 - g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com freqüência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com freqüência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
 - h) cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de cianobactérias não deverão exceder 50.000 cel/ml, ou 5mm³/L;
 - i) DBO 5 dias a 20°C: até 10 mg/L O₂;
 - j) OD, em qualquer amostra: não inferior a 4 mg/L O₂;
 - l) turbidez: até 100 UNT;
 - m) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; e,
 - n) pH: 6,0 a 9,0.
- II - Padrões de qualidade de água:

TABELA III - CLASSE 3 - ÁGUAS DOCES	
PADRÕES	
Parâmetros	Valor máximo
Clorofila <i>a</i>	60 µg/L
Densidade de cianobactérias	100.000 cel/mL ou 10 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
Parâmetros inorgânicos	Valor máximo

69 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44

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

70 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

Glifosato	280 µg/L
Guthion	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,03 µg/L
Lindano (γ -HCH) ⁷¹	2,0 µg/L
Malation	100,0 µg/L
Metoxicloro	20,0 µg/L
Paration	35,0 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,003 mg/L
Tetracloroeteno	0,01 mg/L
Toxafeno	0,21 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	2,0 µg/L TBT
Tricloroeteno	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L

- Art. 17. As águas doces de classe 4 observarão as seguintes condições e padrões:
- I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
 - II - odor e aspecto: não objetáveis;
 - III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;
 - IV - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;
 - V - fenóis totais (substâncias que reagem com 4 - aminoantipirina): até 1,0 mg/L de C_6H_5OH ;
 - VI - OD: superior a 2,0 mg/L O_2 em qualquer amostra; e,
 - VII - pH: 6,0 a 9,0.

Seção III Das Águas Salinas

- Art. 18. As águas salinas de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:
- I - condições de qualidade de água:
 - a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
 - b) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
 - c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
 - d) substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;
 - e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;
 - f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
 - g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A E.

71 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

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

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

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

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

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA IV - CLASSE 1 - ÁGUAS SALINAS	
PADRÕES	
Parâmetros Inorgânicos	Valor máximo
Alumínio dissolvido	1,5 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo Total	0,062 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,031 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Tálio total	0,1 mg/L Tl
Urânio Total	0,5 mg/L U
Zinco total	0,09 mg/L Zn
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Aldrin + Dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT+ p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato) ⁷²	0,01 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Etilbenzeno	25 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	60 µg/L C ₆ H ₅ OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L

72 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

Lindano (γ -HCH) ⁷³	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,2 mg/L LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestano	0,01 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80 µg/L
Tricloroetano	30,0 µg/L

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

TABELA V - CLASSE 1 - ÁGUAS SALINAS	
PADRÕES para CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo	
Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Arsênio total	0,14 µg/LAs
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
1,2-Dicloroetano	37 µg/L
1,1-Dicloroetano	3 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroetano	3,3 µg/L
2,4,6-Triclorofenol	2,4 µg/L

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

I - condições de qualidade de água:

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

b) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mili-

73 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

litros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

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

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

II - Padrões de qualidade de água:

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

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

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

II - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

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

IV - corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

V - resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

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

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

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

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

74 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

Seção IV Das Águas Salobras

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

I - condições de qualidade de água:

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

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

c) OD, em qualquer amostra: não inferior a 5 mg/ L O₂;

d) pH: 6,5 a 8,5;

e) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

f) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;

g) substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;

h) resíduo sólido objetáveis: virtualmente ausentes; e

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

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA VII - CLASSE 1 - ÁGUAS SALOBRAS	
PADRÕES	
Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total	0,124 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N

Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polfosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,062 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (como H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Zinco total	0,09 mg/L Zn
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Aldrin + dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	10,0 µg/L
DDT (p,p'DDT + p,p'DDE + p,p'DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentactoclodecano	0,001 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato) ⁷⁵	0,01 µg/L
Etilbenzeno	25,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L. C ₆ H ₅ OH
Gutíon	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (γ-HCH) ⁷⁶	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Paration	0,04 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno	0,2 LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,010 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80,0 µg/L

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

TABELA VIII - CLASSE 1 - ÁGUAS SALOBRAS	
PADRÕES para CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo	
Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Arsênio total	0,14 µg/L As
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L

75 - Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

76 - Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
1,1-Dicloroetano	3,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	37,0 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Tetracloroetano	3,3 µg/L
Tricloroetano	30 µg/L
2,4,6-Triclorofenol	2,4 µg/L

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

I - condições de qualidade de água:

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

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

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

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

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA IX - CLASSE 2 - ÁGUAS SALOBRAS	
PADRÕES	
Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Arsênio total	0,069 mg/L As
Cádmio total	0,04 mg/L Cd
Chumbo total	0,210 mg/L Pb
Cromo total	1,1 mg/L Cr
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	19,0 µg/L Cl
Cobre dissolvido	7,8 µg/L Cu
Fósforo total	0,186 mg/L P
Mercurio total	1,8 µg/L Hg
Níquel total	74,0 µg/L Ni
Nitrato	0,70 mg/L N
Nitrito	0,20 mg/L N

Nitrogênio amoniacal total	0,70 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,093 mg/L P
Selênio total	0,29 mg/L Se
Zinco total	0,12 mg/L Zn
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,09 µg/L
DDT (p-p' DDT + p-p' DDE + p-p' DDD)	0,13 µg/L
Endrin	0,037 µg/L
Heptacloro epóxido+ Heptacloro	0,053 µg/L
Lindano (γ-HCH) ⁷⁷	0,160 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilestanho	0,37 µg/L TBT

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

- I - pH: 5 a 9;
- II - OD, em qualquer amostra: não inferior a 3 mg/L O₂;
- III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;
- IV - materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
- V - substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- VI - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;
- VII - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 ml, em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente; e
- VIII - carbono orgânico total: até 10,0 mg/L, como C.

CAPÍTULO IV

Das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes

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

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

- I - acrescentar outras condições e padrões, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica; e
- II - exigir a melhor tecnologia disponível para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo curso de água superficial, mediante fundamentação técnica.

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

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

- I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;
- II - atendimento ao enquadramento e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;
- III - realização de Estudo de Impacto Ambiental-EIA, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;

⁷⁷ Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

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

V - fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional.

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

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

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

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

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

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

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

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

§ 1º As metas obrigatórias serão estabelecidas mediante parâmetros.

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

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

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

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

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

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

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

- I - atender às condições e padrões de lançamento de efluentes;
- II - não ocasionar a ultrapassagem das condições e padrões de qualidade de água, estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência; e
- III - atender a outras exigências aplicáveis.

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

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

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

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

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

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

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

§ 4º Condições de lançamento de efluentes:

I - pH entre 5 a 9;

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

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

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

V - óleos e graxas:

1 - óleos minerais: até 20mg/L;

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

VI - ausência de materiais flutuantes.

§ 5º Padrões de lançamento de efluentes:

TABELA X - LANÇAMENTO DE EFLUENTES	
PADRÕES	
Parâmetros Inorgânicos	Valor máximo
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo total	0,5 mg/L Cr

Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe ⁷⁵
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercurio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano	1,0 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C ₆ H ₅ OH
Tetracloroeto de Carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L

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

- I - acarretar efeitos tóxicos agudos em organismos aquáticos; ou
- II - inviabilizar o abastecimento das populações.

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

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

CAPÍTULO V

Diretrizes Ambientais Para o Enquadramento

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

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

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

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

78 - Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44

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

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

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

CAPÍTULO VI **Disposições Finais e Transitórias**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Art. 44. O CONAMA, no prazo máximo de um ano, complementarará, onde couber, condições e padrões de lançamento de efluentes previstos nesta Resolução. *(prazo alterado para 16 de março de 2007, pela Resolução n.º 370/06)*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Art. 50. Revoga-se a Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986.

MARINA SILVA - Presidente do Conselho

Este texto não substitui o publicado no DOU, de 18 de março de 2005.