



MESTRADO EM ANÁLISE GEOAMBIENTAL

ADRIANA MIÓLLA PIASENTIN

**ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA – IQA DA BACIA
CONTRIBUINTE DO RESERVATÓRIO TANQUE
GRANDE, MUNICÍPIO DE GUARULHOS, SP.**

Guarulhos
2009

ADRIANA MIÓLLA PIASENTIN

**ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA – IQA DA BACIA
CONTRIBUINTE DO RESERVATÓRIO TANQUE
GRANDE, MUNICÍPIO DE GUARULHOS, SP.**

Dissertação apresentada à Universidade Guarulhos,
para a obtenção do título de Mestre em Análise
Geoambiental.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Roberto Saad

Guarulhos
2009



A Comissão Julgadora dos Trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO, intitulada “**Índice de Qualidade da Água – IQA da Bacia Contribuinte do Reservatório Tanque Grande, Município de Guarulhos, SP**”, em sessão pública realizada em 27 de Maio de 2009, considerou a candidata **Adriana Miolla Piasentin** aprovada.

A Banca Examinadora foi composta pelos seguintes pesquisadores:

Prof. Dr. Antonio Roberto Saad
Orientador

Prof. Dr. Adalberto J. Monteiro Junior
Instituto de Pesca
Secretaria de Abastecimento do Estado de São Paulo

Prof. Dr. Décio Luis Semensatto Junior
Universidade Guarulhos - UnG

Guarulhos
2009

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus amigos, familiares, professores e a todas as pessoas que contribuíram nesta caminhada de lutas, conquistas, aprendizado e superação, em especial ao meu esposo e companheiro de todas as horas, Sérgio Piasentin, meu maior presente, sem ele nenhum sonho seria possível ou valeria a pena.

AGRADECIMENTOS

Agradecer a todos que ajudaram a construir esta dissertação não é tarefa fácil. O maior perigo que se coloca para o agradecimento seletivo não é decidir quem incluir, mas decidir quem não mencionar. Então, aos meus amigos que, de uma forma ou de outra, contribuíram com sua amizade e com sugestões efetivas para a realização deste trabalho, gostaria de expressar minha profunda gratidão.

Ao Prof. Dr. Antonio Roberto Saad, orientador desta dissertação, que idealizou e dela participou diretamente, demonstrando sua alta capacidade técnica como professor e pesquisador, além de um espírito humanístico que o qualificam como um ser humano especial. Agradeço o tempo disponibilizado, o apoio incansável, o incentivo à realização deste trabalho, o fato de ter me motivado a continuar quando quase desisti de tudo e me encorajado nas horas mais difíceis. Agradeço igualmente o empenho na realização e revisão desta dissertação, bem como todas as críticas formuladas.

Ao Prof. Dr. Décio Luis Semensatto Junior., pelo inestimável auxílio na análise estatística dos resultados deste trabalho, e pela atenção e sugestões que permitiram o desenvolvimento desta dissertação.

Ao Prof. Dr. Adalberto José Monteiro Junior, pelo apoio e colaboração nos procedimentos experimentais, e pela contribuição com valiosas sugestões na elaboração deste trabalho.

Aos funcionários dos Laboratórios de Geoprocessamento e Geociências, em especial ao William, Andréia (Deinha) e Fábio, pela disposição e colaboração no atendimento das solicitações.

Aos amigos Marco Felipe Rackza e Rita de Cássia Monteiro de Oliveira, durante estes anos de relacionamento harmônico e produtivo, pela colaboração ativa e apoio durante a realização deste trabalho.

A todo o corpo docente do Mestrado em Análise Geoambiental, meu reconhecimento pela competência e pelos ensinamentos que me proporcionaram.

Ao Programa de Mestrado em Análise Geoambiental, pela minha formação na docência e na pesquisa.

À empresa onde trabalho, meu profundo agradecimento, pela disponibilidade demonstrada em todas as faces que levaram à concretização deste trabalho, em especial à Maria Regina de Souza, minha supervisora, por todo apoio e incentivo incondicional, por seu estímulo ao meu trabalho e pelos momentos em que precisei me ausentar no percurso desta dissertação. Agradeço também a todos os amigos que estiveram próximos durante os últimos anos, pela paciência, colaboração e por manterem os ouvidos à disposição.

Ao Laboratório Controle Analítico, particularmente ao Eng^o. José Aristides Filho, expresso minha gratidão por toda atenção e pela disponibilidade de meios que viabilizaram a execução deste trabalho, pela seriedade e competência profissional.

Em especial atenção, agradeço pela compreensão de meu companheiro e esposo Sérgio Piasentin, por me apoiar na viabilização desta etapa de minha formação, e que por muitas vezes não pude estar ao seu lado nos momentos de estudo e ausência durante as aulas. Agradeço pela compreensão silenciosa dos momentos difíceis pelos quais passei, permitindo que meu tempo interno fluísse, respeitosamente.

À minha mãe, Yone, meu exemplo de caráter, integridade, dignidade e amor.

Quero expressar meus agradecimentos a meus familiares mais próximos, que, nos últimos anos, foram privados de um convívio qualitativamente melhor, em razão de minha obstinação pela elaboração da dissertação. Obrigada pela compreensão e por estarem sempre presentes em minha vida.

Às minhas amigas Elaine e Márcia, ou melhor, minhas irmãs, não de sangue mas de coração, pela cumplicidade e carinho oferecidos.

Não poderia deixar de agradecer de maneira especial àquele que sempre esteve ao meu lado com sua eterna proteção e graças alcançadas: Deus.

Por fim, agradeço à memória de meu pai, Anthenor, com amor e eterna gratidão.

EPIGRAFE

Não se deve ir atrás de objetivos fáceis, é preciso buscar o que só pode ser alcançado por meio dos maiores esforços.

Albert Einstein

RESUMO

O objetivo principal dessa pesquisa foi o de avaliar a qualidade da água da bacia contribuinte do Reservatório Tanque Grande, localizado no município de Guarulhos, São Paulo, Brasil. Para tanto selecionaram-se três pontos, sendo que dois deles situam-se nas duas maiores sub-bacias, que em conjunto correspondem a 80% da área. O terceiro ponto localiza-se junto à barragem de captação de água. As amostragens foram mensais, e compreenderam o período de Agosto/2007 a Julho/2008. Os parâmetros analisados são os que compõem o IQA – Índice de Qualidade de Água estabelecidos pela CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, a saber: Temperatura, pH, Turbidez, Sólidos Totais Dissolvidos, Fósforo Total, Nitrogênio Total, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio e Coliformes Termotolerantes. Os valores de IQA obtidos para cada um dos pontos analisados oscilaram entre as faixas “Ótima” a “Regular”, concentrando-se na faixa “Boa”. Os parâmetros que mais contribuíram para esse comportamento foram os Coliformes Termotolerantes, a Demanda Bioquímica de Oxigênio e o Oxigênio Dissolvido, que na maioria das vezes ultrapassaram os valores permitidos pela Resolução CONAMA nº 357, para águas doces de Classe I. As fontes de poluição que se verifica na bacia contribuinte concentram-se nas atividades de pesqueiro, cultivos, pomar, pastagens, presença de animais de sangue quente, sistemas viários, além do próprio reservatório, que em dias quentes é utilizado como balneário pela população local e de bairros vizinhos. Este manancial é de importância para a população de Guarulhos, pois é fonte de abastecimento para alguns bairros dessa região. Neste sentido, justifica-se a sua preservação como Área de Proteção Ambiental – APA, a fim de preservá-la do intenso crescimento urbano que hoje se verifica no município de Guarulhos.

Palavras-chave: Índice de Qualidade da Água, Reservatório Tanque Grande, Município de Guarulhos, Estado de São Paulo.

ABSTRACT

The primary objective of this research was to evaluate water quality of the basin surrounding the Tanque Grande Reservoir, located in the city of Guarulhos, State of São Paulo, Brazil. Three sampling points were selected for the analysis, two of which are located in the two largest contributing basins, accounting for 80% of the total basin area. The third point, is located at the water caption point by the dam. Monthly sampling encompassed the period between August 2007 and July 2008. The parameters analyzed were those used by CETESB (The Brazilian Environmental Agency) to establish the IQA (Water Quality Index): temperature, pH, turbidity, total dissolved solids, total phosphorus, total Nitrogen, dissolved oxygen (DO), Biological Oxygen Demand (BOD) and thermotolerant coliforms. The IQA values obtained at each sampling point oscilated between the “excellent” and “regular” categories, with their main concentration in the “good” category. The parameters which contributed mostly to this trend in the data were the thermotolerant coliforms, BOD and DO, which in most cases had values beyond the limits permitted by the CONAMA resolution nr. 357 for water belonging to the Class I category. The pollution sources present in the contributing basin are the result of fish farms, fruit orchards, pasture, presence of warm-blooded animals, road systems, and the use of the reservoir as a summer resort for the local inhabitants. This hydric source is of great importance to the Guarulhos population for it represent an important source of water supply for various neighborhoods of its metropolitan area. In this sense, the preservation of this area as a APA-Environmentally Protected Area and its protection against intense urban growth, observed in the Guarulhos region, is strongly justifiable.

Key-words: Water quality index, Tanque Grande Reservoir, city of Guarulhos, State of São Paulo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Localização do Município de Guarulhos e seus limites, dentro da RMSP.....	1
Figura 1.2	Bairros do Município de Guarulhos.....	2
Figura 3.1	Localização dos pontos de amostragens e dos principais tributários do Reservatório Tanque Grande.....	8
Figura 3.2	Sub-bacias hidrográficas que compõem a bacia contribuinte do Reservatório Tanque Grande.....	9
Figura 3.3	Vista panorâmica do 1º ponto de coleta.....	11
Figura 3.4	Imagens do 2º ponto de coleta.....	11
Figura 3.5	Imagem do 3º ponto de coleta.....	11
Figura 3.6	Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas – Parâmetros Físicos.....	22
Figura 3.7	Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas – Parâmetros Químicos.....	23
Figura 3.8	Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas – Parâmetro Biológico.....	24
Figura 4.1	Poluição pontual e poluição difusa.....	29
Figura 4.2	Ocupação por matas e florestas.....	32
Figura 4.3	Ocupação por agricultura.....	33
Figura 4.4	Ocupação urbana.....	34
Figura 5.1	Localização da área de estudo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Tanque Grande, no Município de Guarulhos.....	55
Figura 5.2	Bacias hidrográficas do Município de Guarulhos.....	56
Figura 5.3	Imagem de satélite do Reservatório Tanque Grande.....	57
Figura 5.4	Vistas panorâmicas do Reservatório Tanque Grande.....	58
Figura 5.5	Atividades antrópicas proibidas realizadas no Reservatório Tanque Grande.....	60
Figura 5.6	Índices Pluviométricos e Temperaturas mensais registradas na Estação Meteorológica do Núcleo Cabuçu.....	61

Figura 5.7	Imagens de situações em períodos de cheia e seca em vários setores do Reservatório Tanque Grande.....	62
Figura 5.8	Uso e Ocupação da terra da Microbacia Tanque Grande – Montante.....	64
Figura 5.9	Localização do Bairro Tanque Grande e bairros vizinhos, no Município de Guarulhos.....	65
Figura 5.10	Diferentes atividades agropastoris na região do Reservatório Tanque Grande.....	66
Figura 5.11	Clube e pesqueiro na região do Reservatório Tanque Grande.....	67
Figura 6.1	Valores de IQA obtidos entre Agosto/2007 e Julho/2008.....	70
Figura 7.1	Valores de IQA para o ponto 1.....	71
Figura 7.2	Presença de <i>salvinia</i> ssp. na sub-bacia contribuinte do ponto 1.....	72
Figura 7.3	Concentração de nitrogênio e fósforo para o ponto 1.....	74
Figura 7.4	Valores de concentração da DBO no ponto 3 e no ponto 1...	75
Figura 7.5	Valores de IQA para o ponto 2.....	76
Figura 7.6	Concentração de DBO e oxigênio dissolvido no ponto 2.....	77
Figura 7.7	Área alagada por taboas, à montante do ponto de coleta.....	79
Figura 7.8	Concentração de nitrogênio e fósforo para o ponto 2.....	80
Figura 7.9	Valores de IQA de 1990 a 2006 no Reservatório Tanque Grande.....	81
Figura 7.10	Valores de IQA para o ponto 1.....	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1	Parâmetros analisados e suas respectivas referências.....	13
Quadro 3.2	Índice de Qualidade da Água – IQA.....	26
Quadro 4.1	Relação entre a temperatura e a vida aquática em lagos.....	45
Quadro 5.1	Características morfométricas da Microbacia Tanque Grande – Montante.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	Resumo dos componentes para o cálculo do IQA, com destaque à importância de cada variável.....	25
Tabela 5.1	Vazões no Reservatório Tanque Grande entre os anos de 1999 e 2006.....	59
Tabela 6.1	IQA do Reservatório Tanque Grande – Resultados obtidos entre Agosto/2007 e Julho/2008.....	69
Tabela 7.1	Valores de correlação <i>r</i> -Pearson entre as variáveis levantadas neste trabalho em relação ao IQA – Ponto 1.....	73
Tabela 7.2	Valores de correlação <i>r</i> -Pearson entre as variáveis levantadas neste trabalho em relação ao IQA – Ponto 2.....	78

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1 Pesquisa Bibliográfica	7
3.2 Seleção dos Pontos de Amostragem	7
3.3 Amostragem	12
3.4 Análises Laboratoriais	12
3.4.1 Determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	14
3.4.1.1 <i>Reagentes e Soluções utilizadas</i>	14
3.4.1.2 <i>Procedimentos</i>	14
3.4.2 Determinação de Nitrogênio Orgânico Total.....	15
3.4.2.1 <i>Reagentes e Soluções utilizadas</i>	15
3.4.2.2 <i>Procedimentos</i>	16
3.4.2.3 <i>Cálculos</i>	16
3.4.3 Determinação de Fósforo.....	17
3.4.3.1 <i>Reagentes e Soluções utilizadas</i>	17
3.4.3.2 <i>Procedimentos</i>	17
3.4.4 Análises Microbiológicas.....	18
3.4.5 Técnica de Membrana Filtrante.....	19
3.4.5.1 <i>Meios de Cultura e Soluções utilizadas</i>	19
3.4.5.2 <i>Procedimentos</i>	19
3.5 Cálculo do IQA	21
4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	27
4.1 A Bacia Hidrográfica como Unidade de Estudo, Planejamento e Gestão	27
4.2 Impactos Ambientais Antrópicos pelo Uso e Ocupação em Bacias Hidrográficas	28
4.2.1 Eutrofização dos Corpos D'Água.....	30

4.3 Qualidade das Águas	34
4.3.1 .Generalidades.....	34
4.3.2 A Legislação e a Qualidade das Águas.....	35
4.3.3 Indicadores da Qualidade das Águas.....	37
4.3.4 Avaliação da Qualidade das Águas.....	37
4.3.5 Índices de Qualidade das Águas.....	38
4.3.5.1 <i>IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de</i> <i>Abastecimento Público</i>	39
4.3.5.2 <i>IVA – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da</i> <i>Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas</i>	40
4.3.5.3 <i>IB – Índice de Balneabilidade</i>	40
4.3.5.4 <i>IQA – Índice de Qualidade das Águas</i>	40
4.3.6 Parâmetros de Qualidade.....	40
4.4 Importância dos Parâmetros Analisados que compõem o IQA	41
4.4.1 Influência dos Parâmetros Físicos e Químicos na Qualidade das Águas.....	43
4.4.2 Características Físicas da Água.....	44
4.4.2.1 <i>Temperatura</i>	44
4.4.2.2 <i>Turbidez</i>	45
4.4.2.3 <i>Sólidos Totais Dissolvidos (TDS ou STD)</i>	46
4.4.3 Características Químicas da Água.....	47
4.4.3.1 <i>Potencial Hidrogeniônico (pH)</i>	47
4.4.3.2 <i>Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)</i>	48
4.4.3.3 <i>Nitrogênio Total</i>	49
4.4.3.4 <i>Fósforo Total</i>	49
4.4.3.5 <i>Oxigênio Dissolvido (OD)</i>	50
4.4.4 Influência dos Parâmetros Microbiológicos na Qualidade das Águas..	51
4.4.4.1 <i>Coliformes Termotolerantes</i>	52
5. CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO	54
5.1 Meio Físico.....	60
5.2 Socioeconomia.....	63

6. RESULTADOS.....	69
7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	71
8. CONCLUSÕES.....	82
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
ANEXOS.....	92

1. INTRODUÇÃO

O município de Guarulhos, localizado na Região Metropolitana de São Paulo – RMSP (Figura 1.1), possui uma população estimada em 1.300.000 habitantes, distribuída em 47 bairros, conforme mostra a Figura 1.2.

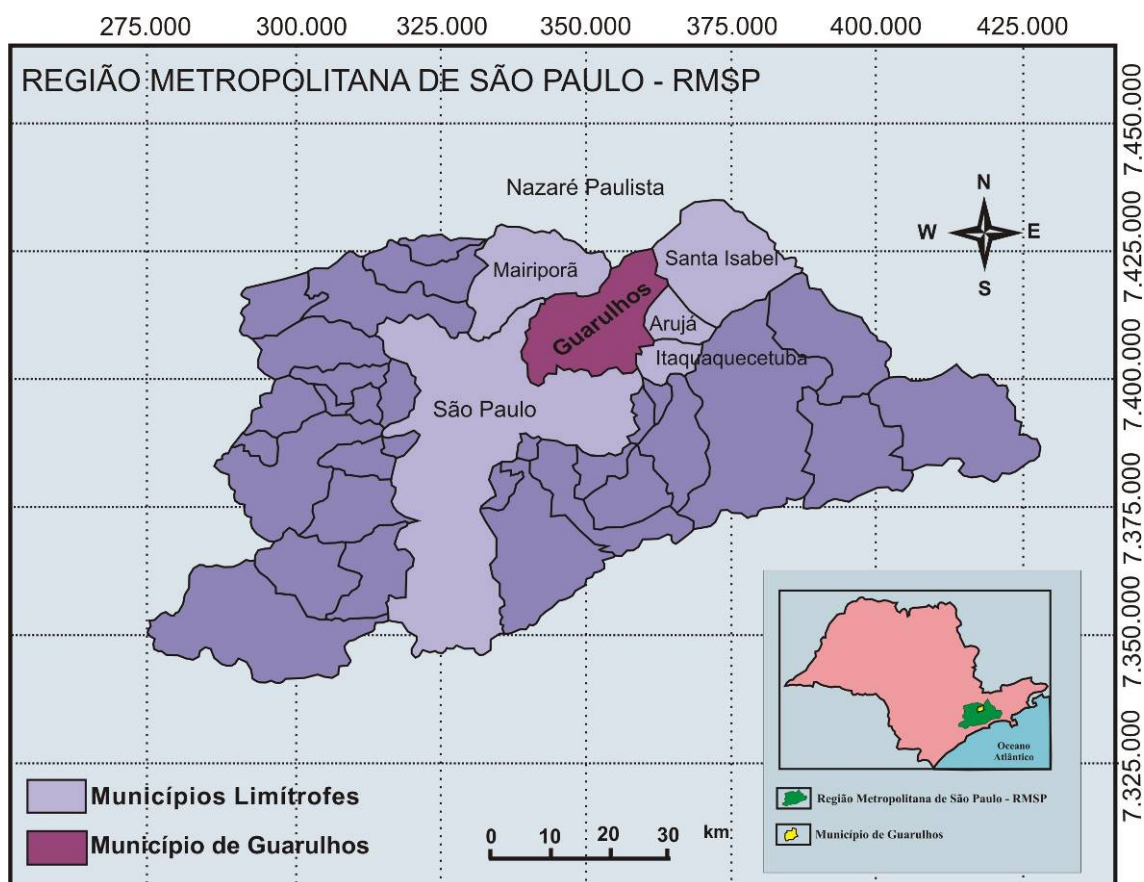


Figura 1.1 – Localização do Município de Guarulhos e seus limites, dentro da RMSP (Modificado de GRAÇA, 2007).

Para atender a essa população, quanto ao quesito abastecimento público, o Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Guarulhos – SAAE conta com os seguintes mananciais: Tanque Grande, Cabuçu, Cantareira, Alto Tietê e Subterrâneo. Desses, os sistemas Cantareira e Alto Tietê são de responsabilidade da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, enquanto que os demais são monitorados pelo próprio SAAE.

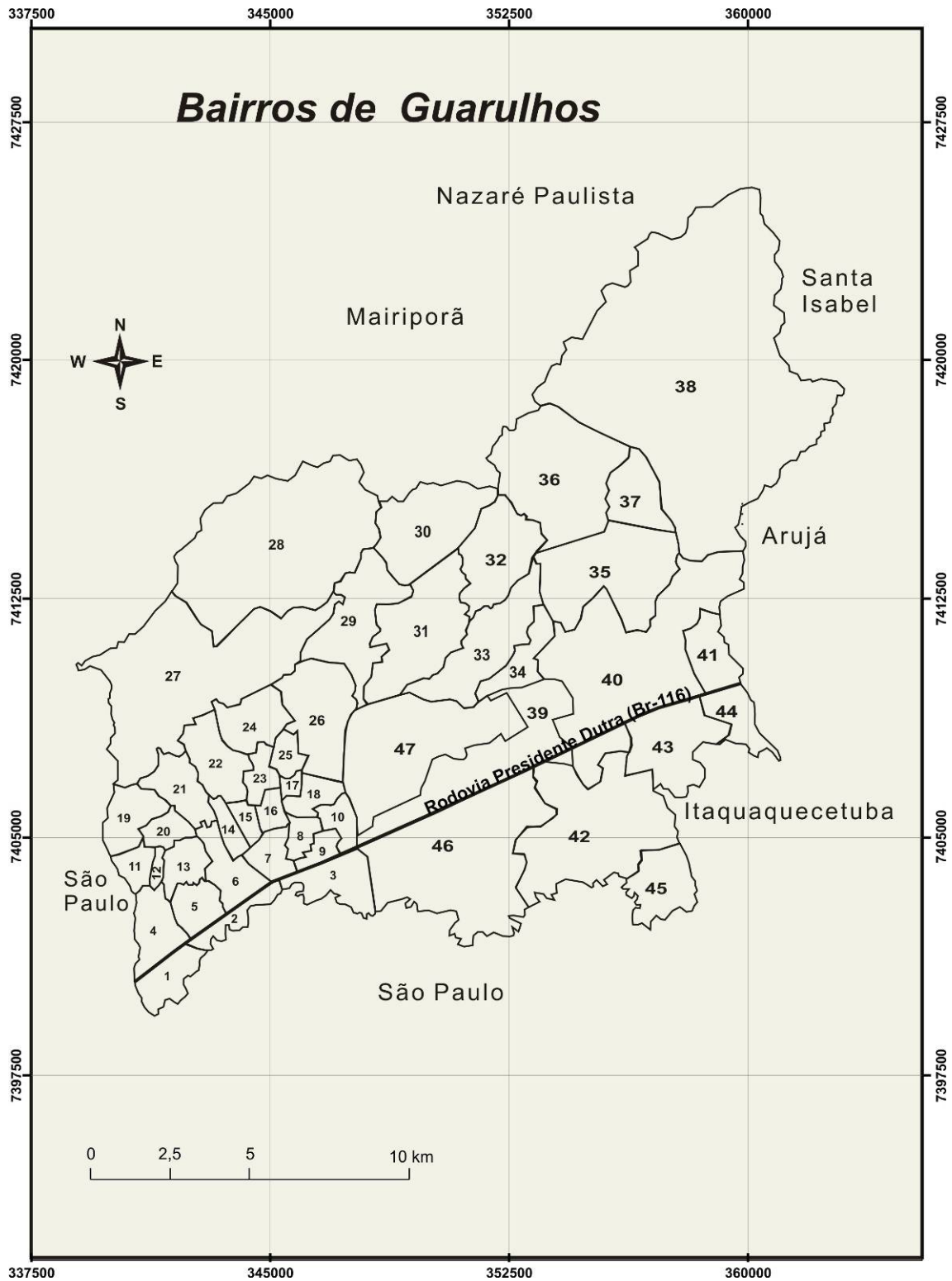


Figura 1.2 – Bairros do Município de Guarulhos (GRAÇA, 2007).

A distribuição e nomenclatura dos bairros é assim determinada pela Prefeitura Municipal de Guarulhos - PMG: (1) Ponte Grande; (2) Porto da Igreja; (3) Várzea do Palácio; (4) Itapegica; (5) Vila Augusta; (6) Centro; (7) Macedo; (8) Fátima; (9) São Roque; (10) CECAP; (11) Jardim Vila Galvão; (12) Tranqüilidade; (13) Gopoúva; (14) Maia; (15) Paraventi; (16) Bom clima; (17) Monte Carmelo; (18) Vila Barros; (19) Vila Galvão; (20) Torres Tibagy; (21) Picanço; (22) Vila Rio; (23) Cocaia; (24) Morros; (25) Bela Vista; (26) Taboão; (27) Cabuçu; (28) Cabuçu de Cima; (29) Invernada; (30) Tanque Grande; (31) Bananal; (32) Fortaleza; (33) São João; (34) Lavras; (35) Mato das Cobras; (36) Capelinha; (37) Água Azul; (38) Morro Grande; (39) Presidente Dutra; (40) Bonsucesso; (41) Sadokim; (42) Pimentas; (43) Água Chata; (44) Aracilia; (45) Itaim; (46) Cumbica; (47) Aeroporto (Figura 1.2).

O Governo do Estado de São Paulo, por meio da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, é responsável por fiscalizar e estabelecer leis e programas para a proteção dos mananciais. De acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei Federal 9.433/1997 (Brasil, 1997), a gestão dos mananciais deve ser compartilhada pelo estado, municípios e sociedade civil, de tal forma que todos são co-responsáveis na busca de soluções para os problemas das águas.

A questão ambiental deve ser entendida como um produto da intervenção da sociedade sobre a natureza e não apenas como problemas relacionados à natureza. Deve ser compreendida também como produto da atuação global da sociedade e, para entendê-la, é necessário analisar a produção e o consumo do e no espaço. Assim, a produção, reprodução e consumo do espaço são fundamentais para compreender as formas pelas quais as áreas protegidas são ocupadas.

A discussão que permeia a respeito dos recursos hídricos vem ganhando cada vez mais importância, já que a água está presente em praticamente todas as atividades humanas. Neste sentido, a escassez de água, a contaminação dos mananciais e as enchentes, entre outros, que se relacionam à forma de apropriação deste recurso natural são também discutidos, tendo em vista os processos de industrialização, avanço técnico, urbanização e a intensidade com a qual se desenvolvem as atividades humanas, que alteram o ciclo hidrológico e levam à degradação das águas.

Como consequência da deterioração das águas, tem-se os altos índices de doenças de veiculação hídrica diretamente relacionados à falta de saneamento, à remoção da cobertura vegetal que desempenha papel fundamental na manutenção do equilíbrio hidrológico, pois evita a perda de biodiversidade e outros impactos diretos como: inundações, enchentes, erosão, assoreamento, etc. (SANTOS, 2005).

Via de regra, as atividades agrícolas, urbanas e industriais não são contempladas, de maneira ordenada, nos planejamentos e ações de órgãos governamentais. Com isso, há um sério comprometimento na disponibilidade e qualidade das águas e dos solos, com um quadro de elevada alteração dos geossistemas e ecossistemas fluviais. De acordo com Nobre (2008), estes fatos fazem com que a gestão dos recursos hídricos seja colocada como um fator estratégico na política governamental de meio ambiente e de desenvolvimento de municípios e estados federativos.

Nesse sentido, a partir de 2006, a Universidade Guarulhos – UnG, por meio do Programa de Mestrado em Análise Geoambiental – MAG, vem desenvolvendo projetos de monitoramento da qualidade da água do Reservatório Tanque Grande, motivada pelos seguintes fatos:

- Localiza-se numa área de proteção ambiental, pertencente à futura APA Cabuçu-Tanque Grande, cuja lei municipal está sendo encaminhada à Câmara de Vereadores pelo atual Prefeito;
- O Reservatório Tanque Grande faz parte da rede de monitoramento da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, setor Bacia Alto Tietê. Os dados a respeito da qualidade da água encontram-se disponibilizados no *site* da Companhia, o que facilita e propicia aos interessados estudos aplicados e/ou acadêmicos a respeito desse tema;
- Nos últimos anos, a bacia contribuinte do reservatório, coincidente com o bairro Tanque Grande, tem passado por modificações no uso e ocupação do solo, o que propicia a geração de novas fontes de contaminação (SANTOS, 2005; AYRES, 2007; SAAD et al., 2007);

Diante desses fatos, acredita-se que a gestão da bacia contribuinte do Reservatório Tanque Grande deva ser concebida como fundamental para preservação de um recurso finito e valioso, na medida em que o crescimento

verificado nos bairros limítrofes e o uso e ocupação diversificados no próprio bairro Tanque Grande possam, em futuro próximo, comprometer a disponibilidade e a qualidade da água hoje oferecida aos bairros de Bananal, Fortaleza e São João (Figura 1.2). Secundariamente, o uso das águas é destinado à irrigação, à piscicultura, ao lazer e à pesca. Outro fator relevante, é que na RMSP, a situação de abastecimento público é crítica, pois parte do que é oferecido à população provém de bacias externas aos seus limites.

Dentro dessa premissa, esta pesquisa avaliou o Índice de Qualidade da Água – IQA (CETESB, 2005, 2006), da bacia contribuinte do Reservatório Tanque Grande, tendo como pontos de amostragem o próprio reservatório e duas de suas principais sub-bacias tributárias, no período compreendido entre Agosto de 2007 e Julho de 2008.

Os dados obtidos por meio de análises físicas, químicas e bacteriológicas foram comparados com a série histórica (1990 – 2007) do IQA do Tanque Grande elaborada por Saad et al. (2007). Esse cotejamento propiciará verificar eventuais modificações no grau de trofia de suas águas, em resposta às atividades antrópicas atuais e às condições de infra-estrutura básicas existentes nessa zona rural do município de Guarulhos.

2. OBJETIVOS

A presente dissertação tem os seguintes objetivos principais:

- Caracterizar, num ciclo anual, a variação da qualidade da água na bacia de contribuição do Reservatório Tanque Grande, por meio do Índice de Qualidade da Água – IQA, proposto pela CETESB (2006);
- Integrar os dados obtidos com o IQA histórico do Reservatório Tanque Grande (AYRES, 2007; SAAD et al., 2007);
- Discernir os condicionantes que afetam a qualidade da água nos diferentes setores das sub-bacias tributárias analisadas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para alcançar os objetivos propostos foram desenvolvidas as seguintes atividades:

3.1 Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica consistiu na busca de informações técnicas e científicas a respeito do tema e da área geográfica de estudo, com ênfase em aspectos ambientais.

Para tanto, procurou-se reunir o maior número de informações, por meio de dissertações de mestrado, teses de doutorado, periódicos, livros, relatórios técnicos e sítios da internet, envolvendo as seguintes instituições e órgãos: Laboratórios de Geoprocessamento e de Geociências da Universidade Guarulhos; Secretarias da Prefeitura Municipal de Guarulhos: Desenvolvimento Econômico, Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente; Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Guarulhos – SAAE; Secretarias do Meio Ambiente e da Agricultura do Estado de São Paulo; Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB; Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

3.2 Seleção dos Pontos de Amostragem

O Reservatório Tanque Grande possui quatro tributários principais, conforme pode ser observado na Figura 3.1.

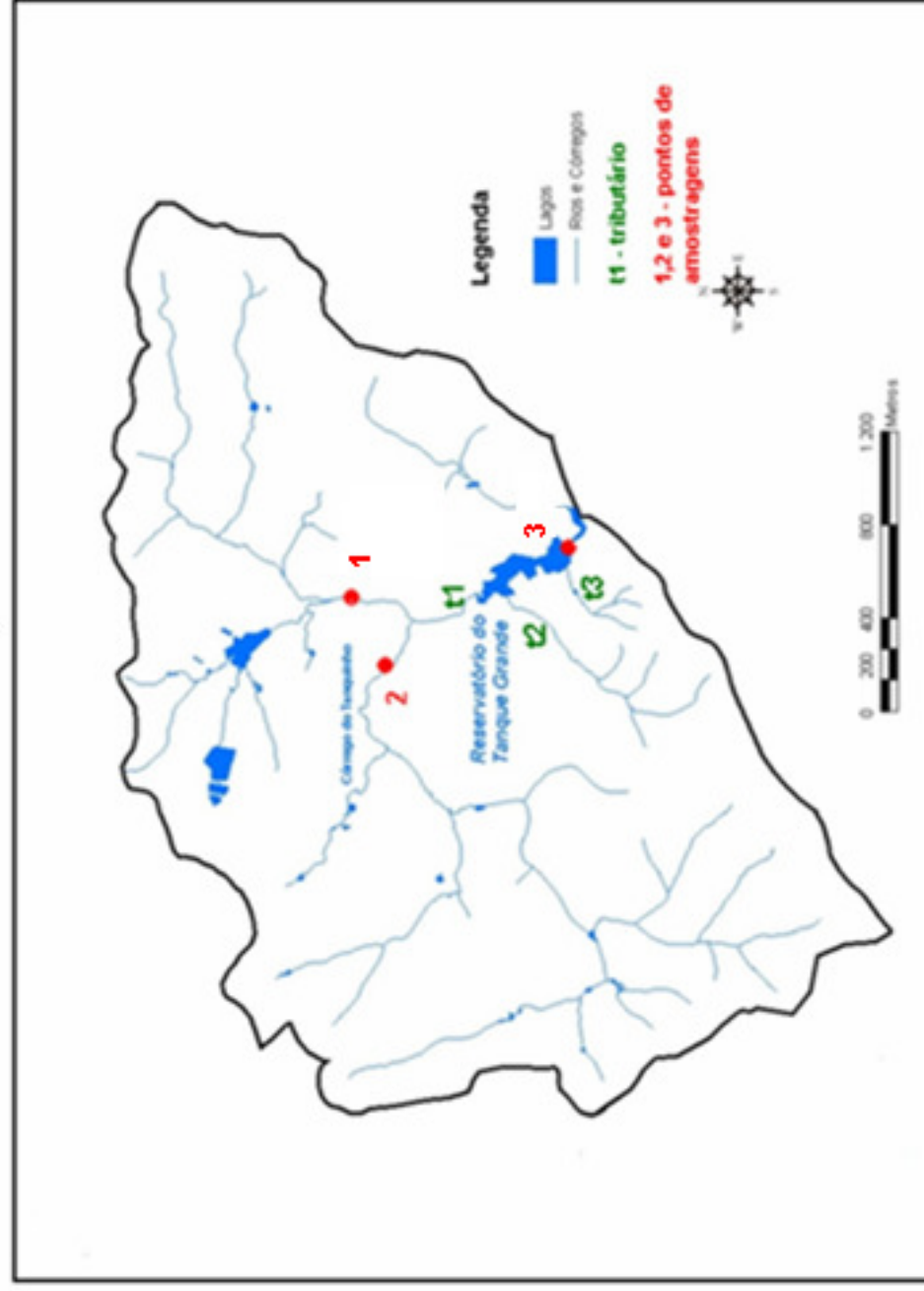


Figura 3.1 – Localização dos pontos de amostragem e dos principais tributários do Reservatório Tanque Grande (OLIVEIRA et al., 2005).

Em princípio, para uma avaliação mais precisa da qualidade da água deste reservatório, todos esses tributários deveriam ser analisados.

O primeiro fator decisivo na escolha dos pontos de amostragem foi o custo das análises, tendo em vista que parte dos parâmetros que compõem o IQA (CETESB, 2005) foi obtido por meio de análises realizadas, mensalmente, pela Controlab - Laboratório Controle Analítico Ltda, prestadora de serviços ao SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) de Guarulhos, pela empresa onde a autora dessa dissertação trabalha e pelo Prof. Dr. Adalberto José Monteiro Junior, pesquisador do Instituto de Pesca da Secretaria de Abastecimento do Estado de São Paulo. Diante dos custos envolvidos, decidiu-se por um total de três pontos para serem monitorados ao longo de 12 meses.

Ao se examinar, em detalhe, a rede de tributários do Reservatório Tanque Grande, chama a atenção o t1, localizado em sua porção norte, por representar o ponto de encontro das drenagens que compõem as sub-bacias A e E. Essas, por sua vez, em conjunto, equivalem a 80% em área da bacia contribuinte desse reservatório (Figura 3.2).

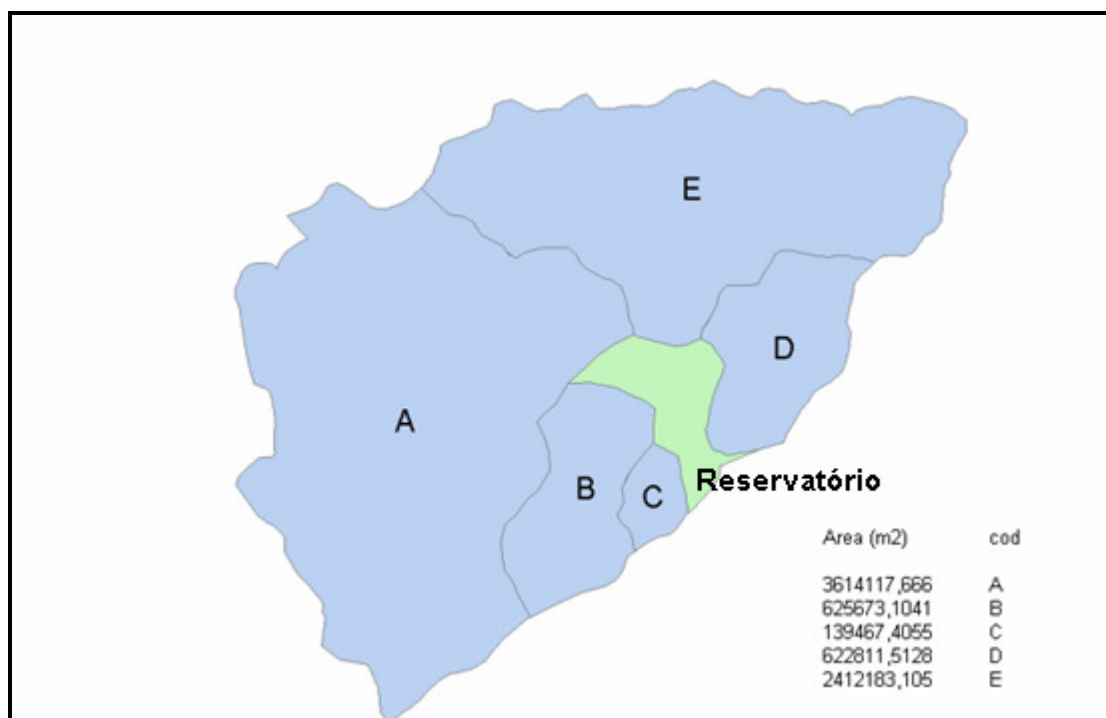


Figura 3.2 – Sub-bacias hidrográficas que compõem a bacia contribuinte do Reservatório Tanque Grande (SILVA et al., em preparação).

As características ambientais das sub-bacias A e E diferem entre si nos seguintes aspectos:

- A sub-bacia A possui uma área de 3,61 Km², enquanto que a sub-bacia E perfaz uma área de 2,41 Km²;
- No ítem uso e ocupação da terra, a sub-bacia E apresenta pesqueiros e lagos, ítems ausentes na sub-bacia A, onde predominam chácaras e edificações rurais, cultivo e campos;
- No quesito cobertura arbórea, a sub-bacia E apresenta reflorestamentos, inexistentes na sub-bacia A.

Dessa forma, mediante essas condições, optou-se por amostrar o Reservatório Tanque Grande e as sub-bacias A e E. A localização dos pontos de amostragem obedeceu aos seguintes critérios (Figura 3.1):

- Ponto 1 - representa o ponto de confluência de todas as drenagens presentes na sub-bacia E, antes de seu encontro com a drenagem final da sub-bacia A;
- Ponto 2 - representa o ponto de confluência de todas as drenagens que compõem a sub-bacia A, antes de seu encontro com a drenagem final da sub-bacia E;
- Ponto 3 - localiza-se no corpo da barragem, no ponto de captação do reservatório, coincidente com o local de amostragem da CETESB.

As figuras 3.3, 3.4 e 3.5 ilustram os pontos de amostragem 1, 2 e 3.



Figura 3.3 - Vista panorâmica do 1º ponto de coleta.



Figura 3.4 - Imagens do 2º ponto de coleta.



Figura 3.5 - Imagem do 3º ponto de coleta.

3.3 Amostragem

A periodicidade das amostragens foi mensal, compreendendo os meses de Agosto/2007 a Julho/2008.

Com a utilização de um aparelho da marca HORIBA modelo U22, foram medidas, no campo, sub-superficialmente nos 3 pontos de coleta, os seguintes parâmetros: Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L), pH, Oxigênio Dissolvido (mg/L), Turbidez (NTU), Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e Profundidade (m).

A amostragem para determinação de Coliformes Termotolerantes foi realizada utilizando-se frascos plásticos com 250 mL de capacidade, autoclaváveis e esterilizados, sendo preservados sob refrigeração a $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por no máximo 24 horas (CETESB, 2003).

A amostragem para determinação de DBO foi realizada utilizando-se frascos âmbar com 250 mL de capacidade, sendo preservados sob refrigeração a $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por no máximo 24 horas (CETESB, 2003).

A amostragem para determinação de Nitrogênio e Fósforo foi realizada utilizando-se frascos plásticos com 250 mL de capacidade contendo H_2SO_4 , sendo preservados sob refrigeração a $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por no máximo 24 horas (CETESB, 2003).

3.4 Análises Laboratoriais

As análises foram desenvolvidas em dois laboratórios distintos, a saber: Laboratório Controle Analítico – Controlab (DBO, Nitrogênio e Fósforo) e na própria empresa onde a autora desta dissertação trabalha (Coliformes Termotolerantes).

O Quadro 3.1 dispõe os parâmetros analisados em laboratório e as referências utilizadas.

Parâmetros analisados	Referências
DBO	<p>ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 10664 (Determinação de Resíduos – Método Gravimétrico – Método J), Rio de Janeiro, 1989.</p> <p>ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 12614 (Determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio – Método da Incubação), Rio de Janeiro, 1992.</p>
Nitrogênio Total	<p>American Public Health Association – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20^a ed., New York, APHA, AWWA, WEF, 1998.</p> <p>ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 13796 (Determinação de Nitrogênio Total), Rio de Janeiro.</p> <p>Procedimento Interno Controlab (Determinação de Nitratos), São Paulo, 2006.</p> <p>Procedimento Interno Controlab (Determinação de Nitritos), São Paulo, 2006.</p> <p>Procedimento Interno Controlab (Determinação de Nitrogênio Amoniacal), São Paulo, 2006.</p>
Fósforo Total	<p>American Public Health Association – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20^a ed., New York, APHA, AWWA, WEF, 1998, pgs. 4-139 e 4-144.</p> <p>ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 12772 (Água – Determinação de Fósforo), Rio de Janeiro.</p> <p>Procedimento de Operação do Espectrofotômetro DR/2500.</p>
Coliformes Termotolerantes	<p>American Public Health Association – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20^a ed., New York, APHA, AWWA, WEF, 1998.</p>

Quadro 3.1 – Parâmetros analisados e suas respectivas referências

3.4.1 Determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

3.4.1.1 Reagentes e Soluções utilizadas

- ✓ Água de Diluição: Estocou-se em um galão de vidro água deionizada e esta foi deixada com aeração, por um período suficiente para saturá-la de oxigênio (aproximadamente 12 horas).
- ✓ Inibidor de Nitrificação (2 cloro – 6 (triclorometil)piridina).
- ✓ Solução Tampão de Fosfatos: Dissolveu-se 8,5g de Fosfato Monobásico de Potássio P.A. (KH_2PO_4), 21,75g de Fosfato Dibásico de Potássio P.A. (K_2HPO_4), 33,4g de Fosfato Dibásico de Sódio Heptahidratado ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) e 1,7g de Cloreto de Amônio P.A. (NH_4Cl), em 500 mL de água deionizada e diluir a 1000 mL em balão volumétrico. O pH da solução foi de 7,2.
- ✓ Solução de Sulfato de Magnésio: Dissolveu-se 22,5g de $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ em água deionizada e diluir a 1000 mL em balão volumétrico.
- ✓ Solução de Cloreto de Cálcio: Dissolveu-se 27,5g de CaCl_2 Anidro P.A. em água deionizada e diluiu-se a 1000 mL em balão volumétrico.
- ✓ Solução de Cloreto Férrico: Dissolveu-se 0,25g de $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ P.A. em água deionizada e diluiu-se a 1000 mL em balão volumétrico.
- ✓ Solução de Sulfito de Sódio 0,025 N: Dissolveu-se 0,1575g de Na_2SO_3 Anidro P.A. em 100 mL de água deionizada (esta solução é preparada diariamente, momentos antes da análise).

3.4.1.2 Procedimentos

No dia anterior à análise das amostras, foi preparada a Água de Diluição. No momento do uso, para cada 1 litro de água, foi adicionado 1 mL das seguintes soluções: Solução Tampão de Fosfatos, Sulfato de Magnésio, Cloreto de Cálcio e Cloreto Férrico. Em um galão, adicionou-se o Inibidor de Nitrificação. A Água de Diluição foi homogeneizada e tampada com um chumaço de algodão. Para cada amostra, foram incubados 3 frascos de DBO. Realizou-se a aeração das amostras durante 15 a 30 minutos. Em seguida, adicionou-se à solução de Sulfito de Sódio, aproximadamente 3 mL para cada 100 mL de amostra, e

acertou-se o pH das amostras entre 6,5 e 7,5. O volume das amostras foi adicionado em cada frasco de DBO. A Água de Diluição foi homogeneizada e transferida por sifonação para cada frasco de DBO, até quase transbordar. Os frascos foram tampados cuidadosamente, sem deixar bolhas em seu interior. Em seguida, agitou-se os frascos, enchendo-os até a boca novamente com Água de Diluição, e ligou-se o Oxímetro. Realizou-se as leituras iniciais de Oxigênio Dissolvido nas amostras, que foram levadas em seguida a uma incubadora com temperatura de 20°C por 5 dias. Após este período, realizou-se as leituras finais da concentração de Oxigênio Dissolvido nas amostras.

3.4.2 Determinação de Nitrogênio Orgânico Total

3.4.2.1 Reagentes e Soluções utilizadas

- ✓ Solução de Ácido Sulfúrico 0,02 N: Em um balão volumétrico de 1000 mL, foram colocados 900 mL de água deionizada e, em seguida, adicionou-se 0,6 mL de Ácido Sulfúrico P.A.. Completou-se o volume com água deionizada.
- ✓ Solução de Ácido Bórico 2%: Dissolveu-se 20g de Ácido Bórico (H_3BO_3) em água deionizada e diluiu-se à um balão volumétrico de 1000 mL.
- ✓ Indicador Misto: Dissolveu-se 200 mg de Vermelho de Metila em 100 mL de Álcool Etílico ou Isopropílico. Em seguida, as duas soluções foram misturadas.
- ✓ Ácido Sulfúrico 6 N: Diluiu-se 168 mL de Ácido Sulfúrico em água deionizada e esperou-se esfriar. Em seguida, avolumou-se para balão volumétrico de 1L com água deionizada.
- ✓ Solução de Sulfato de Mercúrio: Dissolveu-se 8g de Óxido de Vermelho de Mercúrio P.A. (HgO), em 100 mL de Ácido Sulfúrico 6 N.
- ✓ Solução de Digestão: Dissolveu-se 134g de Sulfato de Potássio P.A. (K_2SO_4) em 650 mL de água deionizada, e adicionou-se com agitação, 200 mL de Ácido Sulfúrico P.A. e 25 mL da solução de Sulfato de Mercúrio. Diluiu-se a 1 litro com água deionizada e conservou-se à 20°C para prevenir a cristalização.

- ✓ Solução de Hidróxido e Tiosulfato de Sódio P.A.: Dissolveu-se 500g de Hidróxido de Sódio (NaOH) e 25g de Tiosulfato de Sódio Pentahidratado ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$), em água deionizada e diluiu-se a 1 litro.

3.4.2.2 Procedimentos

As amostras destinadas à análise de Nitrogênio Orgânico Total passaram pelas seguintes etapas:

- Remoção do Nitrogênio Amoniacal: utilizou-se um volume de 250 mL da amostra, destilando-se cerca de 100 mL da mistura e descartando-se este destilado.

- Digestão: a amostra do balão foi resfriada à temperatura ambiente. Em seguida, adicionou-se 50 mL da Solução de Digestão, misturando-se e aquecendo até que o volume reduziu-se a 25 – 50 mL, e ocorreu o aparecimento de densas fumaças brancas. Digeriu-se por mais 30 minutos, até que a solução tornou-se límpida.

- Destilação: as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente e diluídas a 300 mL com água deionizada. Misturou-se e adicionou-se 50 mL da Solução de Hidróxido e Tiosulfato de Sódio. O frasco foi conectado ao sistema de destilação e agitado para assegurar a homogeneidade. Foram coletados 200 mL do destilado, mantendo a ponta do condensador imersa em 50 mL da Solução Absorvente Ácida (Ácido Bórico), contida em um balão volumétrico de 250 mL. A ponta do condensador foi resfriada acima do nível da solução, e continuou-se a destilação por mais 2 minutos para limpar o sistema.

3.4.2.3 Cálculos

- Nitrogênio Orgânico: Nitrogênio obtido após Digestão e Destilação, com prévia eliminação da Amônia

- Nitrogênio Total: para obtenção do Nitrogênio Total, titulou-se o destilado com Solução de Ácido Sulfúrico 0,02N, usando como indicador 2 gotas do Indicador Misto. O cálculo foi realizado como segue:

$$N = \frac{\text{Vol. titulado} \times N \text{ real} \times 14000}{\text{Vol. de am. tomado p/ titulação}}$$

3.4.3 Determinação de Fósforo

3.4.3.1 Reagentes e Soluções utilizadas

- ✓ Molibdato de Amônio PA [(NH₄)₆Mo₇O₂₄ . 4H₂O)];
- ✓ Metavanadato de Amônio PA (NH₄VO₃);
- ✓ Fosfato Diácido de Potássio PA (KH₂PO₄);
- ✓ Persulfato de Amônio Cristalino PA [(NH₄)₂S₂O₈];
- ✓ Ácido Sulfúrico Concentrado PA (H₂SO₄);
- ✓ Ácido Nítrico Concentrado PA (HNO₃);
- ✓ Solução de Vanadomolibdato de Amônio : Dissolver 40,0 g de Molibdato de Amônio em 400 mL de água. Dissolver 1,0 g de Metavanadato de Amônio em uma mistura de 300 mL de água e 200 mL de Ácido Nítrico concentrado PA. Adicionar a Primeira solução à Segunda, misturar e diluir para 1000 mL com água deionizada.
- ✓ Solução Padrão de Fósforo (1 mL = 0,025 mg) : Diluir 500 mL da Solução Estoque em um balão volumétrico de 1000 mL , completando o volume com água deionizada.
- ✓ Solução de Ácido Sulfúrico 31 % : Em um béquer de 2000 mL, adicionar 600 mL de Água Deionizada, e em seguida, lentamente e com agitação constante, 310 mL de Ácido Sulfúrico Concentrado PA. Esperar esfriar e avolumar para 1000 mL com água deionizada.

3.4.3.2 Procedimentos

As amostras destinadas à análise de Fósforo receberam um tratamento preliminar, onde para cada ponto de coleta foram pipetados 100 mL da amostra previamente homogeneizada e acidificada com 5 mL de H₂SO₄ 31%. Em seguida, adicionou-se 1,0 g de Persulfato de Amônio Cristalino PA [(NH₄)₂S₂O₈], aquecendo-se a solução até o ponto de ebulição. Após

resfriada à temperatura ambiente, a solução foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL e completada com água deionizada.

Para construção da curva padrão, foram pipetados 2, 6, 10, 15 e 20 mL de Solução Padrão de Fósforo em balões volumétricos de 50 mL, para padrões de 1; 3; 5; 7,5 e 10 mg/L de fósforo, respectivamente. A curva foi plotada conforme o procedimento de espectrofotômetro DR/2500.

Uma vez encerrada a preparação para análise, foram acrescentados 25 mL de Solução de Vanadomolibdato de Amônio à 50 mL da amostra. As amostras preparadas foram analisadas em espectrofotômetro Hach modelo DR/2500, sendo que em paralelo também foi analisado em branco que passou pelo mesmo procedimento de preparação das amostras.

3.4.4 Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas da água destinam-se à verificação da qualidade higiênico-sanitária, através da pesquisa da presença de indicadores de contaminação fecal.

Para a realização das análises, pode-se utilizar várias metodologias, como por exemplo, Técnica de Tubos Múltiplos, Substrato Cromogênico e Técnica de Membrana Filtrante, sendo a última mais utilizada pela sua praticidade, e pelo tempo de preparo dos materiais e tempo de duração das análises serem menores em relação aos outros métodos existentes, além de permitir um grande volume de amostragem e um menor volume de meio de cultura.

A Técnica de Membrana Filtrante possui como fundamento a retenção dos microorganismos de interesse na superfície da membrana durante a filtração da amostra.

As análises são realizadas em uma Câmara de Fluxo Laminar, equipamento que possui um filtro específico (HEPA – High Efficiency Particulate Air Filter) para a remoção de partículas presentes no ar, possibilitando a criação de uma área de trabalho limpa, e um grau de assepsia suficiente para evitar a contaminação das amostras pelo ar do laboratório. As

superfícies da câmara são desinfetadas com álcool 70% antes e após a sua utilização.

Todos os materiais utilizados para as análises são previamente esterilizados em Autoclave, por 15 minutos a 121°C.

A metodologia de análise tem como referência o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA/AWWA, 20^a ed. 1998), e consiste na filtração de 100 mL de amostra de água e de suas diluições decimais em Solução Salina 0,9%, utilizando-se aparelhos para filtração estéreis, contendo membranas filtrantes com porosidade de 0,45 micras e diâmetro aproximado de 47 mm. Essas membranas, então, são adicionadas em placas de petri contendo Meio Endo, hidratadas com 3 mL de água destilada estéril, e incubadas em Estufa de Cultura a 35 – 37°C durante 24 ± 2 horas.

Após esse período, é efetuada a contagem das colônias com o auxílio de um Contador de Colônias. O resultado positivo para coliformes termotolerantes é indicado pelo crescimento de colônias verde brilhantes (Figura 3.3), e é dado em UFC (Unidades Formadoras de Colônias).

3.4.5 Técnica de Membrana Filtrante

3.4.5.1 Meios de Cultura e Soluções utilizadas

- ✓ Meio de Cultura Seletivo para o tipo de bactéria a ser analisada;
- ✓ Solução Salina 0,9% - Água de Diluição;
- ✓ Água Destilada Estéril;
- ✓ Álcool 70%.

3.4.5.2 Procedimentos

Antes de iniciar a análise, limpar a superfície e as laterais da Câmara de Fluxo Laminar com álcool 70%, ligar a Operação por 10 minutos e em seguida a Lâmpada UV por 30 minutos.

Iniciar a diluição das amostras, homogeneizando-as no mínimo 25 vezes.

Com pipetador de volumes, transferir 10 mL da amostra para um frasco contendo 90 ± 2 mL de água de diluição, antecipadamente identificado.

Prepara-se assim, a primeira diluição decimal (10^{-1}).

Com pipetador de volumes, transferir 10 mL para um frasco contendo 90 ± 2 mL de água de diluição, conseguindo-se assim a segunda diluição decimal (10^{-2}).

Homogeneizar o frasco contendo a segunda diluição decimal.

Proceder desta maneira na sequência de diluições desejadas (10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-n}), sempre trocando as ponteiros do pipetador de volumes.

Ordenar os frascos contendo as diluições, mantendo a sequência decrescente das mesmas (da maior para a menor diluição efetuada).

Hidratar o Meio de Cultura com aproximadamente 3 mL de água destilada estéril.

Retirar a parte superior do porta-filtro e, com as extremidades da pinça esterilizada, colocar uma membrana filtrante estéril, com a face quadriculada voltada para cima, centralizando-a sobre a parte inferior do porta-filtro.

Acoplar a parte superior do porta-filtro à parte inferior, tomando cuidado para não danificar a membrana.

Retirar a tampa da parte superior do porta-filtro e verter cuidadosamente o volume da amostra a ser examinada, sempre da maior para a menor diluição.

Tampar a parte superior do porta-filtro e proceder a filtração com o auxílio da bomba de vácuo.

Após a filtração, separar a parte superior do porta-filtro e, com o auxílio de uma pinça esterilizada, retirar cuidadosamente a membrana, colocando-a na superfície do Meio de Cultura contido na placa de petri, devidamente identificada.

Toda a área da membrana deve ficar completamente aderida ao Meio de Cultura.

Após a filtração das amostras, incubar as placas em Estufa de Cultura a $35 - 37^{\circ}\text{C}$, durante 24 ± 2 horas.

Após este período, com o auxílio de um Contador de Colônias, efetuar a contagem, considerando colônias verde-brilhantes positivas para Coliformes Termotolerantes.

Multiplicar o número de colônias apresentado pelo número da respectiva diluição. Exemplo: Foram contadas 5 colônias na placa cuja diluição era 10^{-2} (100), então $5 \times 100 = 500$ ($5,0 \times 10^2$). Portanto, UFC/100mL = 500 ou $5,0 \times 10^2$.

3.5 Cálculo do IQA

A partir de um estudo realizado em 1970 pela “National Sanitation Foundation” dos Estados Unidos, a CETESB adaptou e desenvolveu o IQA – Índice de Qualidade das Águas, o qual incorpora nove variáveis consideradas relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para abastecimento público.

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram as variáveis a serem avaliadas, o peso relativo e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores “rating”. Das 35 variáveis indicadoras de qualidade de água inicialmente propostas, somente nove foram selecionadas: Coliformes Termotolerantes, pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio Total, Fósforo Total, Temperatura, Turbidez, Sólidos Totais Dissolvidos e Oxigênio Dissolvido (OD). Para estas, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro. Estas curvas de variação, sintetizadas em um conjunto de curvas médias para cada parâmetro, bem como seu peso relativo correspondente, são apresentadas na Figura 3.6 – Parâmetros Físicos, Figura 3.7 – Parâmetros Químicos e Figura 3.8 – Parâmetro Biológico.

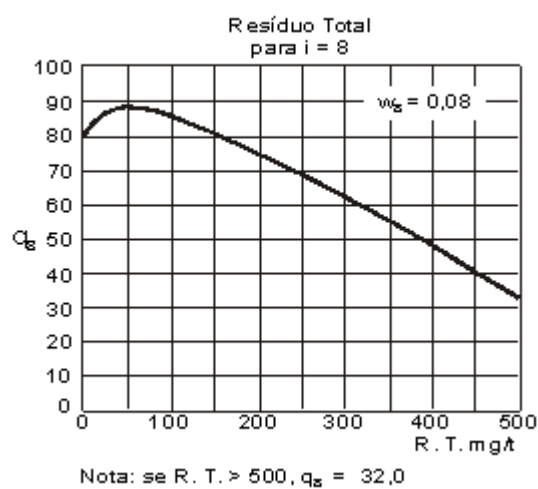
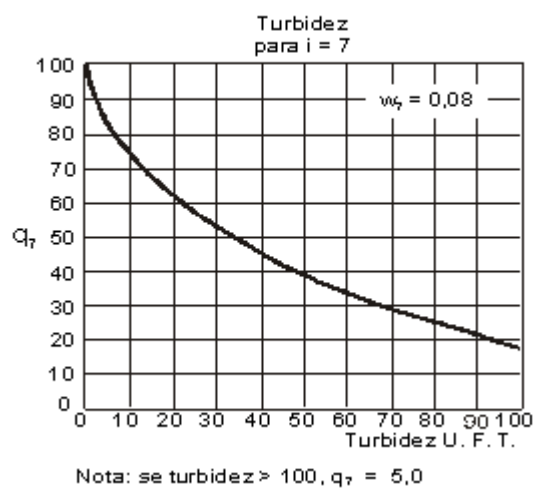
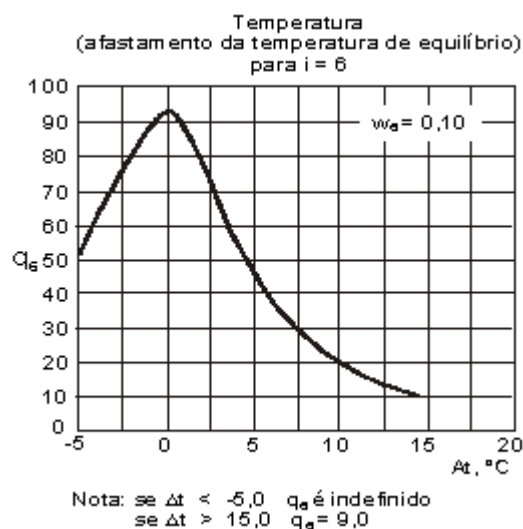


Figura 3.6 – Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas – Parâmetros Físicos (CETESB, 2005).

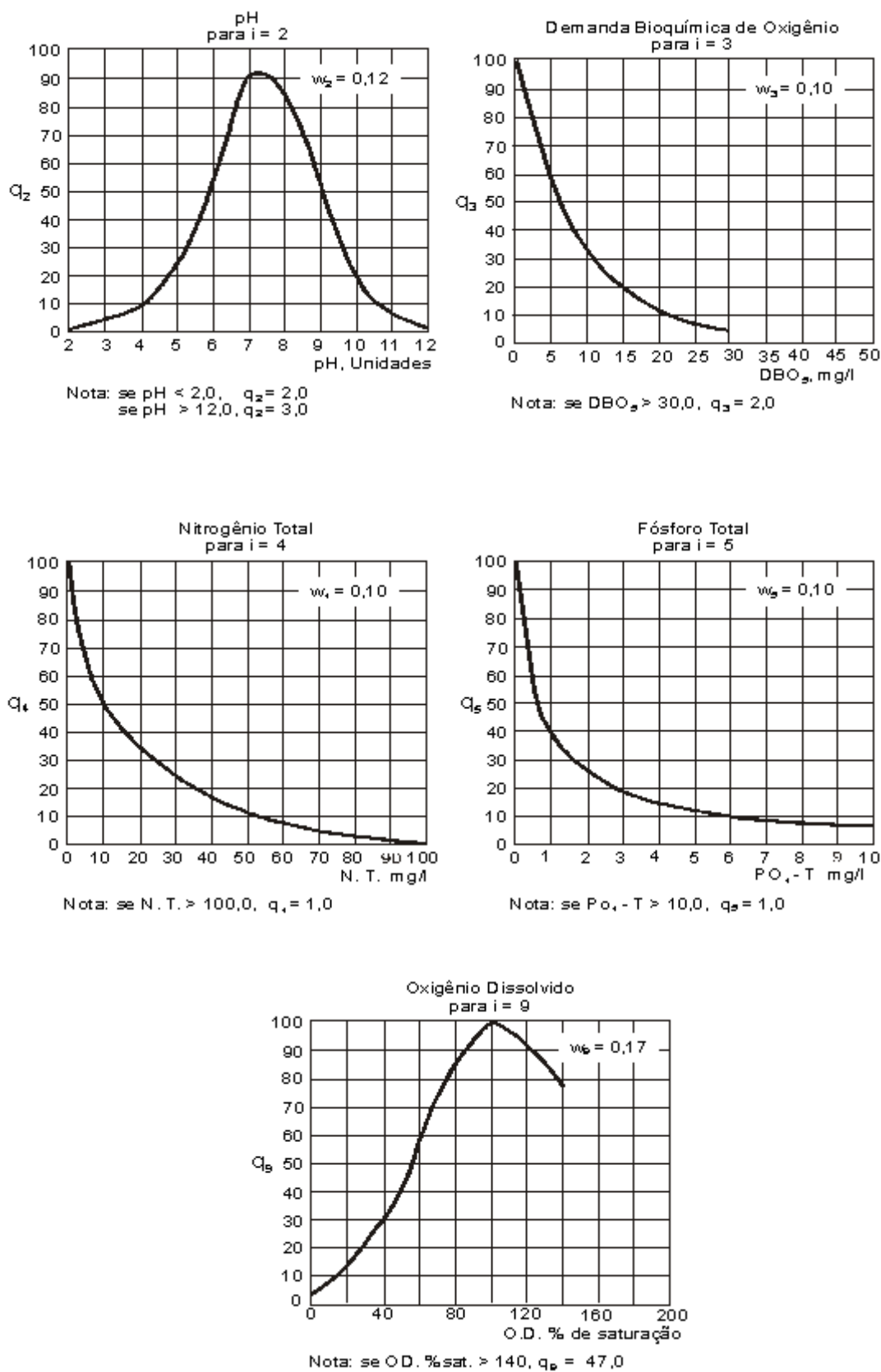


Figura 3.7 – Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas – Parâmetros Químicos (CETESB, 2005).

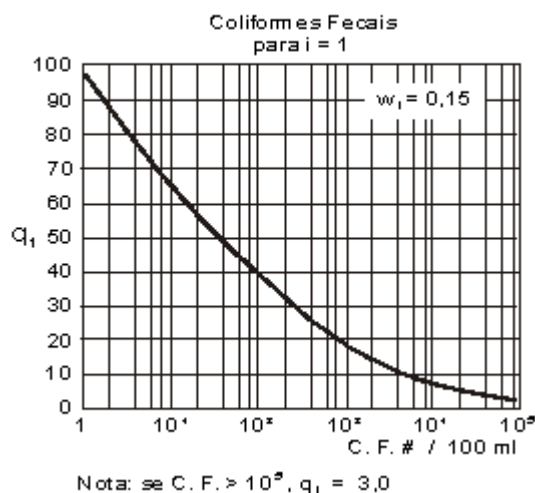


Figura 3.8 – Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas – Parâmetro Biológico (CETESB, 2005).

O Índice de Qualidade das Águas foi proposto com o objetivo de resumir as variáveis analisadas em um só número, que representa a condição da qualidade da água.

Em geral, o IQA é um número adimensional que varia de 0 a 100, e exprime a qualidade da água para diversos fins. Esse número resulta da agregação de dados físicos, químicos e microbiológicos por meio de metodologias específicas.

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice.

A seguinte fórmula é utilizada:

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

onde:

- **IQA** = Índice de Qualidade das Águas, ou seja, um número entre 0 e 100;
- **qi** = qualidade do i-ésimo parâmetro, também variável entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;
- **wi** = peso correspondente do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

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

em que:

- **n** = número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

A tabela 3.1 dispõe resumidamente os componentes indicados anteriormente.

Tabela 3.1 - Resumo dos componentes para o cálculo do IQA, com destaque à importância de cada variável (CETESB, 2005).

i-ÉSIMO	VARIÁVEL	PESO no IQA
9	OD	0,17
1	Coliformes Termotolerantes	0,15
2	pH	0,12
3	DBO	0,10
4	Nitrogênio Total	0,10
5	Fósforo Total	0,10
6	Temperatura da Água	0,10
7	Turbidez	0,08
8	Sólidos totais	0,08
		SOMATÓRIA = 1 OU 100%

No caso de não se dispor do valor de alguma das nove variáveis, o cálculo do IQA é inviabilizado.

A avaliação final desse índice é expressa numericamente por valores que variam na escala de 0 a 100. Para cada conjunto de valores obtidos há uma qualificação específica, representada também na forma de cores padronizadas (Quadro 3.2).

Valor	Qualificação	Cor
80 – 100	Ótima	Azul
52 – 79	Boa	Verde
37 – 51	Aceitável	Amarela
20 – 36	Ruim	Vermelha
0 - 19	Péssima	Preta

Quadro 3.2 - Índice de Qualidade da Água – IQA (CETESB, 1997 apud CETESB, 2005).

Após obtenção dos valores dos parâmetros que compõem o IQA, foi possível determinar o seu valor para cada ponto analisado mensalmente. Os resultados encontram-se disponíveis no Capítulo 6.

4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

4.1 A Bacia Hidrográfica como Unidade de Estudo, Planejamento e Gestão

Bacias hidrográficas têm sido adotadas como unidades de estudo, planejamento e gestão para a análise do meio ambiente, em função de sua operacionalidade. Tal procedimento é estimulado pela regulamentação da Política Nacional de Recursos Hídricos, que prevê a criação de comitês com a participação de todos os setores da sociedade.

Do ponto de vista ambiental, a bacia hidrográfica é um sistema biofísico e socioeconômico, integrado e interdependente, no qual são estabelecidas diversas atividades antrópicas, que modificam, substancialmente, a paisagem natural. Ao se analisar os impactos decorrentes dessa alteração, verifica-se uma relação íntima destes com o uso e ocupação da bacia hidrográfica.

De acordo com Rocha, Pires e Santos (2004), a utilização da bacia hidrográfica como unidade de análise permite o planejamento adequado dos recursos hídricos, envolvendo procedimentos que incluem o inventário e o levantamento de informações básicas do ambiente, como clima, relevo, geologia, hidrologia, fauna, flora, qualidade da água e aspectos culturais. De posse dessas informações, por meio de uma análise integrada de dados, é possível caracterizar e reconhecer, por exemplo, áreas críticas, riscos ambientais tecnológicos, dentre outros, o que propicia a elaboração de diagnósticos, prognósticos e zoneamento ambiental.

Ross e Prette (1994) destacam que a principal desvantagem da adoção da bacia hidrográfica como unidade de gestão, é o fato de interposição de administração municipal, uma vez que nem sempre os limites estaduais e municipais respeitam os limites de bacia. Acredita-se, porém, que esse fator não seja impecílio para a adoção da bacia hidrográfica como unidade de estudo, em função de inúmeras outras vantagens.

4.2 Impactos Ambientais Antrópicos pelo Uso e Ocupação em Bacias Hidrográficas

O conhecimento das características e realidades geoambientais de uma determinada região constitui um instrumento fundamental para o seu desenvolvimento sustentado. A sociedade dispõe de diversos recursos naturais, sendo que, dentre eles, a água aparece como um dos mais importantes, pois é indispensável para a sobrevivência.

Segundo estudiosos, do total de recursos hídricos dulcícolas disponíveis no planeta Terra, apenas uma pequena porcentagem encontra-se facilmente acessível para o uso humano, localizando-se principalmente em rios, lagos e na atmosfera, principalmente, ou concentrada em níveis freáticos.

O crescimento populacional e as formas de ocupação são fatores dos mais relevantes na alteração da qualidade da água em reservatórios voltados ao abastecimento público urbano, pois os recursos naturais estão cada vez mais reduzidos, em decorrência dos impactos crescentes da presença humana sobre os ecossistemas (TUNDISI, 2003).

Ao analisar as características físicas, químicas e biológicas dos recursos hídricos, verifica-se uma relação destas com os usos da bacia hidrográfica, o que faz com que o compartimento água seja representativo das diversas atividades humanas desenvolvidas na bacia. Dentro desse contexto, é possível verificar diferenças significativas no eixo longitudinal do rio (da nascente até a foz), as quais são decorrentes da urbanização, industrialização, mineração e atividades agropastoris, que, direta ou indiretamente, promovem alterações na estrutura e funcionamento dos sistemas hídricos, com consequências finais para o próprio homem (MORAES, 2001).

Idêntica opinião pode ser encontrada em Collares (2000), que ressalta que entre as atividades antrópicas que podem gerar alterações na paisagem, ou nas características físicas ou químicas das águas de uma bacia hidrográfica, as que mais se destacam são aquelas advindas da agropecuária, da urbanização, da mineração e das indústrias.

Entende-se por poluição das águas a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d'água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos (SPERLING, 1996).

Existem basicamente duas formas em que a fonte de poluentes pode atingir um corpo d'água: poluição pontual e poluição difusa (Figura 4.1).

Na poluição pontual, os poluentes atingem o corpo d'água de forma concentrada no espaço. Um exemplo é o da descarga em um rio de um emissário transportando os esgotos de uma comunidade.

Na poluição difusa, os poluentes adentram o corpo d'água distribuídos ao longo de parte da sua extensão. Tal é o caso típico da poluição veiculada pela drenagem pluvial natural, a qual é descarregada no corpo d'água de uma forma distribuída, e não concentrada em um único ponto.

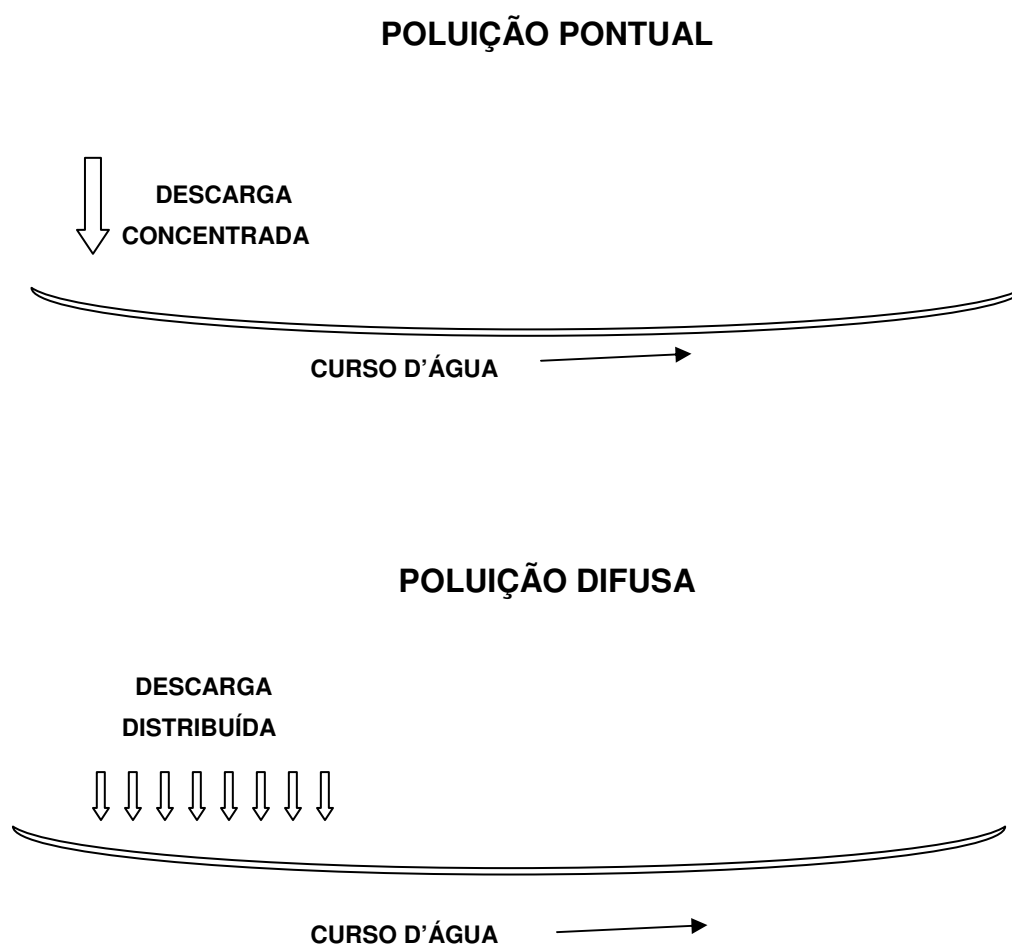


Fig. 4.1 - Poluição pontual e poluição difusa (SPERLING, 1996).

Para a avaliação do impacto da poluição e da eficácia das medidas de controle, é necessária a quantificação das cargas poluidoras afluentes ao corpo

d'água. Para tanto, são necessários levantamentos de campo na área de estudo, incluindo amostragem dos poluentes, análises de laboratório, entre outros.

As cargas poluentes decorrentes de efluentes domésticos e industriais (poluição urbana), ocorrem devido a lavagem das ruas e erosão urbana trazendo uma grande quantidade de poluentes para os rios. A poluição de origem agrícola ocorre devido à erosão do solo (sedimentos) e o escoamento pluvial proveniente das áreas plantadas que transporta os sedimentos, nutrientes (fertilizantes) e os compostos químicos adicionados ao plantio (pesticidas). Os principais indicadores estão relacionados com: DBO, Fósforo e Nitrogênio que caracterizam os nutrientes e podem afetar as condições aquáticas quanto à disponibilidade de oxigênio e à eutrofização. Os coliformes são indicadores de contaminação por organismos patogênicos e podem ter como fontes principais os animais, além da própria população (TUCCI, 2006).

4.2.1 Eutrofização dos Corpos D'Água

Eutrofização é o processo onde um corpo aquático recebe uma carga excessiva de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, que provocam o enriquecimento do meio, tornando-o mais fértil e possibilitando o crescimento em maior extensão dos seres vivos que os utilizam, especialmente as algas. Estas grandes concentrações de algas podem trazer prejuízos aos usos que se possam fazer desse corpo aquático, prejudicando seriamente o abastecimento público ou causando poluição por morte e decomposição (CETESB, 2003).

O nitrogênio e o fósforo orgânico, contidos no material fecal humano e nos restos de matéria orgânica lançados, são normalmente reciclados pelas bactérias, o que pode levar ao crescimento de algas planctônicas (eutrofização) que, por sua vez, reduz drasticamente o conteúdo do oxigênio dissolvido da água, podendo causar mortandade de peixes e outros organismos aquáticos por asfixia (ROCHA; BRANCO, 1986).

A eutrofização pode ser natural ou artificial. Quando natural, é um processo lento e contínuo que resulta do aporte de nutrientes trazidos pelas chuvas e pelas águas superficiais que erodem e lavam a superfície terrestre. A eutrofização natural corresponde ao que poderia ser chamado de

“envelhecimento natural” do lago. Quando ocorre artificialmente, ou seja, quando é induzida pelo homem, a eutrofização é denominada de artificial, cultural ou antrópica. Neste caso, os nutrientes podem ter diferentes origens, como: efluentes domésticos, efluentes industriais e/ou atividades agrícolas, entre outras. Este tipo de eutrofização é responsável pelo “envelhecimento precoce” de ecossistemas lacustres.

A eutrofização artificial é um processo dinâmico, no qual ocorrem profundas modificações qualitativas e quantitativas nas comunidades aquáticas, nas condições físicas e químicas do meio e no nível de produção do sistema, podendo ser considerada uma forma de poluição (ESTEVES, 1998).

A descrição a seguir ilustra a possível sequência da evolução do processo de eutrofização em um corpo d'água, como um lago ou represa. O nível de eutrofização está usualmente associado ao uso e ocupação da terra predominante na bacia hidrográfica.

- Ocupação por matas e florestas (Figura 4.2)

Um lago situado em uma bacia de drenagem ocupada por vegetação climácica apresenta usualmente uma baixa produtividade, isto é, há pouca atividade biológica de produção (síntese) no mesmo. Mesmo nestas condições naturais e de ausência de interferência humana, o lago tende a reter sólidos que se sedimentam, constituindo uma camada de lodo no fundo. Com os fenômenos de decomposição do material sedimentado, há um certo aumento, ainda incipiente, do nível de nutrientes na massa líquida. Em decorrência, há uma progressiva elevação na população de plantas aquáticas na massa líquida e, em conseqüência, de outros organismos situados em níveis superiores na cadeia alimentar (cadeia trófica).

Na bacia hidrográfica, a maior parte dos nutrientes é retida dentro de um ciclo quase fechado. As plantas, ao morrerem e caírem no solo, sofrem decomposição, liberando nutrientes. Numa região de vegetação climácica, a capacidade de infiltração da água da chuva no solo é elevada. Em conseqüência, os nutrientes lixiviam pelo solo, onde são absorvidos pelas raízes das plantas, voltando a fazer parte da sua composição, e fechando, desta forma, o ciclo (SPERLING, 1996).



Fig. 4.2 – Ocupação por matas e florestas (SPERLING, 1996).

- Ocupação por agricultura (Figura 4.3)

A retirada da vegetação natural da bacia para ocupação por agricultura representa, usualmente, uma etapa intermediária no processo de deterioração de um corpo d'água. Os vegetais plantados na bacia são retirados para consumo humano, muito possivelmente fora da própria bacia hidrográfica. Com isto, há uma retirada, não compensada naturalmente, de nutrientes, causando uma quebra no ciclo interno dos mesmos. Para compensar esta retirada, e para tornar a agricultura mais intensiva, são adicionados artificialmente, fertilizantes, isto é, produtos com elevados teores dos nutrientes nitrogênio e fósforo. Os agricultores, visando garantir uma produção elevada, adicionam quantidades elevadas de N e P, frequentemente superiores à própria capacidade de assimilação dos vegetais.

A substituição das matas por vegetais agricultáveis pode causar também uma redução da capacidade de infiltração no solo. Assim, os nutrientes, já adicionados em excesso, tendem a escoar superficialmente pelo terreno, até atingir, eventualmente, o lago ou represa.

O aumento do teor de nutrientes no corpo d'água causa um certo aumento do número de algas e, em consequência, dos outros organismos, situados em degraus superiores da cadeia alimentar (SPERLING, 1996).

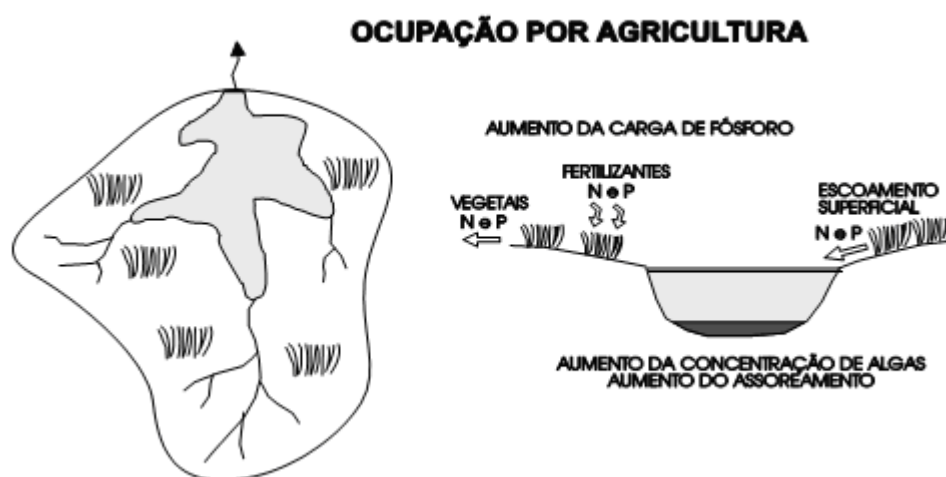


Fig. 4.3 - Ocupação por agricultura (SPERLING, 1996)

- Ocupação urbana (Figura 4.4)

Caso se substitua a área agricultável da bacia hidrográfica por ocupação urbana, uma série de conseqüências irá ocorrer, desta vez em taxa maior (SPERLING, 1996).

- *Assoreamento*: a implantação de loteamentos implica em movimentos de terra para as construções. A urbanização reduz também a capacidade de infiltração das águas no terreno. As partículas de solo tendem, em conseqüência, a seguir pelos fundos do vale, até atingir o lago ou represa. Aí, tendem a sedimentar, devido às baixíssimas velocidades de escoamento horizontal. A sedimentação das partículas de solo causa o assoreamento, reduzindo o volume útil do corpo d'água, e servindo de meio suporte para o crescimento de vegetais fixos de maiores dimensões (macrófitas) próximos às margens. Estes vegetais causam uma evidente deterioração no aspecto visual do corpo d'água.
- *Drenagem pluvial urbana*: a drenagem urbana transporta uma carga muito maior de nutrientes que os demais tipos de ocupação da bacia. Este aporte de nutrientes contribui para uma elevação no teor de algas na represa.

- *Esgotos*: o maior fator de deterioração está associado aos esgotos oriundos das atividades urbanas. Os esgotos contêm nitrogênio e fósforo, presentes nas fezes e urina, nos restos de alimentos, nos detergentes e outros subprodutos das atividades humanas. A contribuição de N e P através dos esgotos é bem superior à contribuição originada pela drenagem urbana.



Fig. 4.4 - Ocupação urbana (SPERLING, 1996).

4.3 Qualidade das Águas

4.3.1 Generalidades

A água possui uma capacidade universal de dissolver substâncias, fazendo com que ela, no meio ambiente, carregue consigo muitas substâncias químicas, minerais e até nutrientes (BRADY; HUMISTON, 1985). Como consequência dessa característica, é praticamente impossível encontrar-se água pura na natureza, especialmente as do tipo doce, tendo em vista que os ambientes terrestres onde é encontrada correspondem a locais frequentemente contaminados pela ação antrópica. Por outro lado, é sabido que todo tipo de impacto ambiental tende a deixar sinais ou remanescentes na forma de compostos dissolvidos nos leitos aquíferos (TUNDISI, 2003).

A poluição da água pode ter origem nas zonas urbana, rural ou industrial e pode ser amenizada ou, até mesmo intensificada, dependendo do tipo de solo, rocha ou outras características físicas do meio ambiente.

Segundo Santos et al. (2001), são necessários programas de monitoramento da qualidade da água, a fim de que as substâncias nela presentes possam ser identificadas, de modo que se possam garantir condições de uso atuais e futuros da água, em suas diversas utilidades. Além disso, como indica Esteves (1998), a formação de grandes aglomerados urbanos e industriais requer, cada vez mais, água de boa qualidade para os abastecimentos doméstico e industrial, além da demanda progressivamente maior por água para irrigação e lazer.

4.3.2 A Legislação e a Qualidade das Águas

No início do século passado surgiu a primeira legislação em defesa da qualidade das águas utilizadas pela população, chamada Código das Águas no Brasil.

Apresentada ao governo federal e remetida em seguida à Câmara Federal, a primeira versão do Código das Águas no Brasil data de 1907, mas somente aprovada em 1934. Até 1920, com algumas exceções como as secas no Nordeste do país, a água no Brasil não representou problemas ou limitações, tendo uma cultura de abundância até os dias atuais.

Com o desenvolvimento agrícola e hidroenergético de nossos mananciais, medidas reguladoras revelaram-se necessárias. Foram criadas comissões de estudos que em 10 de julho de 1934 sancionaram o Decreto nº 24.643 que instituiu o Código das Águas no Brasil. Essa carta legal, apesar de sancionada há mais de seis décadas, é considerada pelo preceito jurídico, até hoje, como um modelo de direito em relação às águas brasileiras.

Entre seus preceitos, os mais significativos eram os enquadramentos criminais em relação à contaminação das águas, bem como a responsabilização criminal por ela, através de melhorias, multas e tributações.

Sua preocupação principal incidia sobre exigências acuteladoras de interesses gerais quanto à salubridade pública.

A partir do Código das Águas, devido ao início do desenvolvimento industrial e sua conseqüente urbanização, o consumo de águas e energia

aumentou e surgiram, portanto, um diversificado número de decretos e conselhos reguladores como o Conselho Nacional das Águas, o Ministério das Minas e Energia entre outros.

Nas décadas de 1970 e 80, o afervorado crescimento urbano do país, bem como a melhora na qualidade de vida de uma grande parcela da população, demandou muita água e exigiu maior atenção e mudanças de comportamento frente ao uso dos recursos hídricos.

Promulgada em 1988, a Constituição Federal em vigência modificou em vários aspectos o Código das Águas. Uma das principais alterações foi a extinção de alguns assuntos previstos pelo instrumento legal do domínio privado da água. Segundo a Constituição atual todos os corpos d'água são de domínio público.

Desde o início dos anos 1990 uma grande ampliação no antigo Código das Águas foi aprovada e esse dispositivo legal foi chamado de "Lei dos Recursos Hídricos" ou Lei 9.433, promulgada em 8.1.1997. Essa Lei instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, cujo principal preceito é a água como um bem de domínio público e assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, sendo a utilização de maior importância, a dessedentação humana e de animais.

Criou, também, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH) e trouxe uma série de inovações que pretendia dar mais dinamismo e liberdade à gestão dos recursos hídricos no Brasil. Entre outras inovações, criou os planos de recursos hídricos, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e o enquadramento dos corpos d'águas por classes de usos.

O Brasil é hoje considerado detentor do mais adequado instrumento legal para assegurar a sustentabilidade do uso dos seus recursos hídricos, principalmente em relação ao abastecimento da população, o que foi enfatizado com a criação da Lei de Crimes Ambientais ou Lei 9.605 de 12.2.1998.

Segundo o Decreto nº 10.755, de 22 de novembro de 1977, que dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas, o Reservatório Tanque Grande e todos os seus afluentes até a

barragem, no Município de Guarulhos, são Corpos de Água pertencentes à Classe I.

4.3.3 Indicadores da Qualidade das Águas

No Brasil, o órgão responsável pela classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelecer as condições e padrões de lançamentos de efluentes, é o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Criado em 1981 pela Lei 6.938/81, trata-se do órgão brasileiro responsável pela deliberação assim como para consulta de toda a política nacional de meio ambiente. É um órgão colegiado de caráter normativo, deliberativo e consultivo do Ministério do Meio Ambiente.

No que concerne à classificação dos corpos d'água, segundo os usos pretendidos, a mais recente resolução desse conselho sobre o assunto é a de nº 357, de 17 de Março de 2005, e classifica os corpos d'água no Brasil em águas doces (com salinidade igual ou inferior a 0,5‰), salobras (com salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 30‰) e salinas (com salinidade igual ou superior a 30‰).

Nesse documento, as águas doces são classificadas em cinco classes: especial, 1, 2, 3 e 4. Dessas, somente a classe 4 não pode ser utilizada no abastecimento ou qualquer tipo de utilização humana e da maioria dos seres vivos, devido à sua baixa qualidade, cujos custos de tratamento inviabilizam o seu aproveitamento. As demais diferem entre si pelo tipo de tratamento a ser utilizado na desinfecção das mesmas, antes da sua distribuição à população.

Cada classe é associada a valores-limite e condições para cada parâmetro de qualidade da água.

4.3.4 Avaliação da Qualidade das Águas

A avaliação da qualidade da água tem por objetivo agrupar um grande número de informações em uma forma que possibilite pronta interpretação e reconhecimento das tendências ao longo do tempo e do espaço. Desse modo, os indicadores da variação da qualidade da água são considerados uma aproximação válida das alterações ambientais (BOLLMAN; MARQUES, 2000).

Idealmente, cada indicador é preciso e exato na descrição de uma função particular do ambiente, e servirá como sinal de mudanças desejáveis e indesejáveis ocorridas ou que poderão ocorrer no futuro.

Os indicadores são os atributos fundamentais que fornecem a impressão da tendência ou condição maior, e se apóiam nos componentes principais de todo o ecossistema (ROMEIRO, 2004).

4.3.5 Índices de Qualidade das Águas

Os índices e indicadores ambientais nasceram como resultado da crescente preocupação social com os aspectos ambientais de desenvolvimento, processo que requer um número elevado de informações em graus de complexidade cada vez maiores. Por outro lado, os indicadores tornaram-se fundamentais no processo decisório de políticas públicas e no acompanhamento de seus efeitos. Esta dupla vertente, apresenta-se como um desafio permanente de gerar indicadores e índices que tratem um número cada vez maior de informações, de forma sistemática e acessível, para os tomadores de decisão.

Nessa linha, a CETESB utiliza desde 1975, o Índice de Qualidade das Águas – IQA, com vistas a servir de informação básica de qualidade de água para o público em geral, bem como para o gerenciamento ambiental das 22 Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.

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

As variáveis de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA, refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. È importante também salientar que este índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como

determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas.

A crescente urbanização e industrialização de algumas regiões do Estado de São Paulo tem como conseqüência um maior comprometimento da qualidade das águas dos rios e reservatórios, devido, principalmente, à maior complexidade de poluentes que estão sendo lançados no meio ambiente e à deficiência do sistema de coleta e tratamento dos esgotos gerados pela população. Sendo assim, a qualidade da água obtida através do IQA apresenta algumas limitações, entre elas a de considerar apenas a utilização para o abastecimento público. Além disso, mesmo considerando-se esse fim específico, o índice não contempla outras variáveis, tais como: metais pesados, compostos orgânicos com potencial mutagênico, substâncias que afetam as propriedades organolépticas da água, número de células de cianobactérias e o potencial de formação de trihalometanos das águas de um manancial. (CETESB, 2006).

Desde 2002, a CETESB utiliza índices específicos para cada uso do recurso hídrico: IAP – Índice de Qualidade de Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público e o IVA – Índice de Preservação da Vida Aquática.

Para refletir a qualidade das águas para seus múltiplos usos, tem-se, ainda o índice de Balneabilidade, que avalia as condições da água para fins de recreação de contato primário.

Assim, a avaliação da qualidade das águas é composta pelos Índices:

- Qualidade de Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP);
- Preservação da Vida Aquática (IVA);
- Balneabilidade (IB).

4.3.5.1 IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público

O IAP é o produto da ponderação dos resultados atuais do IQA (Índice de Qualidade de Águas) e do ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas), que é composto pelo grupo de substâncias que afetam a qualidade organoléptica da água, bem como de substâncias tóxicas.

4.3.5.2 IVA – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas

O IVA (ZAGATTO et al., 1999) tem o objetivo de avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora em geral, diferenciado, portanto, de um índice para avaliação da água para o consumo humano e recreação de contato primário. O IVA leva em consideração a presença e concentração de contaminantes químicos tóxicos, seu efeito sobre os organismos aquáticos (toxicidade) e duas variáveis consideradas essenciais para a biota (pH e Oxigênio Dissolvido). O IVA fornece informações não só sobre a qualidade da água em termos ecotoxicológicos, como também sobre o seu grau de trofia.

4.3.5.3 IB – Índice de Balneabilidade

O Índice de Balneabilidade visa avaliar a qualidade da água para fins de recreação de contato primário, sendo aplicado em praias de águas interiores, localizadas em rios e reservatórios.

4.3.5.4 IQA – Índice de Qualidade das Águas

A partir de um estudo realizado em 1970 pela “National Sanitation Foundation” dos Estados Unidos, a CETESB adaptou e desenvolveu o IQA – Índice de Qualidade das Águas, o qual incorpora nove variáveis consideradas relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para abastecimento público: Coliformes Termotolerantes, pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio Total, Fósforo Total, Temperatura, Turbidez, Sólidos Totais Dissolvidos e Oxigênio Dissolvido (OD), conforme mencionado anteriormente no Capítulo 3, item 3.4.

4.3.6 Parâmetros de Qualidade

A qualidade da água pode ser representada por diversos parâmetros que traduzem as principais características físicas, químicas e biológicas. As características desejáveis da água dependem do uso que dela será feito. As exigências para a água destinada ao consumo humano são diferentes das relativas à usada na irrigação ou na recreação.

As características físicas estão relacionadas, principalmente, com o aspecto estético da água. Nelas incluem a cor, a turbidez, o sabor e o odor. As análises químicas as determinam de modo mais preciso. Uma série extensa de parâmetros pode ser analisada, tais como pH, dureza, alcalinidade, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), fenóis e compostos tóxicos (metais pesados e pesticidas).

Entre as impurezas presentes nas águas, estão os organismos que, conforme sua natureza, têm grande significado, principalmente para o abastecimento humano, pois alguns deles, como certas bactérias, vírus e protozoários, são patogênicos e podem provocar doenças e epidemias. As características biológicas das águas são usualmente determinadas por indicadores da presença de matéria fecal. As bactérias utilizadas como indicadores são os coliformes termotolerantes (ROMEIRO, 2004).

Segundo Zilberman (1997), os agentes biológicos são muito importantes na sua relação com a saúde pública, e podem também ser significantes na modificação das características físicas e químicas da água. Uma fonte de água para abastecimento deve ser tão livre de atividades biológicas quanto for possível.

4.4 Importância dos parâmetros analisados que compõem o IQA

A água cobre três quartos do globo terrestre e as águas salgadas dos mares e oceanos respondem por 97% de seu volume total; dos 3% restantes – de água doce, 2,3% estão armazenados nas geleiras e calotas polares. Somente 0,7% (ou 9 milhões de quilômetros cúbicos) estão contidos no subsolo, lagos, rios e são passíveis de exploração.

Daí a grande preocupação, hoje, com esse elemento vital para o ecossistema. O crescimento da população, aliado ao desenvolvimento industrial e tecnológico, coloca em xeque a disponibilidade de água com qualidade para o ser humano. A visão fragmentada de progresso põe o Homem diante de novos desafios, desta vez, o da preservação.

Conforme dados da Organização das Nações Unidas (ONU), a escassez de água potável atinge hoje 2 bilhões de pessoas e prevê-se que no ano de 2025, caso os níveis de consumo se mantenham no patamar atual, cerca de 4 bilhões de pessoas não terão água de qualidade para consumir. Em outras

palavras, isto quer dizer que cerca da metade da população mundial irá encontrar sérias dificuldades para encontrar água para satisfazer as suas necessidades mais elementares.

A Organização das Nações Unidas (ONU) estima que 25 milhões de pessoas no mundo morrem por ano devido a doenças transmitidas pela água, como hepatite A, poliomielite, verminoses, febre tifóide, cólera, salmonelose e outras gastroenterites.

Os três espaços vitais do globo – terra, água e ar – onde vivem o homem, as plantas e os animais, estão ameaçados pela própria civilização, sendo a água o elemento básico para a sobrevivência das espécies, pois todas as formas de vida são dependentes dela. O homem, por exemplo, pode passar 28 dias sem comer, mas só 3 dias sem beber.

A degradação da qualidade do ambiente, em geral, e da água em particular, devido ao lançamento de esgotos não tratados nos rios, principalmente, atinge níveis nunca imaginados no mundo, em geral e no Brasil, em particular. Estima-se que mais da metade dos rios do mundo estejam poluídos.

O conhecimento de dados simples como os acima citados permite que se tome consciência da importância da água no mundo moderno e das responsabilidades coletivas de estados e municípios e de todas as comunidades de usuários.

Nos dias de hoje, a água, especialmente a do tipo doce, adquire uma grande importância para a sociedade, em função de suas várias aplicações: abastecimento, geração de energia, navegação, alimentação, lazer, dentre outras.

No entanto, as diferentes formas de uso e ocupação do espaço físico pelo Homem acabam por impactar, por vezes, esses corpos d'água, tornando-os impróprios para serem utilizados ou, então, exigindo tratamentos químicos adequados antes de serem distribuídos à população.

Este é o caso do Reservatório do Tanque Grande (Figura 1), localizado no Município de Guarulhos (SP) (Figura 2), onde o avanço da mancha urbana (Figura 3), bem como o uso e ocupação atual do bairro homônimo, com destaque para a recreação, além das atividades agropastoris (Figura 4), podem ser responsáveis pela alteração de alguns parâmetros físicos, químicos e

biológicos identificados pelas análises realizadas pela CETESB, nos últimos 15 anos (AYRES, 2007).

4.4.1 Influência dos Parâmetros Físicos e Químicos na Qualidade das Águas

As atividades humanas, devido ao lançamento de resíduos, têm gerado alterações nas características físicas, químicas e biológicas dos corpos d'água. A água pura praticamente não existe na natureza. Em geral, as impurezas estão presentes em quantidades maiores ou menores, dependendo da procedência e dos usos que se fazem dela.

O impacto antrópico nas águas é causado, na maioria dos casos, principalmente pelas atividades industriais, agrícolas e esgotos domésticos e suas características relacionam-se com o tipo de uso e ocupação do solo.

A poluição é evidenciada pelas alterações adversas das características hídricas, resultantes de atividades que direta ou indiretamente prejudicam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, criam condições impróprias às atividades sociais e econômicas, afetam desfavoravelmente a biota e as condições estéticas ou sanitárias da água, ou lançam materiais ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (ROMEIRO, 2004).

Em geral, a composição química das águas, bem como suas características físicas, devem-se à presença de muitos compostos que provêm das mais diferentes fontes, tais como a erosão dos solos e rochas, reações que ocorrem no subsolo, e também dos efeitos resultantes das atividades antrópicas. A composição da água está diretamente associada à composição química das rochas, dos oceanos e da atmosfera. Fatores ambientais como o clima, a estrutura e posição dos estratos e das rochas e efeitos bioquímicos associados aos ciclos das plantas e animais macro e microscópicos, determinam o transporte, dissolução e transformação das substâncias (CETESB, 2003).

A caracterização dessas substâncias em águas constitui-se em um dos tópicos de maior importância para o estabelecimento dos usos das águas relativamente aos seus riscos à saúde, à vida aquática e animal, à indústria e à agricultura, inclusive fornecendo subsídios para estimar as reais necessidades de tratamento e seus custos, além de permitir a avaliação de eficiência do

mesmo. Muitas substâncias e organismos foram descobertos e estudados nas águas, visando conhecer seus efeitos e estabelecer níveis e critérios de aceitação (CETESB, 2003).

4.4.2 Características Físicas da Água

São chamadas características físicas porque podem ser detectadas mediante medição de propriedades físicas. Em geral, podem impressionar os sentidos (visão, olfato, etc.) e isto implica que tenham incidência direta sobre as condições estéticas da água (CETESB, 2003).

4.4.2.1 Temperatura

Este é um parâmetro físico importante e é determinado por inúmeros fatores ambientais que o fazem variar continuamente. A temperatura é importante porque influi no retardamento ou aceleração da atividade biológica, na absorção do oxigênio, na precipitação de compostos e na formação de depósitos (CETESB, 2003).

Segundo Boyd (1984), a vida e os sistemas aquáticos estão extremamente comprometidos com a temperatura da água devido sua relação íntima de influência com os outros parâmetros isoladamente.

A temperatura da água afeta a solubilidade dos gases, alterando a quantidade de oxigênio dissolvido. Conseqüentemente, o processo de decomposição da matéria orgânica é influenciado, resultando em mudança da qualidade da água (BRANCO, 1991).

Os despejos industriais operados próximos a lagos e reservatórios aumentam a temperatura da água e diminuem a quantidade de oxigênio, modificando toda a vida aquática (ESTEVES, 1998).

Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo (CETESB, 2003).

O quadro abaixo mostra a relação entre a temperatura e a vida aquática em lagos (adaptado de ESTEVES, 1998).

TEMPERATURA	NÍVEL	VIDA AQUÁTICA
< 14°C	Baixo	Poucas plantas, truta, poucas doenças.
De 15 a 20°C	Médio	Algumas plantas, besouros d'água, algumas doenças.
De 21 a 27 °C	Alto	Muitas plantas, carpa, bagre, muitas doenças de peixes.
> 27°C	Muito alto	A temperatura começa a reduzir a vida aquática.

Quadro 4.1 – Relação entre a temperatura e a vida aquática em lagos (adaptado de Esteves, 1998).

4.4.2.2 Turbidez

A turbidez na água indica a quantidade de partículas em suspensão tais como argila, areia, matéria orgânica ou inorgânica e microorganismos. Essas partículas causam interferência na passagem da luz, dificultando alguns tipos de reações como, por exemplo, a fotossíntese, a produtividade de peixes e as comunidades biológicas aquáticas, além de afetar os usos domésticos, industriais e recreacional das águas (VANZELA et al., 2004).

A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e que exigem manobras operacionais, como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, nas estações de tratamento de águas. A erosão pode decorrer do mau uso do solo em que se impede a fixação da vegetação. Este exemplo, mostra também o caráter sistêmico da poluição, ocorrendo inter-relações ou transferência de problemas de um ambiente (água, ar ou solo) para outro.

Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Um exemplo típico deste fato ocorre em consequência das atividades de mineração, onde os aumentos excessivos de turbidez têm provocado formação de grandes bancos de lodo em rios e alterações no ecossistema aquático.

Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades

biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água.

Para a realização das análises de turbidez utiliza-se um equipamento denominado Turbidímetro. O resultado é expresso em NTU ou UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez), e a Resolução CONAMA nº 357 estabelece como valor máximo 40 NTU em águas doces de Classe I.

4.4.2.3 Sólidos Totais Dissolvidos (TDS ou STD)

Os sólidos totais dissolvidos podem ser descritos como a somatória dos teores dos constituintes minerais presentes na água. Nas águas naturais, os sólidos estão constituídos principalmente por carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, fosfatos e possivelmente nitratos de cálcio, magnésio e outras substâncias. Os minerais contidos nas águas naturais podem diminuir por diluição (água da chuva) ou aumentar pela adição de despejos industriais.

Altas concentrações de sólidos totais dissolvidos são objetáveis pelos efeitos fisiológicos possíveis, sabor mineral e conseqüências econômicas. Águas com concentrações maiores do que 4.000 mg/L de sais totais são consideradas geralmente impróprias ao consumo humano, embora em climas quentes possam ser toleradas concentrações mais altas de sais do que nos climas temperados. Águas com concentrações iguais ou superiores a 5.000 mg/L de sólidos totais dissolvidos são ásperas, produzindo irritações na vesícula e nos intestinos. Em várias comunidades de diferentes países utiliza-se água contendo entre 2.000 a 4.000 mg/L de sais dissolvidos, quando não existe água disponível com melhor qualidade. Estas águas não eliminam a sede e podem ter efeitos laxativos para quem as use pela primeira vez. Para que uma água tenha sabor agradável, a sua concentração não deve exceder a 500 mg/L.

Pode-se também determinar os sólidos totais dissolvidos pelo efeito dos íons na condutividade da solução. Essa determinação para os sólidos totais dissolvidos se efetua utilizando a condutividade específica (CETESB, 2003).

A determinação da salinidade das águas pode ser verificada através da quantidade de sólidos totais dissolvidos, sendo que águas doces são aquelas com TDS igual ou inferior a 500 mg/L, águas salobras são aquelas com TDS

entre 500 e 1.500 mg/L e águas salgadas são aquelas com TDS superiores a 1.500 mg/L.

O total de sólidos dissolvidos agride sensivelmente a vida aquática, a sedimentação dos leitos, causa danos às desovas de peixes e às corrosões em sistemas de tratamento e distribuição de águas entre outros (CETESB, 2003).

Para a realização das análises de sólidos totais dissolvidos utiliza-se um equipamento denominado Condutivímetro. O resultado é expresso em mg/L, e a Resolução CONAMA nº 357 estabelece como valor máximo permitido 500 mg/L em águas doces de Classe I.

4.4.3 Características Químicas da Água

Considera-se a água como solvente universal, esta pode conter quaisquer dos elementos da tabela periódica. No entanto, são poucos os que têm significância com relação à sua presença na água e os efeitos que podem produzir durante os processos de tratamento e, em geral, sobre a saúde humana (CETESB, 2003).

4.4.3.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH reflete a concentração relativa dos íons de hidrogênio numa solução. O valor do pH baseia-se em uma escala logarítmica das concentrações de hidrogênio, que varia de 0 a 14 e indica quão ácida ou alcalina é uma solução. O valor 7 é considerado neutro, valores abaixo indicam substâncias ácidas e valores acima indicam substâncias alcalinas (AOAC, 1995).

O controle de pH em estabelecimento de água é significativo, porque afeta o processo de tratamento de água e pode contribuir para a corrosão de estrutura das instalações hidráulicas e do sistema de distribuição. A corrosão pode adicionar constituintes para a água, tais como: ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio (CETESB, 2003).

O controle de pH da água bruta é fundamental em processos importantes como a desinfecção com cloro e está associado a fenômenos, tanto de corrosão como de incrustações da rede de distribuição.

Águas subterrâneas, consideradas as mais depuradas, possuem pH que varia de 5,5 a 8,3, onde as águas com pH maior que 7 são as mais leves ao paladar.

A matéria orgânica influencia a formação de ácidos húmicos, entre outros ácidos, diminuindo o pH e, conseqüentemente, aumentando a acidez do corpo d'água.

O pH influi em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas (CETESB, 2003).

Para a realização das análises de pH utiliza-se um equipamento denominado pHmetro. A Resolução CONAMA nº 357 estabelece como valor máximo permitido para águas doces de Classe I pH entre 6 e 9, onde 7 e 8 são os mais desejáveis.

4.4.3.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Esse parâmetro indica a quantidade consumida ou a consumir de oxigênio, através de reações biológicas e químicas em um corpo d'água, por bactérias, microorganismos e matéria orgânica de todas as naturezas (SPERLING, 1996).

Para que as bactérias sobrevivam e se multipliquem é necessário haver alimento, matéria orgânica e oxigênio. Com o aumento da quantidade de nutrientes, as bactérias se multiplicam em demasia e disputam entre si todo o oxigênio disponível; dessa forma, o oxigênio tende a acabar e as bactérias a se extinguirem, transformando-se em mais nutrientes disponíveis, pois também são matéria orgânica (BIER, 1985).

O grande consumo de oxigênio, ou seja, um aumento de DBO, pode indicar o desequilíbrio da vida aquática, o aparecimento de sabores, odores e visuais desagradáveis e afetar a aparelhagem das estações de tratamento, levando o corpo d'água "à morte" (SABESP, 2005).

A Resolução CONAMA nº 357 estabelece como valor máximo permitido para águas doces de Classe I até 3 mg/L O₂.

4.4.3.3 Nitrogênio Total

A incorporação do nitrogênio pelas águas se dá, principalmente, através da troca gasosa com o ar entre as algas, pela matéria orgânica em decomposição e despejos de adubos e esgotos.

Existem duas formas de nitrogênio no estudo das águas: o íon amônio (NH_4^+) e o gás amônia (NH_3) (CETESB, 2003).

Devido à viabilidade de absorção de seu valor energético, o íon amônio é muito importante aos organismos produtores, porém, sua oxidação consome uma quantidade muito grande de oxigênio, e, em meio alcalino, o íon amônio se transforma em gás amônia, podendo ser tóxico aos peixes. Como consequência, quando existe muito nitrogênio amoniacal na água, pode-se inferir que ela é pobre em oxigênio dissolvido e que deve haver muita matéria em decomposição.

O nitrogênio é apontado como o principal responsável pela eutrofização. A eutrofização é o crescimento excessivo das plantas aquáticas, a níveis tais que sejam considerados como causadores de interferências com os usos desejáveis do corpo d'água (MATO, 1996).

A Resolução CONAMA nº 357 estabelece como valor máximo permitido 3,7 mg/L N para águas doces de Classe I.

4.4.3.4 Fósforo Total

O *status* trófico da água em reservatórios é determinado principalmente por elementos como o nitrogênio e o fósforo, cuja presença nos corpos d'água é atualmente intensificada por fontes domésticas como os detergentes fosfatados além de adubos químicos entre outros (FATMA, 1999).

O fósforo aparece em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes superfosfatados empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais.

Na maioria das águas continentais, o fósforo é o principal fator limitante da produtividade. Sua presença está associada com a eutrofização das águas. O fósforo funciona como alimento para as algas, que passam a se reproduzir em enorme quantidade, consumindo o oxigênio, vital para a manutenção da vida de outras espécies (CETESB, 2003).

A Resolução CONAMA nº 357 estabelece como valor máximo permitido em ambientes lênticos 0,020 mg/L P para águas doces de Classe I.

4.4.3.5 Oxigênio Dissolvido (OD)

O termo OD (Oxigênio Dissolvido) refere-se à quantidade de oxigênio dissolvido livre em águas que está disponível para a respiração de organismos aquáticos (aeróbios) (CETESB, 2003).

O oxigênio proveniente da atmosfera se dissolve nas águas naturais devido à diferença de pressão parcial e à produção desse gás pelo mecanismo da fotossíntese pelas algas clorofiladas (CETESB, 2005). A determinação deste segundo mecanismo é de fundamental importância para se avaliar impactos ambientais como a eutrofização e a poluição orgânica, que podem ser indicação de contato com algum tipo de esgoto.

As reações bioquímicas que utilizam o oxigênio aumentam com a elevação da temperatura. Portanto, os níveis de oxigênio dissolvido tendem a ser mais críticos no verão, onde sua solubilidade em água diminui e, principalmente em águas eutrofizadas, seu consumo aumenta. Nas águas eutrofizadas, a decomposição dos compostos orgânicos liberam sais, especialmente os de nitrogênio e fósforo, que serão utilizados como nutrientes pelas algas (ESTEVES, 1998).

A repercussão mais nociva da poluição de um corpo d'água por matéria orgânica é a queda nos níveis de oxigênio dissolvido, causada pela respiração dos microorganismos envolvidos na depuração dos esgotos. O consumo de oxigênio dissolvido se deve à respiração dos microorganismos decompositores, principalmente as bactérias heterotróficas aeróbias. As bactérias, na presença de oxigênio, convertem a matéria orgânica a compostos simples e inertes, como água e gás carbônico. Com isto, elas tendem a crescer e se reproduzir, gerando mais bactérias, enquanto houver disponibilidade de alimento (matéria orgânica) e oxigênio no meio (SPERLING, 1996).

A Resolução CONAMA nº 357 estabelece como valor mínimo 6 mg/L O₂ para águas doces de Classe I.

4.4.4 Influência dos Parâmetros Microbiológicos na Qualidade das Águas

A preservação da qualidade das águas é uma necessidade universal que exige séria atenção por parte das autoridades sanitárias e órgãos de saneamento, particularmente em relação aos mananciais e águas de consumo humano, visto que sua contaminação por excretas de origem humana ou animal pode torná-los um veículo na transmissão de agentes de doenças infecciosas e parasitárias. Por isso impõe-se a necessidade de exames rotineiros das mesmas, para avaliação de sua qualidade do ponto de vista bacteriológico.

A pesquisa de microorganismos patogênicos na água requer procedimentos complexos e longo tempo para obtenção de resultados, o que inviabiliza sua aplicação em rotina. Além disso, esses microorganismos normalmente ocorrem em número reduzido e sua chegada à água é intermitente. Portanto, para avaliação da qualidade da água do ponto de vista bacteriológico é imprescindível a utilização de organismos indicadores de contaminação fecal.

Na microbiologia da água e de alimentos não é necessário, na maioria das vezes, chegar-se à identificação completa dos microorganismos envolvidos. Muitas vezes isto seria até inviável. A simples determinação de grupos de significado higiênico e sanitário já é suficiente, porém sua enumeração é primordial, pois irá dar idéia do teor de contaminação e dos riscos de deterioração, possibilitando sua comparação com padrões previamente fixados e, ainda possibilitará a avaliação da eficiência dos processos naturais ou artificiais de tratamento em sua remoção (CETESB, 2003).

As bactérias são organismos microscópicos, simples, de multiplicação rápida e que necessitam de pouquíssimos nutrientes para seu desenvolvimento. Portanto, em ambientes com grande quantidade de compostos orgânicos, sua população pode dobrar em questão de minutos. Em decorrência dessas características, especialmente pelo fato de se reproduzirem

de maneira acelerada, as bactérias evoluem rapidamente, podendo, com isso, adquirir habilidades extras, como a utilização de fontes alternativas de energia, crescimento em diferentes condições físicas e resistência a novas drogas antimicrobianas. Algumas bactérias podem causar enfermidades tanto em seres humanos quanto em outros animais. Esses microorganismos podem provocar impacto negativo quando há algum tipo de desequilíbrio ambiental, como a entrada em excesso de matéria orgânica por meio do lançamento de esgoto, ração, adubação e vísceras, entre outros, uma vez que essas práticas podem levar a alterações nas características físicas e químicas do ambiente, favorecendo a seleção de determinadas espécies de microorganismos potencialmente patogênicos (ESTEVES; SANT'ANNA, 2006).

A realização de exames bacteriológicos na água tem por objetivo a pesquisa de bactérias de interesse em saúde pública, através da pesquisa da presença de indicadores de contaminação fecal.

4.4.4.1 Coliformes Termotolerantes

A *Escherichia coli* ou Coliformes Termotolerantes, membro da família Enterobacteriaceae, é uma bactéria indicadora de contaminação fecal. Esta espécie é considerada a melhor indicadora desse tipo de contaminação por fazer parte da flora intestinal de animais de sangue quente, incluindo os seres humanos, seu habitat preferencial. A faixa de temperatura que favorece seu crescimento é de 7°C a 46°C, sendo 37°C a ideal, não resistindo a temperatura de 60°C ou superiores, porém, são capazes de sobreviver à temperatura de 4°C por um longo período. O pH ótimo para o seu desenvolvimento é de 7,0, embora possa sobreviver em valores próximos de 4,5 (BIER, 1985).

Essas bactérias representam possível risco à saúde pública em razão da existência de linhagens patogênicas que podem causar infecções intestinais e urinárias, bacteremia, meningite e até, em alguns casos, o óbito em humanos. É evidente que as manifestações clínicas causadas por *E. coli* dependerão do grau de patogenicidade e virulência da cepa, bem como a idade e saúde dos indivíduos.

A incidência de infecções por esses organismos é mais frequente nas regiões tropicais, onde predominam aglomerações populacionais, condições

sanitárias precárias e a contaminação dos suprimentos aquíferos ocorrem repetidamente (ESTEVES; SANT'ANNA, 2006).

A Resolução CONAMA nº 357 estabelece como valor máximo permitido 200 Coliformes Termotolerantes / 100mL para águas doces de Classe I.

5. CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO

O levantamento das características ambientais da área de estudo, com relação aos aspectos dos meios físico e socioeconômico, baseou-se na compilação e análise dos dados pré-existentes sobre a bacia contribuinte do Reservatório Tanque Grande, tendo por base, principalmente, os trabalhos de Santos (2005), Oliveira et al. (2005), Ayres (2007), Oliveira (2008), Oliveira et al. (em preparação) e Silva et al. (em preparação).

A área de estudo encontra-se inserida na Bacia Hidrográfica do Tanque Grande (Figura 5.1), mais precisamente em sua porção montante, a qual, por sua vez, faz parte da maior bacia hidrográfica do município de Guarulhos, a Bacia do Rio Baquirivu-Guaçu (SAAD et al., 2007), ilustrada na Figura 5.2.

De acordo com Oliveira et al. (2005), as características geométricas e os índices geomorfológicos da bacia contribuinte encontram-se sumarizadas no Quadro 5.1.

Características Geométricas	
Comprimento: 2650 m	Largura Máxima: 3950 m
Perímetro: 12.738,76 m	Área da bacia: 774,55 ha
Altitude Máxima: 1080 m	Altitude Mínima: 830 m
Desnível: 250 m	
Índices Geomorfológicos	
Área da bacia: 7.745.527,59 m ²	Circularidade: 0,6 (baixa)
Comprimento da rede de drenagem (Km): 25,1 Km	Densidade de drenagem (Km/Km ²): 3,24
Comprimento do talvegue principal (m): 4.666,69 m	Desnível do talvegue principal: 120 m
Declividade do talvegue principal: 2,57 %	

Quadro 5.1 - Características morfométricas da Microbacia Tanque Grande – Montante (OLIVEIRA et al., 2005).

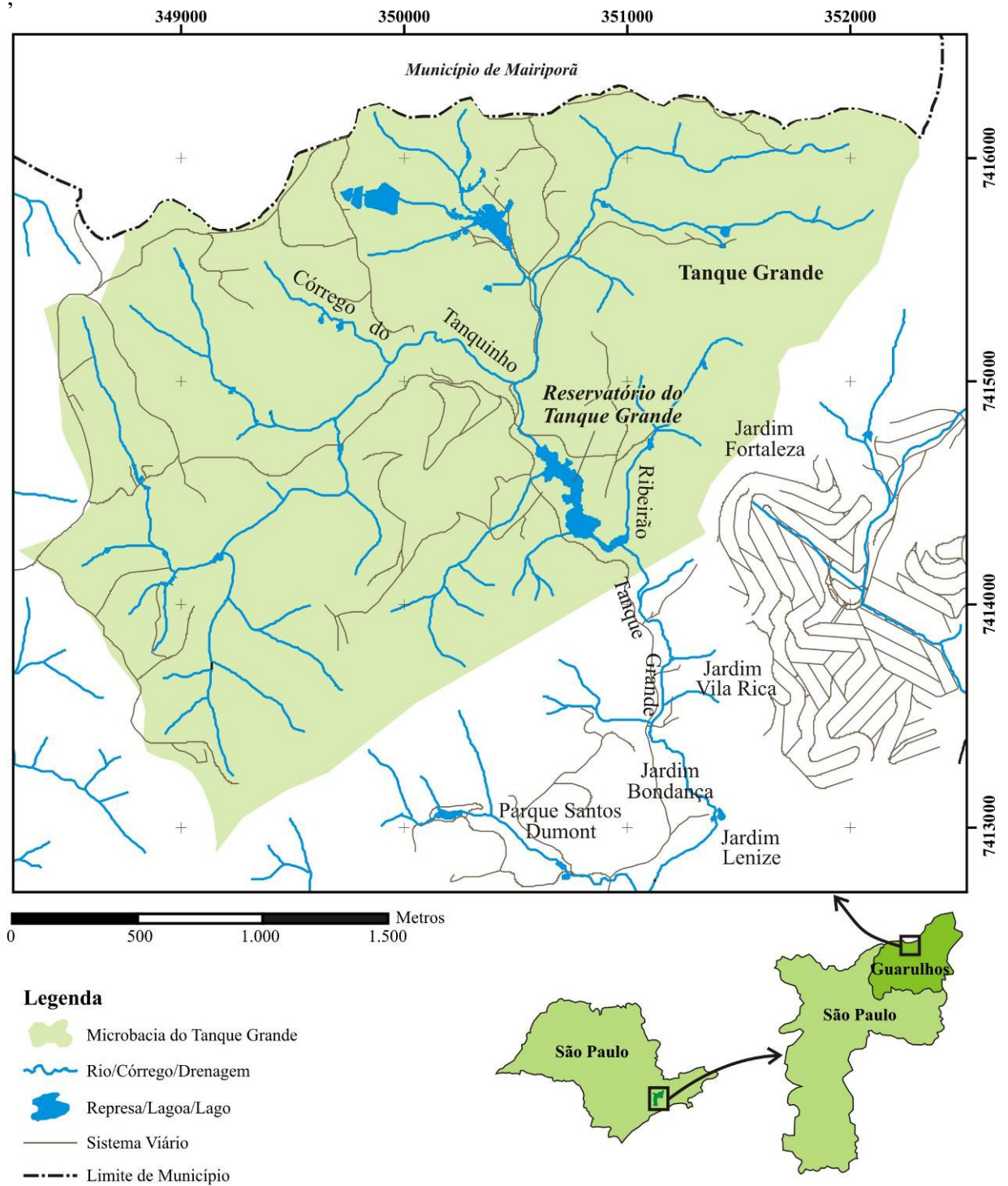


Figura 5.1 - Localização da área de estudo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Tanque Grande, no Município de Guarulhos (OLIVEIRA et al., em preparação).

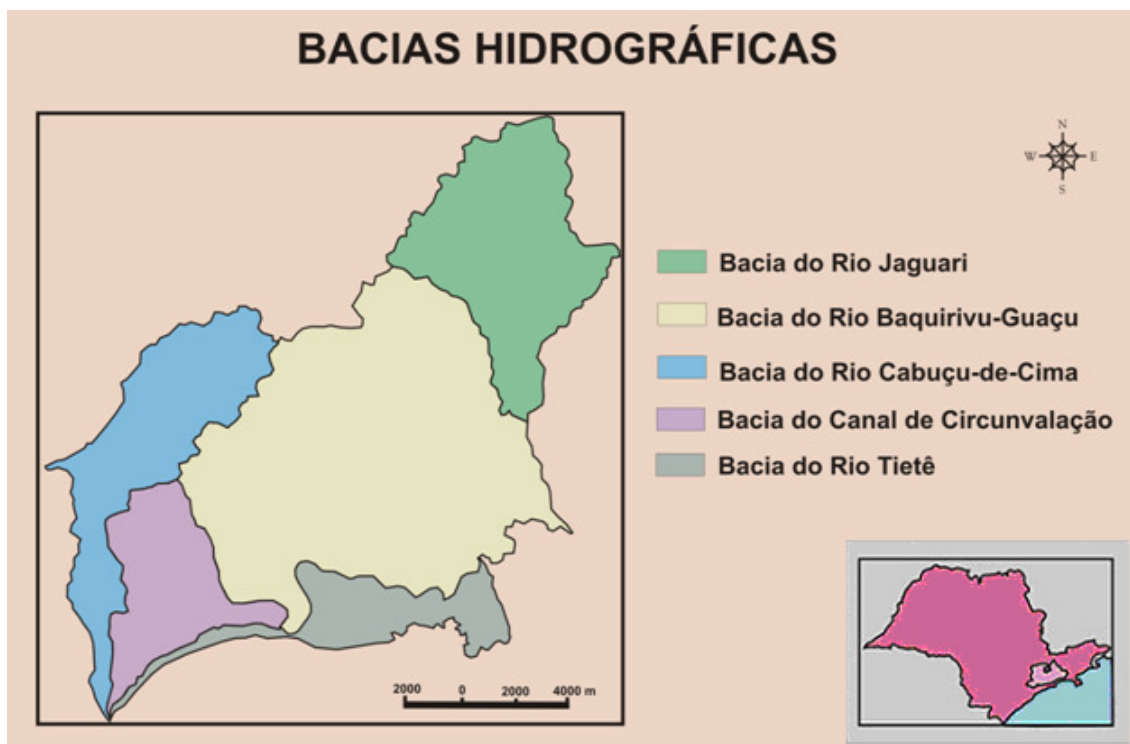


Figura 5.2 - Bacias hidrográficas do Município de Guarulhos (GRAÇA, 2007).

É importante ressaltar que, o projeto de lei que transforma a área de estudo na APA Cabuçu-Tanque Grande está sendo encaminhada à Câmara de Vereadores pelo atual prefeito. Paralelamente, já está sendo elaborado o Plano de Manejo dessa APA (Prof. Dr. Antonio Manoel dos Santos Oliveira, comunicação social).

As figuras 5.3 e 5.4 ilustram o Reservatório Tanque Grande, gerenciado pelo Sistema Autônomo de Abastecimento do Município de Guarulhos, contribuindo com 3% do abastecimento público municipal, atendendo às populações dos bairros Bananal, Fortaleza e São João, conforme citado anteriormente.

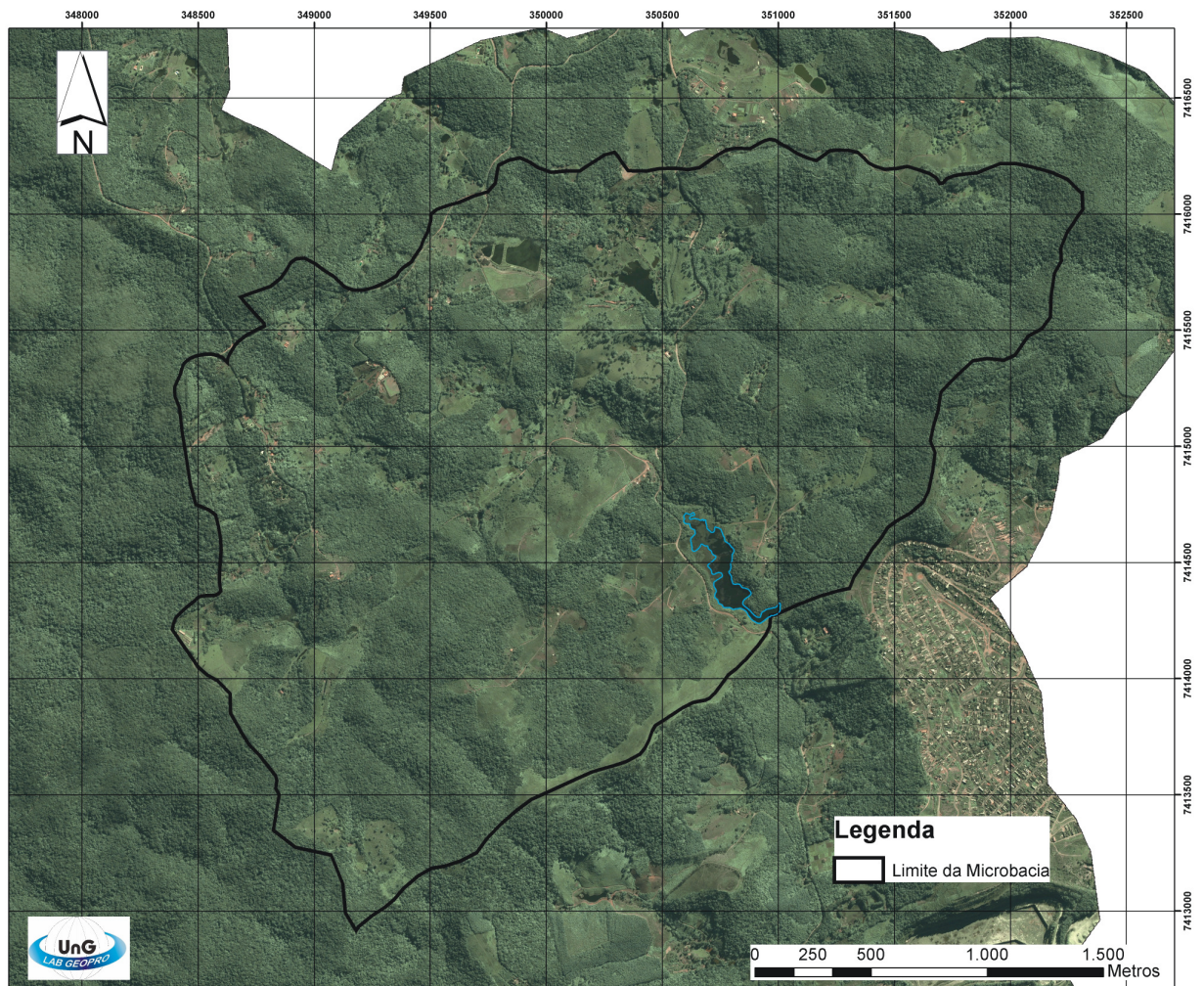


Figura 5.3 - Imagem de satélite do Reservatório Tanque Grande, em destaque em azul (LABORATÓRIO DE GEOPROCESSAMENTO DA UNIVERSIDADE GUARULHOS, 16/11/2007).



Figura 5.4 - Vistas panorâmicas do Reservatório Tanque Grande. A foto inferior à esquerda mostra o setor norte da bacia com grande desenvolvimento de macrófitas (OLIVEIRA, 2008).

A Tabela 5.1, por sua vez, mostra a captação de água no Reservatório Tanque Grande, nos últimos 8 anos, em metros cúbicos por ano. Conforme pode ser observado, as vazões vêm aumentando de 2003 a 2006, o que pode interferir na qualidade da água do reservatório (OLIVEIRA, 2008).

Tabela 5.1 - Vazões de Captação do Reservatório Tanque Grande entre os anos de 1999 e 2006 (OLIVEIRA, 2008).

VAZÕES DE CAPTAÇÃO DO TANQUE GRANDE DESDE 1999 - VALORES EM m³								
Mês /Ano	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
JANEIRO	141.443	183.830	369.619	369.619	291.946	191.372	263.930	338.550
FEVEREIRO	146.319	171.970	331.430	326.592	338.688	206.236	233.580	327.802
MARÇO	183.829	183.829	361.584	361.584	374.976	320.283	153.250	361.584
ABRIL	177.899	177.899	362.880	285.120	352.512	242.785	177.500	351.216
MAIO	183.829	183.829	366.941	348.192	249.091	246.359	284.259	361.584
JUNHO	177.889	177.889	370.656	336.960	126.023	314.047	369.217	333.590
JULHO	183.819	183.819	294.624	294.624	113.832	289.428	338.688	313.373
AGOSTO	183.819	183.819	257.124	321.408	102.851	263.930	361.584	228.039
SETEMBRO	177.889	177.889	199.584	281.232	93.312	233.580	349.920	150.336
OUTUBRO	183.819	183.820	297.302	267.840	99.342	153.250	292.883	133.747
NOVEMBRO	177.900	177.901	339.552	236.390	172.238	177.500	256.608	-----
DEZEMBRO	183.819	183.821	369.619	294.624	171.417	284.259	319.667	-----
Média	175.189	180.859	326.742	310.348	207.185	243.585	283.423	289.982

Conforme aventado por Ayres (2007), Saad et al. (2007) e Oliveira (2008), outro fator que aparentemente pode afetar a qualidade da água no Reservatório Tanque Grande é a sua utilização como balneário pela população local, o que é caracterizado como lazer clandestino agravado pelo uso inadequado. Com efeito, nos finais de semana e feriados, principalmente na estação do verão, verifica-se um aumento considerável de freqüentadores que utilizam as águas do reservatório para diversos fins (Figura 5.5).



Figura 5.5 - Atividades antrópicas proibidas realizadas no Reservatório Tanque Grande (OLIVEIRA, 2008).

5.1 Meio Físico

A área de estudo situa-se em uma região de relevo movimentado, representado por serras, morros e planícies fluviais. As rochas presentes são do tipo metamórfica, representadas por metapelito, cálcio-silicática, metabásica e formação ferrífera. Os solos, por seu turno, são Latossolo Vermelho-Amarelo, Cambissolos em terrenos declivosos, e Gleissolos, nas planícies fluviais (OLIVEIRA et al., em preparação).

A rede hidrográfica da bacia contribuinte é constituída por 5 sub-bacias tributárias que abastecem o Reservatório Tanque Grande.

Do ponto de vista climático, Andrade (1999) assinala que o clima desta Bacia é mesotérmico brando úmido, com um ou dois meses secos. Os valores de precipitação mensal e temperatura anual média, medidos pela Estação Meteorológica da Universidade Guarulhos, instalada no reservatório Cabuçu, no Núcleo Cabuçu do Parque Estadual da Serra da Cantareira, de Agosto de 2007 a Julho de 2008, período correspondente à coleta de amostras para análise de água, podem ser visualizados na Figura 5.6.

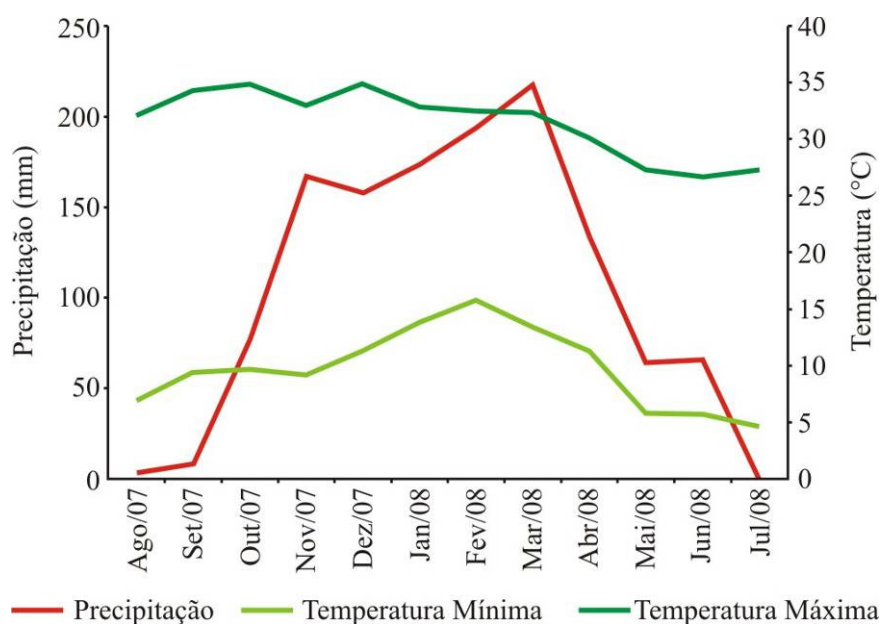


Figura 5.6 – Índices Pluviométricos e Temperaturas mensais registradas na Estação Meteorológica do Núcleo Cabuçu (LABORATÓRIO DE GEOPROCESSAMENTO DA UNIVERSIDADE GUARULHOS, 08/09/2008).

A Figura 5.7, extraída de Oliveira (2008), exibe situações em períodos de cheia e seca em vários setores do Reservatório Tanque Grande durante o ano de 2006. Como pode ser observado, nos períodos de seca, parte do setor norte do Reservatório é, geralmente, exposto.



Julho.06



Agosto.06



Setembro.06



Novembro.06



Dezembro.06

Figura 5.7 - Imagens de situações em períodos de cheia e seca em vários setores do Reservatório Tanque Grande durante 2006 (OLIVEIRA, 2008).

5.2 Socioeconomia

Dentre os fatores ambientais que caracterizam a área de estudo, o sócio-econômico merece destaque, pois o uso e a ocupação atual da Bacia contribuinte (Figura 5.8), podem influenciar nas condições da qualidade da água do Reservatório Tanque Grande, localizado no bairro Tanque Grande, zona rural do município de Guarulhos (GRAÇA, 2007). Este, por sua vez, limita-se com os bairros do Cabuçu de Cima, a oeste, Invernada, Bananal e Fortaleza, a sul, e Capelinha, a leste. Ao norte, faz limite com o município de Mairiporã, conforme Figura 5.9.

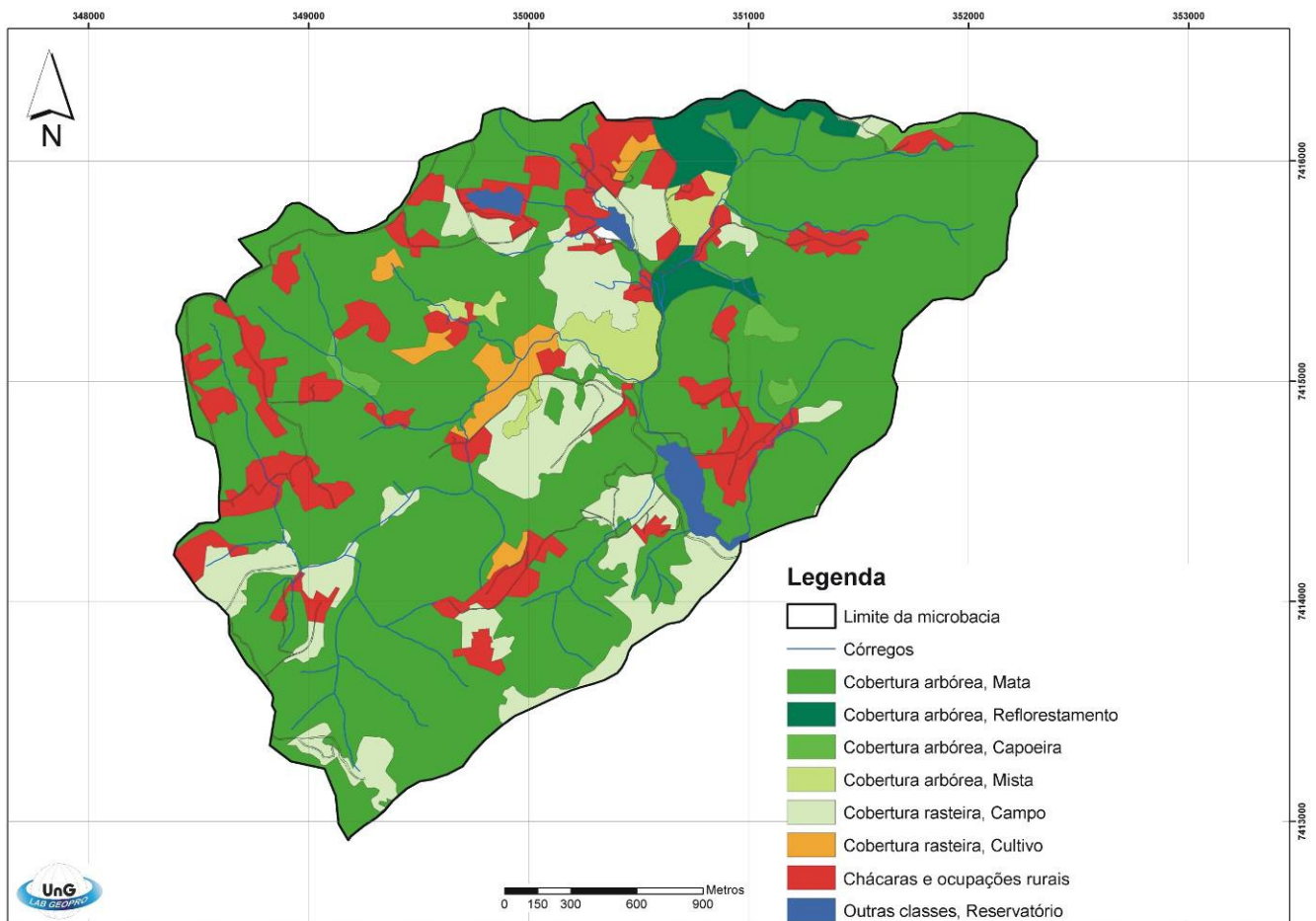


Figura 5.8 – Uso e Ocupação da terra da microbacia Tanque Grande - Montante (OLIVEIRA et al., em preparação).

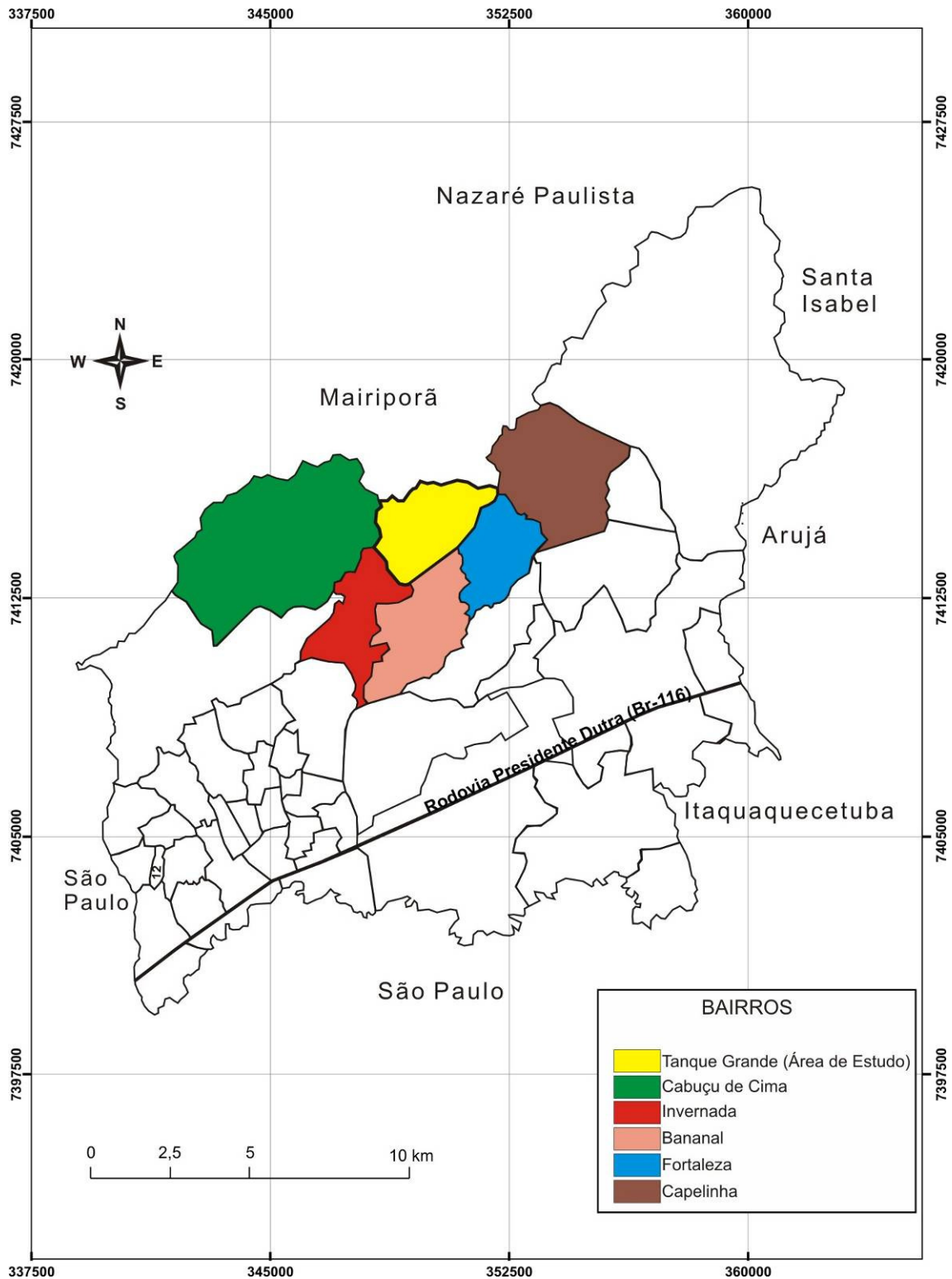


Figura 5.9 - Localização do Bairro Tanque Grande e bairros vizinhos, no Município de Guarulhos (PDMG, 2004).

Com o crescimento urbano desses bairros, a região tem passado por transformações em suas atividades econômicas, que se dirigem prioritariamente aos segmentos agropastoris, como as criações de gados e aves, horticultura e fruticultura (Figura 5.10), plantações de bambu, além da produção de mel (SANTOS, 2005; AYRES, 2007; OLIVEIRA, 2008).

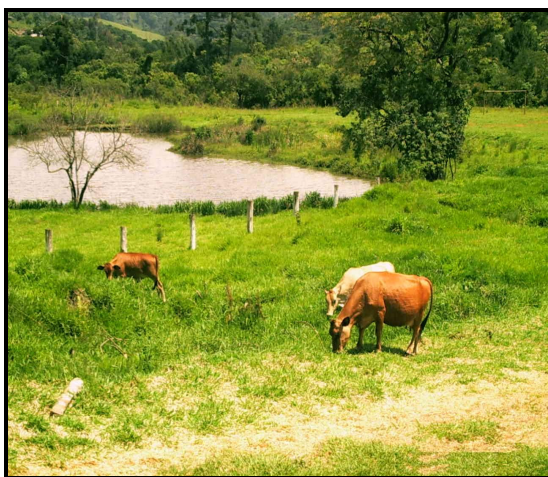


Figura 5.10 - Diferentes atividades agropastoris na região do Reservatório Tanque Grande. Fotos: Fernando Martins Ayres (2007).

A região também disponibiliza à população guarulhense e dos municípios adjacentes espaços para turismo e lazer, contando com clubes e pesqueiros (Figura 5.11).

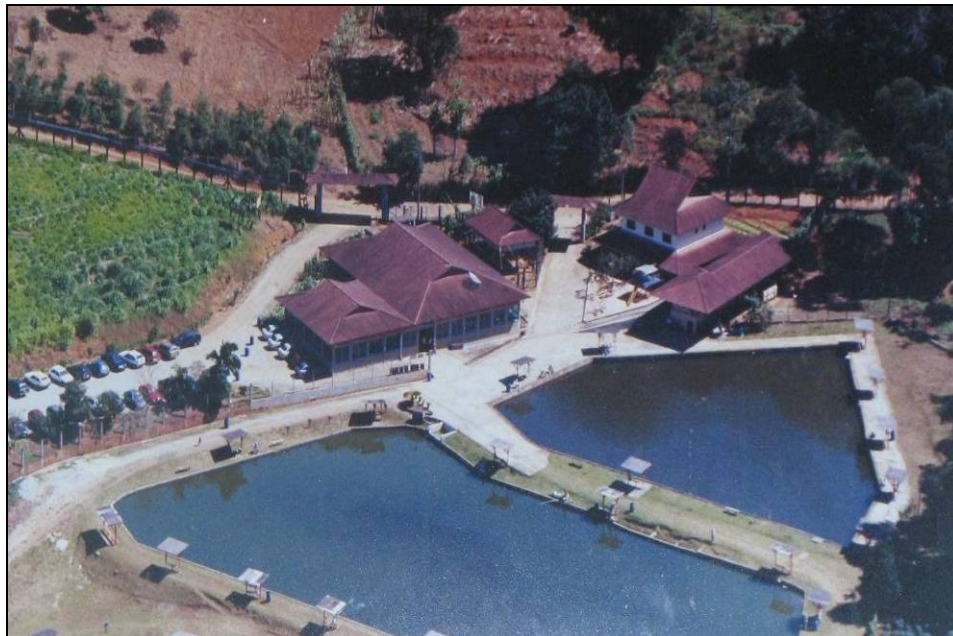


Figura 5.11 - Clube e pesqueiro na região do Reservatório Tanque Grande. Foto: Fernando Martins Ayres (2007).

As áreas do bairro Tanque Grande são propriedades privadas. Verifica-se a presença de uma malha de estradas vicinais, não-asfaltadas, porém de fácil acesso e que permite a ligação ao município vizinho de Mairiporã. Há, ainda, uma linha de ônibus que interliga a estrada do Tanque Grande ou, Saboó, ao núcleo urbano do Marmelo, em Mairiporã.

Tendo em vista que os limites da bacia contribuinte do Reservatório Tanque Grande são coincidentes com os do bairro, o estudo dos dados censitários do bairro serão correspondentes aos da microbacia.

Analisando os dados do Censo do IBGE de 2000, o perfil sócio-econômico da população do Tanque Grande condiz com as características de populações de áreas periféricas. O bairro não possui infra-estrutura urbana. Apenas quatro domicílios são atendidos pela rede de água (os demais 46 são abastecidos através de poços ou nascentes) e somente dois domicílios têm seu lixo coletado, enquanto os demais incineram (44) ou enterram (4) o seu lixo.

Segundo o IBGE, em 2000, o total da população era de 168 habitantes (em 2008, a previsão é de 198), com o predomínio do gênero masculino sobre o feminino, caracterizando o bairro como destino de migrantes.

A distribuição etária da população estava assim dividida: a população jovem (0 a 14 anos) era composta por 52 habitantes (31% do total); a população em idade economicamente ativa, ou seja, dos 15 aos 64 anos, era composta por 110 habitantes (65%), e acima de 64 anos foram entrevistadas seis pessoas (4%).

Em relação ao nível de instrução, os chefes de família possuíam baixa escolaridade: 32% dos chefes de família nunca haviam freqüentado escola ou, embora tenha freqüentado, não concluíram pelo menos a 1ª série do ensino fundamental; 42% possuíam apenas quatro anos de estudo e 24% possuíam oito anos de estudo.

Quanto aos rendimentos, em 2000, a população possuía baixa renda: enquanto 14% das famílias não possuíam rendimento mensal, 76% das famílias recebiam até três salários mínimos. Essa baixa renda reflete na forma de ocupação das moradias: 90% dos imóveis eram cedidos gratuitamente aos moradores pelos proprietários que não residiam no bairro ou por empresas, que atuavam no município.

6. RESULTADOS

Os resultados obtidos encontram-se representados na Tabela 6.1 e Figura 6.1.

Tabela 6.1 - IQA - Reservatório do Tanque Grande - Resultados obtidos (Agosto/2007 a Julho/2008)

	1ª Coleta	2ª Coleta	3ª Coleta	4ª Coleta	5ª Coleta	6ª Coleta	7ª Coleta	8ª Coleta	9ª Coleta	10ª Coleta	11ª Coleta	12ª Coleta	Valores permitidos (Resolução CONAMA nº 357 - Classe I)
	ago/07	set/07	out/07	nov/07	dez/07	jan/08	fev/08	mar/08	abr/08	maio/08	jun/08	jul/08	200 Coliformes
COLIFORMES TERMO TOLERANTES (UFC/100 mL)													Termotolerantes/100 mL
Ponto 1	10	50	200	8000	2000	1100	2200	2800	700	200	1500	1000	200 Coliformes
Ponto 2	3	50	400	500	1000	0	600	1000	100	0	0	33	Termotolerantes/100 mL
Ponto 3	63	300	600	4000	1000	5700	3000	1000	200	100	100	0	500 mg/L
Ponto 1	22,2	22,1	25,0	26,0	24,4	22	23,5	24,7	24	23,4	23,2	23,6	
Ponto 2	21,8	20,3	27,3	24,1	24,8	23,5	23,0	23,3	21	19,2	20,4	19,5	
Ponto 3	22,0	21,9	25,9	24,8	24,1	29,5	25,4	22,2	22,5	21,7	21,6	22,3	
Ponto 1	3,89	7,37	16,3	37,8	16,9	12,2	16,3	21	25,1	11,7	12,1	15,5	
Ponto 2	1,35	1,93	6,2	8,08	4,44	2,17	3,36	6,75	3,19	5,14	5,3	4,45	Até 40 NTU
Ponto 3	2,6	28,6	10,2	4,96	15,4	41,7	24,8	12,4	6,58	4,9	4,73	3,74	
Ponto 1	7,50	6,84	6,77	6,70	6,84	6,96	6,94	7	7,04	6,98	7,02	6,92	
Ponto 2	7,00	6,33	6,38	6,37	6,42	6,46	6,5	6,55	6,54	6,58	6,5	6,51	6,0 a 9,0
Ponto 3	8,10	6,92	7,07	6,76	7,04	5,81	6,59	7,1	7	7,07	6,97	6,96	
Ponto 1	3,2	3,2	0,8	0,9	0,85	6	16	60	5	17	10	26	
Ponto 2	3,7	2,6	1,4	1,4	1,8	4	6	4	1	1	1	24	Até 3 mg/L O ₂
Ponto 3	4,4	2,6	2,8	1,4	2,2	3	5,1	4	35	8	17	23	
Ponto 1	0,94	1,12	0,5	1,55	1,02	2,15	1,34	0,64	2,64	1,35	1,4	0,55	3,7 mg/L N, para pH < 7,5
Ponto 2	1,01	1,31	1,4	1,83	1,39	1,43	0,98	0,6	3,82	0,1	3,06	0,27	2,0 mg/L N, para pH 7,5 < 8,0
Ponto 3	0,83	1,25	1,9	1,03	1,25	1,43	1,06	0,57	1,53	0,56	0,84	0,27	1,0 mg/L N, para pH 8,0 < 8,5
Ponto 1	0,09	0,15	0,08	0,06	0,09	0,116	0,22	0,076	0,5	0,252	0,024	<0,02	
Ponto 2	0,08	0,16	0,05	0,05	0,08	0,001	0,04	0,16	0,56	0,49	0,185	<0,02	Máx. 0,020 mg/L P
Ponto 3	0,14	0,26	0,09	0,08	0,14	0,06	0,18	0,241	0,49	0,145	0,196	<0,02	
Ponto 1	20	20,2	20,5	20	21,7	19,4	21,6	22,4	19,5	16,3	14,8	15	*****
Ponto 2	19,5	20,8	20	19,6	24	19	20	20,1	19	14,7	15,2	14,6	
Ponto 3	21	22,3	23,3	23,3	23,4	20,6	23,8	24,6	21,6	17,9	17,4	17	
Ponto 1	7,5	7,6	7,9	8,1	7,7	8,6	8,4	7,87	7,6	8,7	9,3	8,8	
Ponto 2	3,4	3,2	3	3,5	2,3	4,5	6,7	8,86	3	9,3	2,5	4,2	Não inferior a 6 mg/L O ₂
Ponto 3	7,1	6,9	7,5	7,6	6,7	8,2	8,1	7,98	7,5	8,9	8,1	8	
Ponto 1	83	77	76	61	68	69	56	46	61	61	70	56	
Ponto 2	72	63	59	60	52	79	72	67	56	83	66	56	
Ponto 3	76	67	71	67	68	57	63	66	48	78	66	74	

Legendas:**Vermelho:** Valores dos parâmetros fora do permitido pela Resolução CONAMA nº 357.**Laranja:** Valores dos parâmetros no limite permitido pela Resolução CONAMA nº 357.**Preto:** Valores dos parâmetros dentro do permitido pela Resolução CONAMA nº 357.**Verde:** Valores do IQA encontrados.

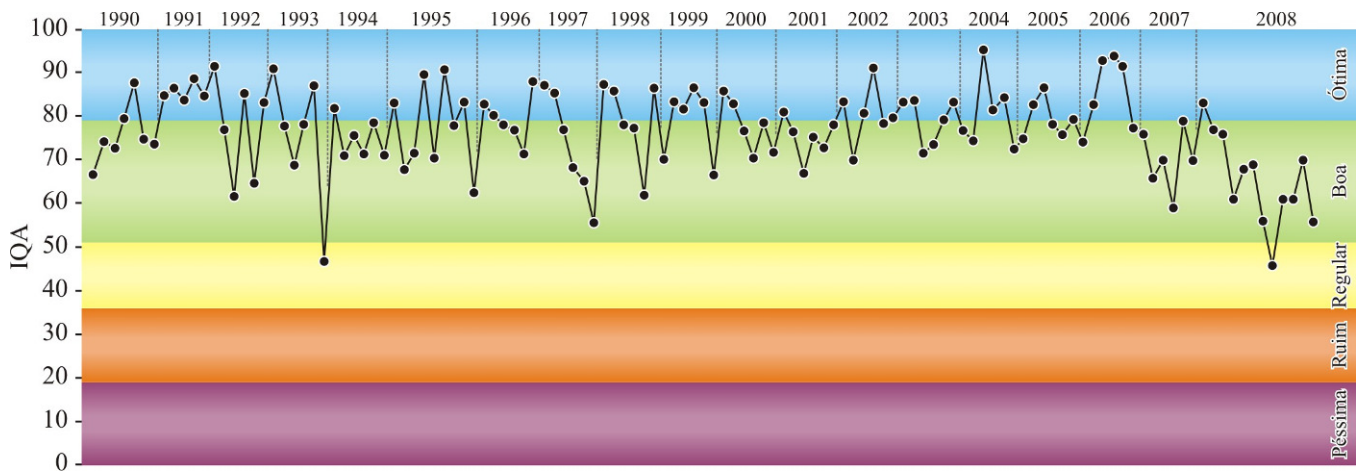


Figura 6.1 - Valores de IQA obtidos entre Agosto / 2007 e Julho / 2008.

7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo pretende-se discutir os valores obtidos para o IQA durante o período analisado, tendo por base as características geoambientais das sub-bacias amostradas.

Ponto 1

Ao longo dos meses analisados, o valor do IQA manteve-se, em sua maior parte, dentro da faixa “Boa” de classificação. As exceções ficam por conta dos meses de agosto de 2007, que apresentou valor na faixa “Ótima” e, no mês de março de 2008, que enquadrou-se na faixa “Regular”. Ajustando-se uma curva na forma de parábola ($r^2 = 0,627$, $p > 0,05$), observa-se uma tendência de diminuição do valor de IQA a partir de agosto de 2007, sendo que o ponto de mínimo da parábola está localizado entre os meses de março e abril de 2008, onde há a inflexão da curva, com tendência de aumento dos valores de IQA (Figura 7.1).

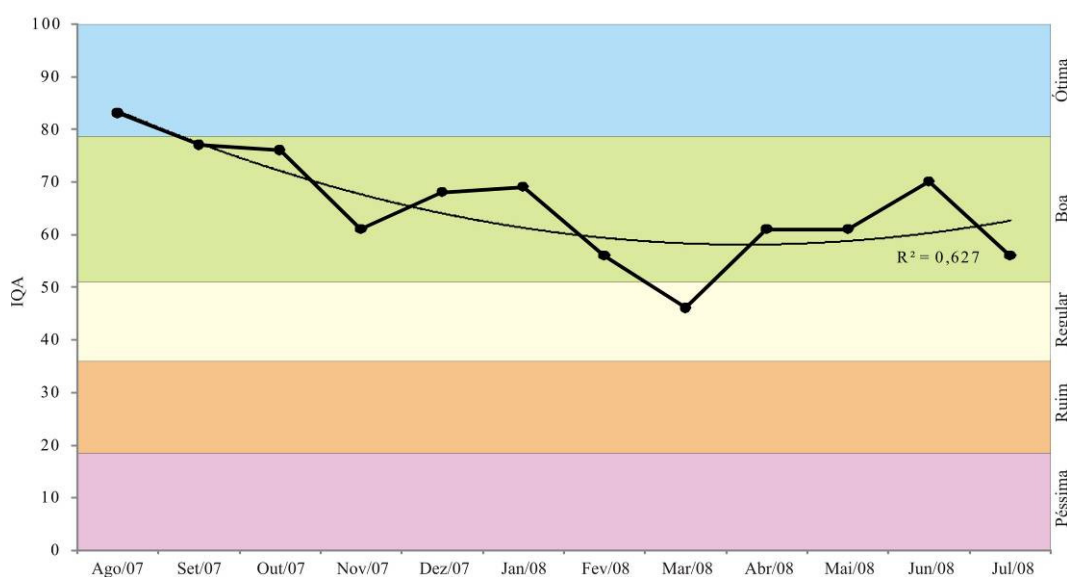


Figura 7.1 Valores de IQA para o ponto 1.

É importante ressaltar que na sub-bacia contribuinte do ponto 1 existem pequenas edificações rurais, pesqueiros e um pequeno represamento amplamente colonizado por macrófitas, sobretudo *Salvinia* spp. (Figura 7.2), e a Estrada do Saboó, não-pavimentada, que interliga os municípios de

Guarulhos e Mairiporã. Nesta última, são observados frequentemente a presença de animais domesticados e silvestres, tais como: cachorros, cavalos, gado e capivaras.



Figura 7.2 – Presença de *Salvinia* ssp. na sub-bacia contribuinte do ponto 1. Foto: Nathali Ingrid de Castro (2009).

Dentre os parâmetros que compõem o IQA, a DBO e a concentração de coliformes termotolerantes foram as que mais contribuíram para a variação dos valores observados (Tabela 7.1). Tal fato pode ser explicado por descarga de esgoto *in natura* a montante, da intensificação das atividades nos pesqueiros durante o verão, a presença de animais nas margens do riacho e a maior precipitação entre os meses de novembro de 2007 e março de 2008. A correlação negativa, embora não-significativa, da concentração de sólidos totais dissolvidos e turbidez é fruto da influência do período chuvoso no IQA, mostrando que há alguma influência sazonal sobre os dados.

Tabela 7.1 Valores de correlação r -Pearson entre as variáveis levantadas neste trabalho em relação ao IQA. O valor em negrito indica correlação estatisticamente significativa ($p>0,05$).

Variável	r
Coliformes Termotolerantes	-0,407
Sólidos Totais Dissolvidos	-0,455
Turbidez	-0,543
pH	0,285
Condutividade	-0,438
DBO	-0,757
Nitrogênio	-0,026
Fósforo	-0,281
Temperatura	-0,036
Oxigênio Dissolvido	-0,263

É interessante observar que tanto para o fósforo, como para o nitrogênio, há uma tendência de aumento de concentração no verão, com picos no mês de abril de 2008 (Figura 7.3). Este comportamento pode ser explicado pela intensificação das atividades nos pesqueiros, em que há um incremento significativo na utilização de ração e ceva para os peixes. Esses produtos contêm uma concentração relativamente alta de fósforo [0,43 a 0,75%, de acordo com Ferreira et al.(2002) e Oliveira e Almeida (2002)] e nitrogênio, sendo que este último também pode ser proveniente da excreção de amônia a partir de peixes. A liberação e dispersão desses elementos na água se dão gradativamente, de tal forma que os picos ocorreram logo após o término do verão. Neste contexto, o pequeno represamento com macrófitas a jusante dos pesqueiros deve agir como um “agente filtrante”, impedindo a ocorrência de maiores impactos sobre as águas da sub-bacia E a jusante.

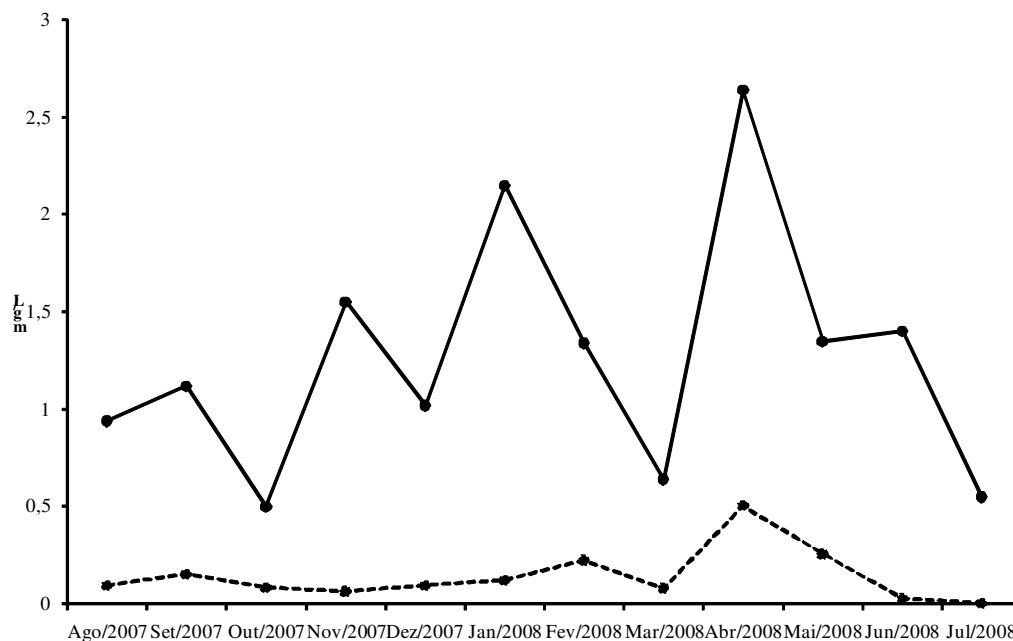


Figura 7.3 Concentração de nitrogênio (linha sólida) e fósforo (linha seccionada) para o ponto 1.

Das sub-bacias contribuintes analisadas neste trabalho, sem dúvida alguma a sub-bacia E, onde está localizado o ponto 1, é a mais crítica em termos de degradação ambiental. Neste ponto 1, as concentrações de DBO observadas também alcançaram valores muito altos, a partir do mês de Março de 2008, influenciando o comportamento da DBO no ponto 3 e, por conseguinte, os valores de IQA observados a partir de Abril de 2008 (Figura 7.4).

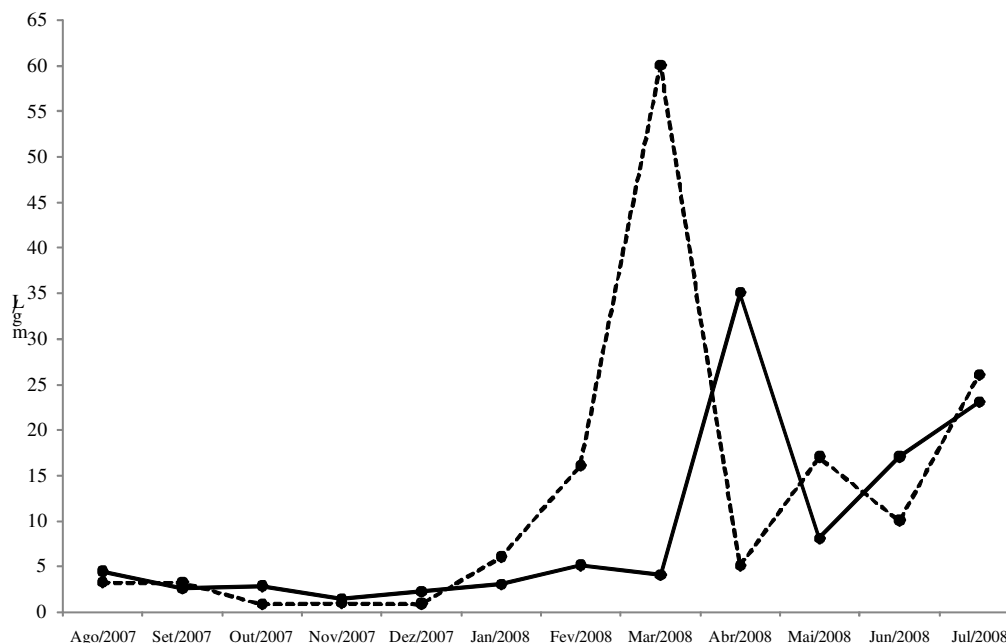


Figura 7.4 Valores de concentração da DBO no ponto 3 (linha sólida) e no ponto 1 (linha seccionada).

É interessante notar que, mesmo com pesos diferentes no cálculo do IQA, as variáveis que o determinam se coordenam de modo diverso em cada ponto, dependendo das condições do ambiente de coleta. Embora o valor do IQA se mantenha em uma mesma faixa a maior parte do tempo para os três pontos, o mesmo não se pode dizer para as variáveis, quando estudadas isoladamente. As oscilações das variáveis do IQA compensam-se umas às outras, mantendo o índice relativamente estável em um patamar. Entretanto, essa relativa “estabilidade” mascara flutuações importantes no ambiente, que devem ser monitoradas e analisadas com maior cuidado, a fim de que se possa corrigir eventuais problemas. Assim, vê-se que o gerenciamento do reservatório deve considerar os diferentes cenários de seus afluentes e respectivos entornos, de modo que a manutenção da boa qualidade da água seja feita de modo racional e solucione com maior precisão os principais problemas que se pode encontrar.

Ponto 2

Durante o período analisado, os valores de IQA mantiveram-se dentro da faixa “Boa”, embora tenham ocorrido oscilações durante o período chuvoso (Figura 7.5). No mês de maio de 2008, o IQA elevou-se para a faixa “Ótima”, onde nenhum dos parâmetros que o compõem apresentou fora dos limites legais estabelecidos.

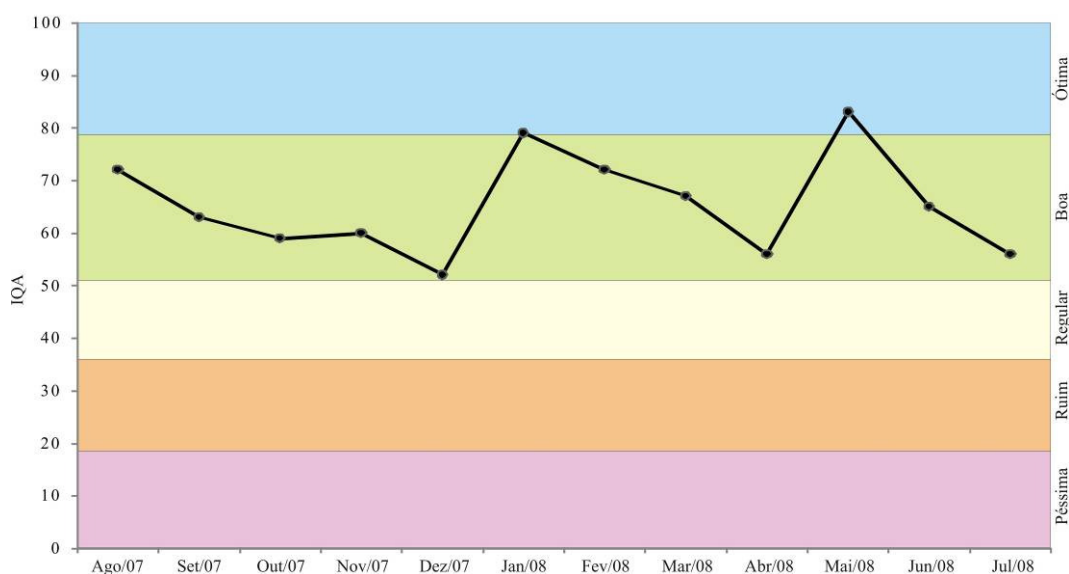


Figura 7.5 Valores de IQA para o ponto 2.

As atividades presentes nesta sub-bacia dirigem-se prioritariamente aos segmentos agropastoris, como criações de gado e aves, horticultura e fruticultura.

Conforme pode ser observado na Tabela 6.1, a concentração de coliformes termotolerantes apresentou-se acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para Classe 1 ($200 \text{ UFC } 100 \text{ mL}^{-1}$), entre os meses de Outubro de 2007 e Março de 2008. Ocorreu, ainda, um aumento da DBO no período entre Janeiro e Março de 2008, e a concentração de OD apresentou-se abaixo do limite legal entre Agosto de 2007 e Janeiro de 2008 (Figura 7.6).

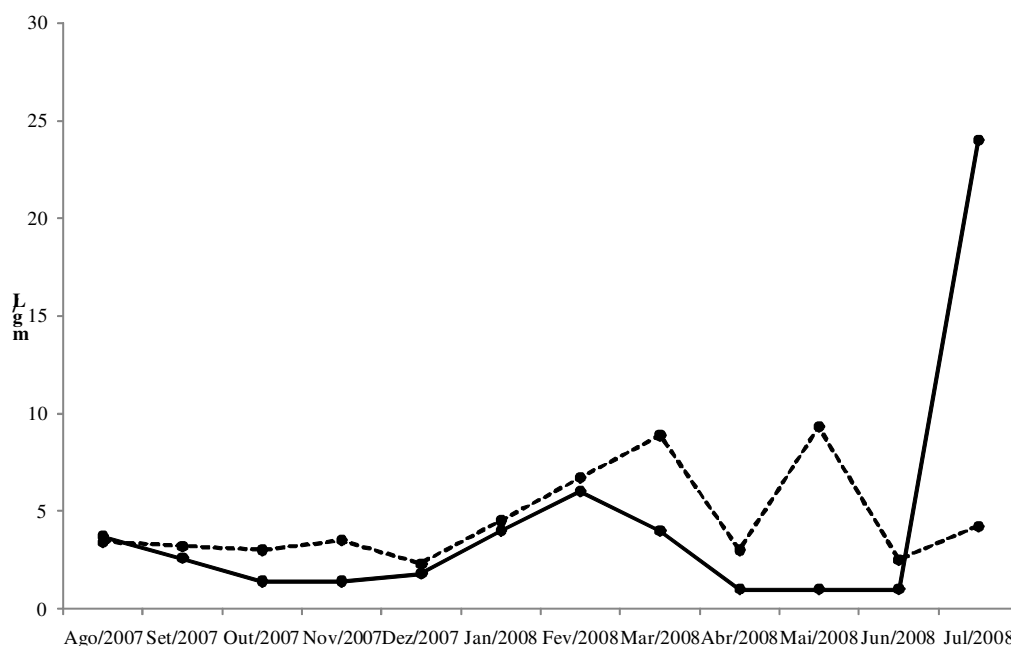


Figura 7.6 Concentração de DBO (linha sólida) e oxigênio dissolvido (linha seccionada) no ponto 2.

A maioria dessas alterações ocorreu durante o período chuvoso, no qual há carreamento de matéria orgânica e enterobactérias, o que explica o aumento da concentração de coliformes termotolerantes devido à criação de animais e a resíduos orgânicos da agricultura. O aumento da DBO está relacionado à diminuição da concentração de OD, sendo que os níveis de OD tendem a ser mais críticos nas épocas quentes do ano, onde sua solubilidade em água diminui e seu consumo aumenta. Tal interpretação é reforçada pela correlação positiva entre os valores de OD e de IQA observados neste ponto (Tabela 7.2).

Tabela 7.2 Valores de correlação *r*-Pearson entre as variáveis levantadas neste trabalho em relação ao IQA. O valor em negrito indica correlação estatisticamente significativa ($p>0,05$).

Variável	<i>r</i>
Coliformes Termotolerantes	-0,347
Sólidos Totais Dissolvidos	-0,260
Turbidez	-0,277
pH	0,369
Condutividade	-0,253
DBO	-0,202
Nitrogênio	-0,385
Fósforo	-0,305
Temperatura	-0,349
Oxigênio Dissolvido	0,642

À montante do ponto de coleta, é observada uma área alagada colonizada por taboas (Figura 7.7), que exerce uma função de “filtro”, similar ao represamento colonizado por *Salvinia* spp., do ponto 1. Esta área atenua os efeitos das ondas de cheia e retém material em suspensão, além de possibilitar processos de decomposição e desnitrificação, por exemplo.



Figura 7.7 – Área alagada por taboas, à montante do ponto de coleta.

Foto: Marco Felipe Rackza (2009).

As concentrações de fósforo e nitrogênio tendem a ser maiores no final do período chuvoso, em comportamento e níveis semelhantes ao do ponto 1 (Figura 7.8). Esse fato indica que tanto o represamento com macrófitas no ponto 1, como a área alagada com taboas no ponto 2, exercem função ecológica muito similar.

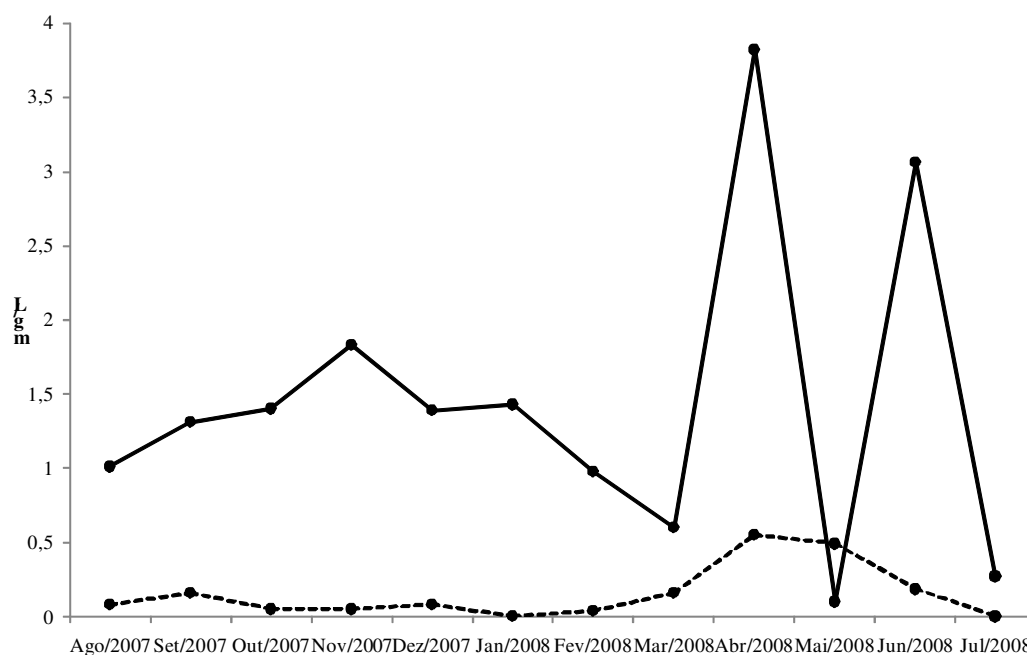


Figura 7.8 Concentração de nitrogênio (linha sólida) e fósforo (linha seccionada) para o ponto 2.

Ponto 3

O ponto 3, localizado junto à barragem do Tanque Grande, tem sido monitorado pela CETESB pelo menos desde 1990, de acordo com Saad et al. (2007). Esses autores realizaram um estudo de avaliação dos valores do IQA ao longo de 16 anos (1990 a 2006), no qual percebe-se que o IQA manteve-se quase sempre entre as faixas “Ótima” e “Boa” (Figura 7.9). No entanto, no presente trabalho, o IQA manteve-se nas Faixas “Boa” a “Regular” (Figura 7.10).

Saad et al. (2007) chamam a atenção para o fato de que a concentração de coliformes termotolerantes representa o principal problema para a qualidade da água do reservatório, notadamente nos períodos de alta pluviosidade, em função da existência de vários tipos de criação de animais no entorno, aliadas a um uso irregular do reservatório pela população. Esta mesma situação foi verificada no presente trabalho durante os meses de Setembro de 2007 e Março de 2008, onde a concentração de coliformes termotolerantes apresentou-se acima do valor máximo estabelecido para Classe 1, pela

Resolução CONAMA nº 357/2005 (Tabela 6.1), sendo a variável mais influente nos valores de IQA obtidos até Março de 2008.

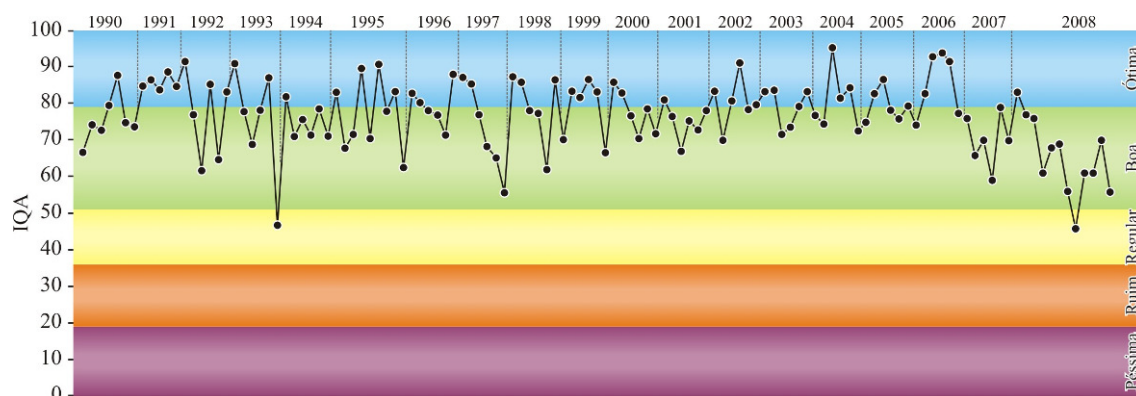


Figura 7.9 Valores de IQA de 1990 a 2006 no Reservatório Tanque Grande (Saad et al., 2007).

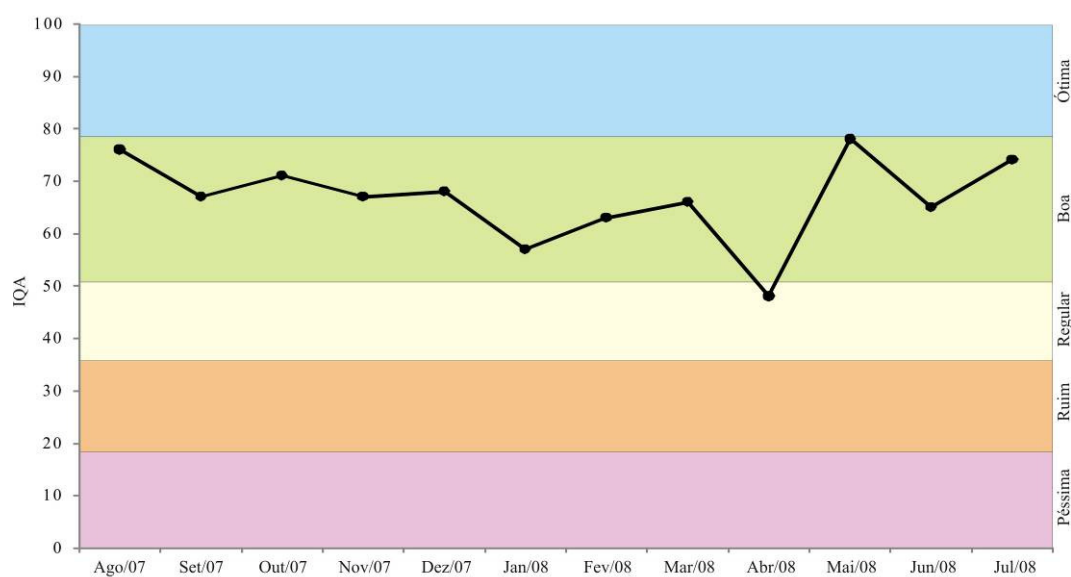


Figura 7.10 Valores de IQA para o ponto 1.

No mês de Abril de 2008, a concentração da DBO foi a maior registrada desde 1990, e manteve-se com valores acima da média histórica até Julho de 2008.

8. CONCLUSÕES

A pesquisa de caráter inédito desenvolvida neste mestrado a respeito do Índice de Qualidade de Água – IQA da bacia contribuinte do Reservatório Tanque Grande, município de Guarulhos (SP), segundo os parâmetros estabelecidos pela CETESB (2005) para fins de abastecimento público, alcançou os objetivos propostos.

Durante um ciclo anual (Agosto / 2007 a Julho / 2008), foram amostrados mensalmente 3 pontos: o primeiro deles (o de número 3) corresponde ao ponto localizado junto à barragem do reservatório, sendo analisado, a cada dois meses, pela CETESB desde, pelo menos, a década de 90; o segundo deles (o de número 1) corresponde ao ponto selecionado para representar a sub-bacia contribuinte designada, informalmente, pela letra E; o terceiro ponto (o de número 2), por sua vez, representa a sub-bacia A. Juntas essas duas sub-bacias perfazem 80%, em área, da bacia contribuinte.

No período ora avaliado, o comportamento do ponto 1, com relação aos valores do IQA, oscilou entre as faixas “Ótima” a “Regular”, com a maior parte dos valores situando-se na faixa “Boa”. Dentre os parâmetros que compõem o IQA, as concentrações de coliformes termotolerantes e a DBO foram as que contribuíram para a variação de valores observados, em virtude do uso e ocupação do solo verificado na sub-bacia E, com ênfase na presença de pesqueiros à montante.

O ponto 2, durante o período analisado, apresentou valores de IQA concentrados na faixa “Boa”, com oscilações positivas que permitiram enquadrá-lo na faixa “Ótima”.

Os parâmetros que contribuíram para as variações nos valores do IQA obtidos foram a concentração de coliformes termotolerantes, a DBO e o OD, principalmente durante o período chuvoso. Esses parâmetros são influenciados pelo uso e ocupação do solo nessa sub-bacia, na forma de atividades agropastoris, horticultura e fruticultura, além da presença de chácaras e edificações rurais.

Das duas sub-bacias contribuintes aqui analisadas, a sub-bacia E é a mais crítica em termos de degradação ambiental, influenciada pelas atividades antrópicas nela presente.

Resta tecer alguns comentários a respeito do ponto 3. De acordo com Saad et al. (2007), os valores históricos medidos pela CETESB no ponto 3, apontam para condições entre as faixas “Ótima” e “Boa” de classificação do IQA; as águas desse reservatório enquadram-se na Classe 1, segundo critério estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005.

No período ora avaliado, o IQA manteve-se dentro da faixa “Boa” na maior parte dos meses, exceto no de Abril/08 quando apresentou condições regulares. Dentre os parâmetros que compõem o IQA, a concentração de coliformes termotolerantes foi a variável mais influente nos valores obtidos até Março de 2008; no mês de Abril a concentração de DBO foi o parâmetro responsável pelo valor do IQA obtido (48), que o coloca na faixa “Regular” de classificação.

As razões que contribuíram para os valores de IQA encontrados no ponto 3, apontam para as mesmas justificativas apresentadas para os pontos anteriores, todas elas fortemente influenciadas pelo uso e ocupação do solo. No ponto 3, acresce o fato de que, nos períodos de temperatura elevada, o reservatório é utilizado como balneário (SAAD et al., 2007).

Como citado anteriormente, há uma proposta a ser enviada à Câmara Municipal de Guarulhos, que propõe a transformação da bacia contribuinte do Reservatório Tanque Grande em área de proteção ambiental – APA Cabuçu – Tanque Grande.

Essa iniciativa é muito importante, pois verifica-se uma certa pressão para a “urbanização” da bacia contribuinte, na medida em que o vetor de crescimento do município de Guarulhos aponta na direção norte (GRAÇA, 2007). Caso essa transformação venha a ocorrer, com certeza haverá um comprometimento da qualidade ambiental da microbacia como um todo, e, por conseqüência, das águas do Reservatório Tanque Grande, em particular.

Finalmente, recomenda-se a continuação das pesquisas aplicadas ao monitoramento da qualidade das águas da Microbacia Tanque Grande – Montante, e que contemple tanto os ambientes lóticos como os lênticos nela presentes. Este monitoramento deve levar em consideração um possível aumento e diversificação do uso e ocupação do solo, hoje consubstanciado na forma de pesqueiros, cultivos, pomares, pastagens, edificações rurais, sistemas viários e áreas de lazer.

Não se pode ignorar que esse quadro de atividades presentes na bacia contribuinte do Reservatório Tanque Grande são atores principais na questão relativa à qualidade ambiental desse manancial. O município de Guarulhos não pode vir a prescindir, num futuro próximo, do Sistema Tanque Grande, pois há uma carência significativa de recursos hídricos para atender, de modo satisfatório, o abastecimento público municipal.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 10664. *Determinação de Resíduos – Método Gravimétrico – Método J*. Rio de Janeiro, 1989.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 12614. *Determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio – Método da Incubação*. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 12772. *Água – Determinação de Fósforo*. Rio de Janeiro.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 13796. *Determinação de Nitrogênio Total*. Rio de Janeiro.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20^a ed. 1998.

ANDRADE, M.R.M. *Cartografia de Aptidão para assentamentos urbanos do Município de Guarulhos*. 1999. 147 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 16^a ed., Arlington, 1995. 1141p.

APA Cabuçu – Tanque Grande criada pela Lei de Zoneamento (243 de 24 de Maio de 2007 e pela Lei do Planalto Diretor 6055 de 30 de Dezembro de 2004).

AYRES, F.M. *Diagnóstico da Qualidade da Água do Reservatório do Tanque Grande, Município de Guarulhos, Estado de São Paulo, no Período Compreendido entre 1990 e 2005*. 2007. 119 f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2007.

BIER, O. Técnicas Bacteriológicas. In: BIER, O. *Microbiologia e Imunologia*. 24^a ed. São Paulo: Melhoramentos, 1985. p.919-998.

BOLLMAN, H.A.; MARQUES, D.M. Bases para a Estruturação de Indicadores de Qualidade de Águas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.5, n.1, p.37-60, 2000.

BOYD, R. *The Current Status of Scientific Realism*. In: LEPLIN, L. (Ed.), *Scientific Realism*, University of California Press. Berkeley, 1984. 359p.

BRADY, J.E.; HUMISTON, G.E. *Química Geral*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985.

BRANCO, S.M. *Água e o Homem*. In: *Hidrologia Ambiental*, v.3. São Paulo: Edusp, 1991. 414p.

BRASIL. *Decreto nº 10.755, de 22 de novembro de 1977*. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos d'água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 08 de setembro de 1976, e dá providências correlatas. Consulta em publicação oficial.

BRASIL. *Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 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 setembro de 1989. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 08 de janeiro de 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA n.357, de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Consulta em publicação oficial.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
2003. *Coleta e Preservação de Amostras de Água*. Setor de Transferência de
Conhecimento Ambiental / Secretaria do Meio Ambiente / Governo do Estado
de São Paulo, 2003. 53p.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
2005. *Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo*,
SP. São Paulo, 1988. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 1988.
(Relatório).

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
2006. *Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo, SP*. São Paulo,
2006. Anexo V, Índices de Qualidade das Águas, p. 1–22. (Relatório).

COLLARES, E.G. *Avaliação de alterações em redes de drenagem de
microbacias como subsídios ao zoneamento geoambiental de bacias
hidrográficas: aplicação na bacia hidrográfica do rio Capivari – SP*. 2000. 190f.
Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos,
Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

ESTEVES, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência,
1998. 602p.

ESTEVES, K.E.; SANT'ANNA, C.L. *Pesqueiros sob uma visão integrada de
meio ambiente, saúde pública e manejo*. 1ª ed. São Carlos (SP): Rima, 2006.

FATMA – FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA.
Relevância dos parâmetros de qualidade da água aplicados a águas correntes.
*Parte I: Características gerais, nutrientes, elementos-traço e substâncias
nocivas inorgânicas, características biológicas*. Florianópolis, 1999. Disponível
em: http://www.fatma.sc.gov.br/biblioteca_ambiental/btecaambiental.htm.
Acesso em 03/06/2007.

FERREIRA, W.M.; CAVALCANTE, S.G.; NARANJO, A.P.; SANTIAGO, S.G. Biodisponibilidade de diferentes fontes de zinco para coelhos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 54, n. 6, p. 636-642, 2002.

GRAÇA, B.A. *Condicionantes Geoambientais no Processo Histórico da Ocupação Territorial do Município de Guarulhos, Estado de São Paulo*. 2007. 147 f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2007.

MATO, A.P. *Determinação de nitratos, nitritos e prováveis fontes de contaminação em águas*. 1996. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental) – Universidade Mackenzie, São Paulo, 1996.

MORAES, A.J. *Manual para Avaliação da Qualidade da Água – 1*. Curso de Especialização em Educação Ambiental e Recursos Hídricos: Perspectivas para o Século XXI. São Carlos: RIMA. 2001.

NOBRE, M.F. *O Zoneamento Ecológico – Econômico como Instrumento de Planejamento e Gestão Ambiental: uma proposta para a Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí (SP)*. 2008. 248f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, 2008.

OLIVEIRA, A.M.S.; ANDRADE, M.R.M.; QUEIRÓZ, W; SATO, S.E. *Diagnóstico Ambiental para o Manejo Sustentável do Núcleo Cabuçu do Parque Estadual da Cantareira e Áreas Vizinhas do Município de Guarulhos*. Guarulhos: Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Guarulhos, 2005. 109p. 2v. Mapas. (Relatório Fapesp).

OLIVEIRA, A.M.S. et al. Bases Geoambientais para um Sistema de Informações Ambientais do Município de Guarulhos. Projeto FAPESP nº 05/57965-1. (Relatório final em preparação).

OLIVEIRA, M.C.; ALMEIDA, C.V. Desempenho de coelhos em crescimento criados em diferentes densidades populacionais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 54, n. 5, p. 530-533, 2002.

OLIVEIRA, R.C.M. Flora Diatomácea do Reservatório Tanque Grande, Município de Guarulhos – São Paulo, como Indicadora da Qualidade de Água. 2008. 130f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2008.

PROCEDIMENTO INTERNO CONTROLAB. *Determinação de Nitritos*. São Paulo. 2006.

PROCEDIMENTO INTERNO CONTROLAB. *Determinação de Nitrogênio Amoniacal*. São Paulo. 2006.

ROCHA, A.A.; BRANCO, S.M. *A Eutrofização e suas Implicações na Ciclagem de Nutrientes*, 1986. *Acta Limnológica Brasiliensis*, v.1, p.201-242.

ROCHA, O.; PIRES, J.S.; SANTOS, J.E. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento. In: ESPÍNDOLA, E.L.G. et al. (eds.). *A bacia hidrográfica do Rio Monjolinho*. São Paulo: Editora RIMA. 2000. 188p.

ROMEIRO, A.R. *Avaliação e Contabilização de Impactos Ambientais*. 1ª ed. Campinas (SP): Unicamp, 2004.

ROSS, J.L.S.; PRETTE, M.E.D. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. *Revista do Departamento de Geografia*, USP, nº 8, p. 1-74, 1994.

SAAD, A.R.; SEMENSATTO-JR., D.L.; AYRES, F.M.; OLIVEIRA, P.E. Índice de Qualidade da Água – IQA do Reservatório do Tanque Grande, Município de Guarulhos, Estado de São Paulo, Brasil: 1990 - 2006. *Revista UnG – Geociências*, v.6, n.1, p.118-133, 2007.

SABESP – COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2005. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/calandraweb>. Acesso em 27/08/2007.

SANTOS, I.; FILL, H.D.; SUGAI, M.R.V.B.; BUBA, H.; KISHI, R.T.; LAUTERT, L.F. *Hidrometria Aplicada*. Curitiba (PR): LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001.

SANTOS, S.A.D. *Tanque Grande: Um Espaço em Transformação. Estudo da Região do Tanque Grande – Guarulhos: Área de Proteção de Mananciais*. 2005. [s.n.]. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, 2005.

SILVA, V.S. et al. *Relação das Vegetações Nativa e Exótica com o Meio Físico na Microbacia Tanque Grande – Montante, Município de Guarulhos – SP*. (em preparação).

SPERLING, M.V. *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. 2ª ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA. Universidade Federal de Minas Gerais. Brasil. 1996. 243p.

TUCCI, C.E.M.; MENDES, C.A. *Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica*. Brasília: MMA, 2006. 301p.

TUNDISI, J.G. *Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez*. São Carlos (SP): Rima, 2003.

VANZELA, L.S.; LIMA, R.C.; HERNANDEZ, F.B.T.; MAURO, F. Diagnóstico de Vazão e Descarga Sólida Total do Córrego Três Barras no Município de Marinópolis – SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33, 2004, São Paulo. *Anais...*São Paulo: SBEA, 2004. p.4.

ZAGATTO, P.A.; LORENZETTI, M.L.; LAMPARELLI, M.C.; SALVADOR, M.E.P.; MANEGON JR, N. e BERTOLETTI, E., 1999. *Aperfeiçoamento de um Índice de Qualidade de Águas*. Ver. Acta Limnológica Brasiliensis, 11(2), p. 111-126.

ZILBERMAN, I. *Introdução à Engenharia Ambiental*. 1ª ed. Canoas (RS): Ed. Ulbra, 1997.

ANEXO A – RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357 DE 17 DE MARÇO DE 2005



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA
RESOLUÇÃO N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

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

O **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA**, no uso das competências que lhe são conferidas pelos artigos 6º, inciso II e 8º, inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e Considerando a vigência da Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre a balneabilidade;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CAPÍTULO I

DAS DEFINIÇÕES

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

- I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;
- II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;
- III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;
- IV - ambiente lântico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;
- V - ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;
- VI - aquicultura: 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 - galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44 - 45C, 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 químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto Período de exposição;
- XVIII - efeito tóxico crônico: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele;
- XIX - efetivação do enquadramento: alcance da meta final do enquadramento;
- XX - enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (Classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CAPÍTULO II

DA CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA

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

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

Seção I

Das Águas Doces

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - Classe especial: águas destinadas:

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

II - Classe 1: águas que podem ser destinadas:

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

III - Classe 2: águas que podem ser destinadas:

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

Das Águas Salobras

Art. 6º As águas salobras são assim classificadas:

I - Classe especial: águas destinadas:

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

II - Classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à aquicultura e à atividade de pesca;
- d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e
- e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

III - Classe 2: águas que podem ser destinadas:

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

IV - Classe 3: águas que podem ser destinadas:

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

CAPÍTULO III

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Seção I

Das Disposições Gerais

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

Parágrafo único. Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Seção II

Das Águas Doces

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

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios

estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

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

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

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

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

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

h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂;

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

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

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

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

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA I - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES**PADRÕES****PARÂMETROS VALOR MÁXIMO**

Clorofila *a* 10 µg/L

Densidade de cianobactérias 20.000 cel/mL ou 2 mm³/L

Sólidos dissolvidos totais 500 mg/L

PARÂMETROS INORGÂNICOS VALOR MÁXIMO

Alumínio dissolvido 0,1 mg/L Al

Antimônio 0,005mg/L Sb

Arsênio total 0,01 mg/L As

Bário total 0,7 mg/L Ba

Berílio total 0,04 mg/L Be

Boro total 0,5 mg/L B

Cádmio total 0,001 mg/L Cd

Chumbo total 0,01mg/L Pb

Cianeto livre 0,005 mg/L CN

Cloreto total 250 mg/L Cl

Cloro residual total (combinado + livre) 0,01 mg/L Cl

Cobalto total 0,05 mg/L Co

Cobre dissolvido 0,009 mg/L Cu

Cromo total 0,05 mg/L Cr

Ferro dissolvido 0,3 mg/L Fe

Fluoreto total 1,4 mg/L F

Fósforo total (ambiente 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

Mercúrio total 0,0002 mg/L Hg

Níquel total 0,025 mg/L Ni

Nitrato 10,0 mg/L N

Nitrito 1,0 mg/L N

Nitrogênio amoniacal total

3,7mg/L N, para pH \leq 7,5

2,0 mg/L N, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$

1,0 mg/L N, para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$

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 SO₄

Sulfeto (H₂S 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

Acrilamida 0,5 µg/L

Alacloro 20 µg/L

Aldrin + Dieldrin 0,005 µg/L

Atrazina 2 µg/L

Benzeno 0,005 mg/L

Benzidina 0,001 µg/L

Benzo(a)antraceno 0,05 µg/L

Benzo(a)pireno 0,05 µg/L

Benzo(b)fluoranteno 0,05 µg/L

Benzo(k)fluoranteno 0,05 µg/L

Carbaril 0,02 µg/L

Clordano (cis + trans) 0,04 µg/L

2-Clorofenol 0,1 µg/L

Criseno 0,05 µg/L

2,4-D 4,0 µg/L

Demeton (Demeton-O + Demeton-S) 0,1 µg/L

Dibenzo(a,h)antraceno 0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano 0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano 0,003 mg/L
2,4-Diclorofenol 0,3 µg/L
Diclorometano 0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD) 0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano 0,001 µg/L
Endossulfan (a + □ + sulfato) 0,056 µg/L
Endrin 0,004 µg/L
Estireno 0,02 mg/L
Etilbenzeno 90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina) 0,003 mg/L
C₆H₅OH
Glifosato 65 µg/L
Gution 0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro 0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno 0,0065 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno 0,05 µg/L
Lindano (g-HCH) 0,02 µg/L
Malation 0,1 µg/L
Metolacloro 10 µg/L
Metoxicloro 0,03 µg/L
Paration 0,04 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas 0,001 µg/L
Pentaclorofenol 0,009 mg/L
Simazina 2,0 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno 0,5 mg/L LAS
2,4,5-T 2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono 0,002 mg/L
Tetracloroetano 0,01 mg/L
Tolueno 2,0 µg/L
Toxafeno 0,01 µg/L
2,4,5-TP 10,0 µg/L
Tributilestanho 0,063 µg/L TBT

Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB) 0,02 mg/L
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 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

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
Tetracloroeto de carbono 1,6 µg/L

Tetracloroeteno 3,3 µg/L
Toxafeno 0,00028 µg/L
2,4,6-triclorofenol 2,4 µg/L

CAPÍTULO V

DIRETRIZES AMBIENTAIS PARA O ENQUADRAMENTO

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

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

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

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

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

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

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

CAPÍTULO VI

DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS

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

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

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

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

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

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

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

§ 3º As instalações de tratamento existentes deverão ser mantidas em operação com a capacidade, condições de funcionamento e demais

características para as quais foram aprovadas, até que se cumpram as disposições desta Resolução.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

MARINA SILVA

Presidente do CONAMA

Fonte: www.mma.gov.br/port/conama

ANEXO B – DECRETO Nº 10.755 DE 22 DE NOVEMBRO DE 1977

DECRETO Nº 10.755, de 22/11/1977

Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto Nº 8.468, de 8 setembro de 1976, e dá providências correlatas.

Paulo Egydio Martins, Governador do Estado São Paulo, no uso de suas atribuições legais e com fundamento na Lei Nº 997, de 31 de maio de 1976 e no artigo 7º do Regulamento aprovado pelo Decreto Nº 8.468, de 8 setembro de 1976, decreta:

Artigo 1º - Os corpos de água receptores do território do Estado, bem como as respectivas bacias ou sub-bacias que compreendem seus formadores e/ou afluentes, ficam enquadrados na forma determinada no Anexo ao presente Decreto, em obediência à classificação prevista no artigo 7º do Decreto Nº 8.468, de 8 setembro de 1976.

Artigo 2º - A CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, com fundamento no item XIII da Portaria Nº 13, do Ministério do Interior - SEMA, de 15 de janeiro de 1976, poderá fixar outros limites para os parâmetros de afluentes de qualquer natureza lançados nos corpos de água, especialmente os enquadrados na Classe 2, além dos estabelecidos nos artigos 17 e 18 do Regulamento baixado pelo Decreto Nº 8.468, de 8 de Setembro de 1976.

Artigo 3º - Este Decreto entrará em vigor na data de sua publicação.

Paulo Egydio Martins - Governador do Estado

Anexo a que se refere o Decreto Nº 10.755, de 22 de novembro de 1977

1. Corpos de Água Pertencentes à Classe 1

1.1 - Da Bacia da Baixada Santista:

- a) Córrego de Moenda e todos os seus afluentes até o ponto de captação de água de abastecimento para o Município de Mongaguá;
- b) Ribeirão das Furnas e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Itapanhaú em Bertioga, no Município de Santos;
- c) Rio Bichoró e todos os seus afluentes até a barragem projetada no Município de Mongaguá;
- d) Rio Branco e todos os seus afluentes até a confluência com Rio Preto, no Município de Prata Grande;
- e) Rio Cubatão e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Pilões, no Município de Cubatão;
- f) Rio Itapanahú e todos os seus afluentes até a cota 10, no Município de Santos;
- g) Rio Itatinga e todos os seus afluentes até a cota 10, no Município de Santos;
- h) Rio Jaguareguava e todos os seus afluentes até a cota 20, no Município de Santos;
- i) todos os cursos d'água do litoral desde a divisa dos Municípios de Santos com São Sebastião até a divisa dos Municípios de Mongaguá e Itanhaém até a cota 50;

j) Rio Mineiro e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Aguapeú, no Município de Mongaguá;

k) Rio Moji e todos os seus afluentes até a confluência com o Córrego do Bugre, no Município de Cubatão;

l) Rio Pilões e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Cubatão, no Município de Cubatão;

m) Rio Quilombo e todos os seus afluentes até a cota 20, no Município de Santos.

1.2 - Da Bacia da Billings:

a) Represa Billings, braço dos Rio Bororé, Taquacetuba, Pedra Branca e Capivari e todos os seus afluentes a montante do primeiro cruzamento com a linha de alta tensão da Light, nos Municípios de São Paulo e São Bernardo do Campo;

b) Represa Billings, braço do Rio Pequeno e todos os seus afluentes a montante do cruzamento com a Via Anchieta, no Município de São Bernardo do Campo.

1.3 - Da Bacia do Rio Cotia:

Rio Cotia e todos os seus afluentes até a Barragem das Graças, no Município de Cotia.

1.4 - Da Bacia do Guarapiranga:

a) Represa de Guarapiranga e todos os seus afluentes com exceção do Rio Embu-Mirim e seus afluentes até a barragem no Município São Paulo;

b) Sistema Capivari e Monos e todos os seus afluentes até a barragem da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, no Município de São Paulo.

1.4-A - da bacia do rio Jundiaí:

- rio Jundiaí-Mirim e todos os seus afluentes até o ponto de captação de água de abastecimento para o Município de Jundiaí."

1.5 - Da Bacia do Litoral Norte:

a) todos os cursos d'água do Litoral Norte, desde a divisa dos Municípios de Santos e São Sebastião até a divisa do Município de Ubatuba com o Estado do Rio de Janeiro, até a cota 50;

b) todos os cursos d'água do Município de Ilha Bela, até a cota 50.

1.6 - Da Bacia do Litoral Sul:

a) Córrego do Matão e todos os seus afluentes até o ponto de captação de água de abastecimento para o Município de Itanhaém;

b) Rio Branco e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Mambu, no Município de Itanhaém;

c) Rio Mambu e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Branco, no Município de Itanhaém;

d) todos os cursos d'água do litoral desde a divisa dos Municípios de Itanhaém e Mongaguá até a divisa do Município de Cananéia com o Estado do Paraná, até a cota 50.

1.7 - Da Bacia do Rio Paraíba:

- a) Córrego da Tabuleta e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão Benfica, no Município de Piquete;
- b) Ribeirão da Água Limpa e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão da Saudade, inclusive, no Município de Cruzeiro;
- c) Ribeirão Benfica e todos os seus afluentes até a confluência com o Córrego da Tabuleta, no Município de Piquete;
- d) Ribeirão dos Buenos ou dos Moreiras e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão dos Guarulhos, no Município de Pindamonhangaba;
- e) Ribeirão Grande e todos os seus afluentes até a confluência com o Córrego do Cachoeirão, no Município de Pindamonhangaba;
- f) Ribeirão da Limeira e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão do Ronco, na divisa dos Municípios de Piquete e Lorena;
- g) Ribeirão dos Lopes e todos os seus afluentes da margem esquerda até a confluência com o Córrego do Goiabal, inclusive, no Município de Cruzeiro;
- h) Ribeirão do Ronco e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão da Limeira, na divisa dos Municípios de Piquete e Lorena;
- i) Ribeirão do Sertão e todos os seus afluentes até a cota 760, no Município de Piquete;
- j) Ribeirão do Taquaral ou do Peixe e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Guaratinguetá, no Município de Guaratinguetá;
- l) Rio Buquira ou Ferrão e todos os seus afluentes até o Córrego do Bengala, inclusive, no Município de São José dos Campos;

- m) Rio Claro e todos os seus afluentes até a confluência com o Córrego Curape, inclusive, na divisa dos Municípios de Lavrinhas e Queluz;
- n) Rio das Cruzes e todos os seus afluentes até a confluência com o Córrego da Cascata, inclusive, no Município de Queluz;
- o) Rio Entupido e todos os seus afluentes até a confluência com o Córrego Bela Aurora, inclusive, no Município de Queluz;
- p) Rio Guaratinguetá e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão do Taquaral ou do Peixe, no Município de Guaratinguetá;
- q) Rio Jacu e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão do Braço, inclusive, no Município de Lavrinhas;
- r) Rio Jaguari e todos os seus afluentes, exceto o Ribeirão Araquara, até a sua barragem, no Município de Igaratá;
- s) Rio Paraíba, inclusive seus formadores Paraitinga e Paraibuna, e todos os seus respectivos afluentes, até a barragem de Santa Branca, no Município de Santa Branca;
- t) Rio Piagui e todos os seus afluentes da margem direita até a confluência com o Córrego Caracol, inclusive, no Município de Guaratinguetá;
- u) todos os afluentes da margem esquerda do Rio Piagui até a confluência com o Rio Batista, inclusive, no Município de Guaratinguetá;
- v) todos os afluentes da margem esquerda do Rio Piquete até a confluência como o Ribeirão Passa Vinte, na divisa dos Municípios de Cachoeira Paulista e Cruzeiro;
- x) Rio Piracuama e todos os seus afluentes até a confluência com Ribeirão do Machado, no Município de Tremembé.

1.8 - Da Bacia do Rio Piracicaba:

- a) Rio Atibainha e todos os seus afluentes até a barragem da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, no Município de Nazaré Paulista;
- b) Rio Cachoeira e todos os seus afluentes até a barragem da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, no Município de Piracaia;
- c) Rio Jaguari e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Jacaré, no Município de Bragança Paulista.

1.9 - Da Bacia do Rio Ribeira de Iguape:

Rio Juquiá e todos os seus afluentes até a divisa dos Municípios de Juquitiba e Miracatu.

1.10 - Da Bacia do Rio Tietê - Alto Cabeceiras:

- a) Rio Biritiba-Mirim e todos os seus afluentes até a barragem prevista da Represa de Biritiba-Mirim, no Município de Biritiba-Mirim;
- b) Rio Jundiá e todos os seus afluentes até a barragem prevista do Reservatório do Jundiá, no Município de Moji das Cruzes;
- c) Rio Paraitinga e todos os seus afluentes até a barragem do Reservatório Paraitinga I, no Município de Salesópolis;
- d) Rio Taiapuê e todos os seus afluentes até a barragem do Reservatório do Taiapuê, na divisa dos Municípios de Suzano e Moji das Cruzes;

e) Rio Tietê e todos os seus afluentes até a barragem de Ponte Nova, na divisa dos Municípios de Salesópolis e Biritiba-Mirim.

1.11 - Da Bacia do Rio Tietê - Alto Zona Metropolitana:

a) Reservatórios do Cabuçu e todos os seus afluentes no Rio Cabuçu de Cima até a barragem, no Município de Guarulhos;

b) Reservatórios da Cantareira e todos os seus afluentes no Rio Cabuçu de Baixo até as barragens, no Municípios de São Paulo;

c) Reservatório do Engordador e todos os seus afluentes até a barragem, no Município de São Paulo;

d) Reservatório do Tanque Grande e todos os seus afluentes até a barragem, no Município de Guarulhos;

e) Rio Juqueri e todos os seus afluentes até a barragem da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, no Município de Franco da Rocha.

1.12 - Das Reservas Florestais:

Todos os cursos d'água cujas nascentes situam-se dentro de áreas destinadas a Reservas Florestais do Estado, nos trechos de seus cursos, nelas compreendidos.

2. Corpos de Água Pertencentes à Classe 2

Pertencem à Classe 2 todos os corpos d'água, exceto os alhures classificados.

3. Corpos de Água Pertencentes à Classe 3

Pertencem à Classe 3 os seguintes corpos d'água, excluídos os respectivos afluentes e fornecedores, salvo quando expressamente indicados nas alíneas.

3.1 - Da Bacia do Rio Aguapeí:

a) Córrego da Figueira até a confluência com o Córrego do Fundão, no Município de Valparaíso;

b) Córrego Ipiranga até a confluência com o Córrego Ipiranguinha, no Município de Vera Cruz;

c) Córrego Lajeado ou Aguapeí-Mirim desde sua confluência com o Córrego Boa Esperança até a confluência com o Rio Aguapeí, na divisa dos Municípios de Lucélia e Adamantina;

d) Córrego Pacaembu até a confluência com o Ribeirão da Iracema, no Município de Pacaembu;

e) Ribeirão Claro até a confluência com o Córrego da Saudade, no Município de Mirandópolis;

f) Ribeirão Iacri desde a confluência com o Córrego Afonso XIII até a confluência com Rio Aguapeí, no Município de Tupã;

g) Ribeirão Tibiriçá até a confluência com o Ribeirão Cincinatina até a confluência com o Ribeirão Pádua Sales, no Município de Marília;

h) Ribeirão Tibiriçá até a confluência com o Ribeirão Ipiranga, no Município de Marília.

3.2 - Da Bacia da Baixada Santista:

Rio Cubatão desde o ponto de captação de água para abastecimento até a foz, no Município de Cubatão.

3.3 - Da Bacia do Rio Cotia:

Rio Cotia e todos os seus afluentes desde a Barragem das Graças, no Município de Cotia, até a Barragem de Isolina, na divisa dos Municípios de Barueri e Carapicuíba.

3.4 - Da Bacia do Rio Grande - Vertente Parcial:

a) Córrego Pedregulho até a confluência com o Ribeirão Bom Jesus, no Município de Pedregulho;

b) Ribeirão Marinheiro desde a confluência com o Córrego Macaúba até a confluência com o Ribeirão Barra das Pedras, na divisa dos Municípios de Vutuporanga e Pedranópolis;

c) Ribeirão Santa Rita desde a confluência com o Córrego Macaco até a confluência com o Córrego do Desengano, na divisa dos Municípios de Guarani d'Oeste e Turmalina.

3.5 - Da Bacia do Rio Moji-Guaçu:

a) Córrego Constantino até a confluência com o Ribeirão do Meio, no Município de Leme;

b) Córrego Rico desde a confluência com o Ribeirão Jabuticabal ou Cerradinho até a confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Jabuticabal;

c) Rio das Araras até a confluência com o Córrego Água Branca, no Município de Araras;

d) Ribeirão do Cruzeiro desde a confluência com o Córrego Xavier até a confluência com o Ribeirão das Anhumas, no Município de Américo Brasiliense;

- e) Ribeirão das Furnas a jusante da captação de água de abastecimento para Araras até a confluência com o Rio das Araras, no Município de Araras;
- f) Ribeirão Laranja Azeda até a confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Piraçununga;
- g) Ribeirão do Meio até a confluência com o Ribeirão Invernada, no Município de Leme;
- h) Ribeirão dos Porcos até a confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Pinhal;
- i) Ribeirão da Prata até a confluência com o Ribeirão dos Cocais, no Município de Santa Cruz das Palmeiras;
- j) Ribeirão do Rancho Queimado desde a confluência com o Córrego do Moisés até sua confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Rincão;
- k) Ribeirão Triste ou do Açude até a confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Pradópolis;
- l) Rio Bonito desde a confluência com o Córrego Rosário até a confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Porto Ferreira;
- m) Rio Claro desde a confluência com o Córrego Marinho até a confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Santa Rita do Passa Quatro;
- n) Rio Moji-Mirim desde a confluência com o Córrego da Bela Vista até sua foz do Rio Moji-Guaçu, no Município de Moji-Mirim.

3.6 - Da Bacia do Rio Pardo:

- a) Córrego Lambari a partir do cruzamento com a Rodovia SP-340 até a confluência com o Rio Canoas, no Município de Mococa;
- b) Córrego das Pedras desde a confluência com o Córrego Jaborandi até a confluência com o Rio Pardo, no Município de Jaborandi;
- c) Córrego Santa Elisa a partir da confluência com o Rio do Meio até a confluência com o Rio Canoas, no Município de Mococa;
- d) Ribeirão do Cervo desde a confluência com o Córrego de Mato Grosso até a confluência com o Rio Araraquara, no Município de Altinópolis;
- e) Ribeirão das Congonhas até a confluência com o Córrego da Estiva, no Município de Casa Branca;
- f) Ribeirão do Meio até a confluência com o Córrego Santa Elisa, no Município de Mococa;
- g) Ribeirão das Palmeiras desde a confluência com o Córrego Cachoeira até a confluência com o Rio Pardo, na divisa dos Municípios de Jaborandi e Terra Roxa;
- h) Ribeirão Santa Bárbara até a confluência com o Rio Pardo, no Município de Sales de Oliveira;
- i) Ribeirão do Silva desde a sua confluência com o Córrego da Barra até sua confluência com o Ribeirão da Prata, no Município de Brodosqui;
- j) Ribeirão do Tamanduá desde a confluência com o Córrego São Simão até a confluência com o Ribeirão Tamanduazinho, na divisa dos Municípios da Serra Azul e Cravinhos;
- k) Ribeirão Vermelho desde a confluência com o Córrego Cajuru até a confluência com o Rio Cubatão, no Município de Cajuru.

3.7 - Da Bacia do Rio Paraná - Vertente Parcial:

- a) Córrego Primavera, afluente do Ribeirão Abrigo a partir de sua confluência com o Córrego São Francisco, no Município de Andradina;
- b) Ribeirão do Veado a jusante do ponto de captação de água de abastecimento para o Presidente Venceslau até a confluência com o Córrego Água da Colônia, no Município de Presidente Venceslau;
- c) Córrego Jacu Queimado até a confluência com o Rio Paraná, no Município de Santa Fé do Sul;
- d) Córrego da Mula até a confluência com o Córrego Cabeceira Comprida, no Município de Santa Fé do Sul.

3.8 - Da Bacia do Alto Paranapanema:

- a) Ribeirão do Lajeado a jusante da captação de água de abastecimento para Taquarituba até a confluência com o Ribeirão da Vitória, no Município de Taquarituba;
- b) Ribeirão Pilão D'Água a jusante da captação de água de abastecimento para Itapeva até a confluência com o Rio Taquari, no Município de Itapeva;
- c) Ribeirão do Poço até a confluência com o Rio das Almas, no Município de Capão Bonito;
- d) Ribeirão do Taboãozinho, afluente do Ribeirão Ponte Alta, no Município de Itapetininga.

3.9 - Da Bacia do Baixo Paranapanema:

a) Ribeirão Alegre a jusante do ponto de captação de água para abastecimento de Paraguaçu Paulista até a confluência com o rio Capivara, no Município de Paraguaçu Paulista;

b) Córrego do Jacu, desde a divisa dos Municípios de Assis e Cândido Mota até sua foz no Ribeirão Piratininga, no Município de Cândido Mota;

c) Córrego Água da Fortuninha, desde a nascente até 700 (setecentos) metros a jusante da confluência com o Córrego do Freire, no Município de Assis.

3.10 - Da Bacia do Rio do Peixe:

Córrego São Luís até a confluência com o Ribeirão do Futuro, no Município de Pompéia.

3.11 - Da Bacia do Rio Piracicaba:

a) Ribeirão Claro a jusante da captação de água de abastecimento para o Rio Claro até a confluência com o Córrego Santa Gertrudes, no Município de Rio Claro;

b) Ribeirão Pinheiros, afluente do Rio Atibaia, no Município de Valinhos;

c) Ribeirão Quilombo até a confluência com o Rio Piracicaba, no Município de Americana;

d) Ribeirão Tijuco Preto até a confluência com o Rio Piracicaba, no Município de Piracicaba;

e) Ribeirão dos Toledos a jusante da captação de água de abastecimento para Santa Bárbara D'Oeste até a confluência com o Rio Piracicaba, no Município de Santa Bárbara D'Oeste.

3.12 - Da Bacia do Rio Santo Anastácio:

Rio Santo Anastácio a partir da confluência com o Ribeirão Vai e Vem até a confluência com Ribeirão Claro, no Município de Santo Anastácio.

3.13 - Da Bacia do Rio São José dos Dourados:

a) Córrego da Água Limpa a jusante do ponto de captação de água de abastecimento de Monte Aprazível até a confluência com o Rio São José dos Dourados, no Município de Monte Aprazível;

b) Córrego Cabeceira Comprida até a confluência com o Ribeirão Bonsucesso, no Município de Nhandeara.

3.14 - Da Bacia de Sapucaí-Mirim:

a) Ribeirão dos Batatais desde a confluência com o Córrego Araras até a confluência com o Rio Sapucaí, no Município de Batatais;

b) Ribeirão da Estiva desde a confluência com o Córrego Sant'Ana até a confluência com o Rio Sapucaí, no Município de Ipuã;

c) Ribeirão da Estiva desde a confluência com o Rio Verde até a confluência com o Rio Sapucaí-Mirim, no Município de Guará;

d) Ribeirão do Pinheirinho desde a confluência com o Córrego da Pimenta até a confluência com o Ribeirão Tomba-Perna, no Município de Santo Antônio da Alegria;

e) Rio Santa Bárbara desde a confluência com o Rio Capanema até a confluência com o Rio Sapucaí, na divisa dos Municípios de Patrocínio Paulista e Franca.

3.15 - Da Bacia do Rio Sorocaba:

Ribeirão do Varjão, afluente do Ribeirão Pirajibu, no Município de Mairinque.

3.16 - Da Bacia do Rio Tietê - Alto Cabeceiras:

a) Ribeirão do Botujuru e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Moji das Cruzes;

b) Rio Tietê e todos os seus afluentes da margem direita, desde a confluência com Ribeirão Botujuru até a confluência com o Rio Itaquera, no Município de São Paulo;

c) todos os afluentes da margem esquerda do Rio Tietê compreendidos entre a confluência com o Ribeirão Botujuru até a confluência com o Rio Itaquera, com exceção dos Rios: Jundiaí até a confluência com o Ribeirão Oropó, Taiapuêba até a barragem do Reservatório de Taiapuêba, Guaió, Córrego Três Pontes, Ribeirão Itaim e Ribeirão do Lajeado.

3.17 - Da Bacia de Rio Tietê - Alto (Zona Metropolitana):

a) Ribeirão Itapevi e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão Sapiatá, no Município de Itapevi;

b) Ribeirão do Sapiatá e todos os seus afluentes até a confluência com o Ribeirão Itapevi, no Município de Itapevi;

c) Rio Baquirivu-Guaçu e todos os seus afluentes, com exceção do Reservatório do Tanque Grande e seus afluentes até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Guarulhos;

d) Rio Guarará e todos os seus afluentes até o ponto de captação de água de abastecimento para o Município de Santo André;

e) Rio Juqueri e todos os seus afluentes desde a barragem da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo até a entrada no

Reservatório de Pirapora, com exceção do Ribeirão Borda da Mata ou Botucaia até a confluência com o Ribeirão Euzébio, no Município de Franco da Rocha;

f) Rio Juqueri-Mirim e todos os seus afluentes até a entrada no Reservatório de Pirapora, no Município de Cajamar.

3.18 - Da Bacia do Baixo Tietê:

a) Córrego dos Baixotes a jusante da captação de água para Birigüi até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Birigüi;

b) Ribeirão do Lajeado a jusante da Captação de água para Penápolis até a confluência com o Ribeirão Bonito, no Município de Penápolis.

3.19 - Da Bacia do Médio Tietê Inferior:

a) Ribeirão Grande desde a confluência com o Rio Campo Novo até a confluência com o Rio Bauru, no Município de Pederneiras;

b) Ribeirão Paraíso desde a confluência com o Córrego Santo Antônio até a confluência com o Rio Lençóis, no Município de São Manoel;

c) Ribeirão dos Porcos desde a confluência com o Córrego Santa Maria até a confluência com o Rio Tietê, na divisa dos Municípios de Ibitinga e Borborema;

d) Rio Bauru desde a confluência com o Ribeirão Grande até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Pederneiras;

e) Rio Chibarro até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Araraquara;

f) Rio Jaú desde a confluência com o Ribeirão Pouso Alegre até o Rio Tietê, no Município de Jaú;

g) Rio Jacaré-Guaçu desde a confluência com o Rio Monjolinho até sua foz na Represa de Ibitinga, no Município de Ibitinga;

h) Rio Jacaré-Pepira desde confluência com o Ribeirão do Dourado até sua foz na Represa de Ibitinga, na divisa dos Municípios de Itaju e Ibitinga;

i) Rio Lençóis a jusante da captação de água de abastecimento para Lençóis Paulista até a confluência com o Rio Tietê, na divisa dos Municípios de Igarapu do Tietê e Barra Bonita;

j) Rio São Lourenço desde a confluência com o Córrego Cascavel até a confluência com Rio dos Porcos, na divisa dos Municípios de Ibitinga e Itápolis.

3.20 - Da Bacia do Médio Tietê Superior:

a) Ribeirão do Marmeleiro até a confluência com o Rio Aracaí, no Município de São Roque;

b) Rio Carambeí a jusante da captação de água de abastecimento para São Roque até a confluência com o Ribeirão do Marmeleiro, no Município de São Roque.

3.21 - Da Bacia do Turvo:

a) Córrego da Lagoa até a confluência com o Ribeirão da Onça, no Município de Cândido Rodrigues;

b) Córrego Mata Negra a jusante da captação de água de abastecimento para Nova Granada até a confluência com o Rio Turvo, no Município de Nova Granada;

c) Ribeirão Grande desde a confluência com o Córrego da Colônia Nova até a confluência com o Rio São Domingos, no Município de Uchoa;

- d) Ribeirão Jataí desde a confluência com o Córrego da Goiaba até a confluência com o Córrego Peroba, no Município de Tanabi;
- e) Ribeirão da Onça até o ponto da divisa da 6ª com a 8ª Região Administrativa do Estado de São Paulo;
- f) Ribeirão São Domingos desde a confluência com o Ribeirão Grande até a confluência com o Rio Turvo na divisa dos Municípios de Uchoa e Tabapuã;
- g) Rio Preto desde a confluência com o Ribeirão Barra Grande até a confluência com o Ribeirão Cachoeira, no Município de Tanabi;
- h) Rio Turvo desde a confluência com o Córrego da Divisa até a confluência com o Córrego da Água Limpa, no Município de Bebedouro.

4. Corpos de Água Pertencentes à Classe 4

Pertencem à Classe 4 os seguintes corpos d'água, excluídos os respectivos afluentes e formadores, salvo quando expressamente indicados nas alíneas.

4.1 - Da Bacia do Rio Aguapeí:

- a) Córrego Afonso XIII, afluente do Ribeirão Iacri, no Município de Tupã;
- b) Córrego Boa Esperança, afluente do Córrego Lajeado ou Aguapeí-Mirim, na divisa dos Municípios de Lucélia a Adamantina;
- c) Córrego Palmital, afluente do Ribeirão Cincinatina, no Município de Marília;
- d) Ribeirão Cincinatina, afluente do Ribeirão Tibiriçá, a partir de sua confluência com o Córrego Palmital, no Município de Marília.

4.2 - Da Bacia do Rio Capivari;

Ribeirão do Piçarrão, no Município de Campinas.

4.3 - Da Bacia do Rio Grande - Vertente Parcial:

a) Córrego da Aldeia até a confluência com o Córrego das Pedras, no Município de Fernandópolis;

b) Córrego Boa Vista, afluente do Córrego Marinheirinho, no Município de Votuporanga;

c) Córrego Marinheirinho desde a sua confluência com o Córrego Barro Preto até a confluência com o Ribeirão Marinheiro, no Município de Votuporanga;

d) Córrego Rodrigues até sua confluência com o Córrego Pedregulho, no Município de Pedregulho;

e) Córrego Santa Rita até sua confluência com o Rio Grande, no Município de Igarapava;

f) Ribeirão Marinheiro até sua confluência com o Córrego Macaúba, na divisa dos Municípios de Votuporanga e Pedranópolis;

g) Ribeirão Santa Rita até sua confluência com o Córrego Macaco, na divisa dos Municípios de Fernandópolis e Estrela D'Oeste;

h) Rio do Carmo a jusante da captação de água de abastecimento para Ituverava até sua confluência com o Rio Grande, na divisa dos Municípios de Aramina e Miguelópolis.

4.4 - Da Bacia do Rio Jundiáí:

a) Córrego Castanho a partir da confluência com o Córrego Japiguaçu até a confluência com o Rio Jundiáí.

b) Trecho do Rio Jundiá a partir da confluência como Córrego Pinheirinho até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Salto.

4.5 - Da Bacia do Rio Moji-Guaçu;

a) Córrego do Cascalho até a confluência com o Ribeirão do Sertãozinho, no Município de Pontal;

b) Córrego do Guariba até a confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Guariba;

c) Córrego do Jatobá até a confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Barrinha;

d) Córrego Marinho até a confluência com o Rio Claro, no Município de Santa Rita do Passa Quatro;

e) Córrego do Moisés até a confluência com o Ribeirão Rancho Queimado, no Município de Santa Lúcia;

f) Córrego do Monjolinho até a confluência com o Ribeirão do Cruzeiro, no Município de Santa Lúcia;

g) Córrego do Paciente até a confluência com o Ribeirão do Rancho Queimado, no Município de Rincão;

h) Córrego das Pitangueiras a jusante da captação de água de abastecimento para Pitangueiras até a confluência com o Rio Moji-Guaçu, no Município de Pitangueiras;

i) Córrego do Rosário a jusante da captação da água de abastecimento para Descalvado até a confluência com o Rio Bonito, no Município de Descalvado;

j) Córrego do Cerradinho ou Jabuticabal até a confluência com o Córrego Rico, no Município de Jabuticabal;

k) Córrego do Xavier até a confluência com o Ribeirão do Cruzeiro, no Município de Américo Brasiliense;

l) Ribeirão Sertãozinho até o Rio Moji-Guaçu, no Município de Pontal.

4.6 - Da Bacia do Rio Pardo:

a) Córrego da Barra até a confluência com o Ribeirão do Silva, no Município de Brodosqui;

b) Córrego da Boa Fé até a confluência com o Ribeirão Santa Bárbara, no Município de Sales Oliveira;

c) Córrego da Cachoeira até a confluência com o Ribeirão das Palmeiras, na divisa dos Municípios de Terra Roxa e Bebedouro;

d) Córrego Cajuru até a confluência com o Ribeirão Vermelho, no Município de Cajuru;

e) Córrego do Jaborandi até a confluência com o Córrego das Pedras, no Município de Jaborandi;

f) córrego do Matadouro até a confluência com o Rio Pardo, no Município de Jardinópolis;

g) Córrego Mato Grosso até a confluência com o Ribeirão do Cervo, no Município de Altinópolis;

h) Córrego Monte Alegre até a confluência com o Ribeirão Preto, no Município de Ribeirão Preto;

- i) Córrego do Palmito a jusante da captação de água de abastecimento para Orlândia até a confluência com o Ribeirão do Agudo, no Município de Orlândia;
- j) Córrego das Pitangueiras desde a confluência com o Córrego do Aleixo até a confluência com o Rio Pardo, no Município de Barretos;
- k) Córrego do Retiro Saudoso até a confluência com o Ribeirão Preto, no Município de Ribeirão Preto;
- l) Córrego São Simão até a confluência com o Ribeirão Tamanduá, no Município de São Simão;
- m) Córrego da Serra Azul até a confluência com o Rio Pardo, no Município de Serra Azul;
- n) Córrego Serrinha ou do Matadouro até a confluência com o Rio Pardo, no Município de Serrana;
- o) Córrego do Viradouro até a confluência com o Rio Pardo, na divisa dos Municípios de Terra Roxa e Viradouro;
- p) Ribeirão de Agudo até a confluência com o Rio Pardo, no Município de Morro Agudo;
- q) Ribeirão do Banharão desde a confluência com o Córrego do jardim até a confluência com o Rio Pardo, no Município de Terra Roxa;
- r) Ribeirão Preto até a confluência com o Rio Pardo, no Município de Ribeirão Preto;
- s) Ribeirão do Retirinho até a confluência com o Ribeirão das Palmeiras, no Município de Jaborandi.

4.7 - Da Bacia do Rio Paraíba:

- a) Córrego da Aguada até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Cachoeira Paulista;
- b) Córrego da Minhoca a partir do cruzamento com a Rodovia Presidente Dutra até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Cachoeira Paulista;
- c) Córrego do Pontilhão até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Cruzeiro;
- d) Córrego Serimbura até sua confluência com o Ribeirão Vidoca, no Município de São José dos Campos;
- e) Ribeirão da Chácara até sua confluência com o Rio Paraíba, no Município de Aparecida;
- f) Ribeirão da Colônia até sua confluência com o Rio Paraíba, no Município de Jacareí;
- g) Ribeirão Lava-Pés, afluente do Rio Paraíba, no Município de São José dos Campos;
- h) Ribeirão dos Lopes desde a confluência com o Córrego do Goiabal até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Cruzeiro;
- i) Ribeirão de Manuel Lito desde a confluência com o Córrego Tijuco até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Caçapava;
- j) Ribeirão Matadouro até sua a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Taubaté;
- k) Ribeirão dos Moraes até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Aparecida;

l) Ribeirão dos Motas desde a confluência com o Córrego dos Bicudos até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Guaratinguetá;

m) Ribeirão Pinhão ou José Raimundo até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Taubaté;

n) Ribeirão Pitas a partir do cruzamento com a Rodovia Presidente Dutra até sua confluência com o Rio Paraíba, no Município de Cachoeira Paulista;

o) Ribeirão dos Putins até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de São José dos Campos;

p) Ribeirão do Sá até sua confluência com o Rio Paraíba, no Município de Aparecida;

q) Ribeirão São Gonçalo desde a confluência com o Rio das Pedras até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Guaratinguetá;

r) Ribeirão Tabuão desde a confluência com o Córrego Três Barras até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de Lorena;

s) Ribeirão Vidoca desde a confluência com o Córrego das Águas Claras até a confluência com o Rio Paraíba, no Município de São José do Campos.

4.8 - Da Bacia do Rio Paraná - Vertente Parcial:

a) Córrego Pereira Jordão, afluente do Córrego São Francisco, no Município de Andradina;

b) Córrego São Francisco , afluente do Córrego Primavera, no Município de Andradina.

4.9 - Da Bacia do Alto Paranapanema:

- a) Córrego do Aranha a jusante da captação de água, no Município de Itapeva até sua confluência com o Rio Pilão D'Água;
- b) Córrego do Mata Fome, afluente do Córrego do Aranha, no Município de Itapeva;
- c) Ribeirão da Água Branca, afluente do Ribeirão do Lajeado, no Município de Avaré;
- d) Ribeirão do Lajeado, afluente do Rio Novo, no Município de Avaré, desde a ETE de Avaré até a desembocadura no Rio Novo;
- e) Ribeirão Ponte Alta, afluente do Rio Itapetininga, no Município de Itapetininga.

ii 4.10 - Da Bacia do Baixo Paranapanema:

Ribeirão da Fortuna, desde 700 (setecentos) metros a jusante da confluência com o Córrego do Freire até sua foz no Ribeirão do Cervo, no Município de Assis.

4.11 - Da Bacia do Rio do Peixe:

- a) Córrego Água do Castelo, afluente do Rio do Peixe, no Município de Garça;
- b) Córrego Colônia, afluente do Ribeirão da Sede, no Município de Bastos;
- c) Córrego Grande ou da Pomba, no Município de Marília;
- d) Córrego Tocantins, afluente do Ribeirão dos Ranchos, no Município de Adamantina;
- e) Ribeirão Barbosa até a confluência com o Rio do Peixe, no Município de Marília;

f) Ribeirão das Garças, afluente do Córrego Água do Castelo, no Município de Garça;

g) Ribeirão dos Ranchos desde a confluência com o Córrego Tocantins até a confluência com o Rio do Peixe, no Município de Mariópolis;

h) Ribeirão da Sede, afluente do Rio do Peixe, no Município de Bastos;

i) Rio do Peixe até a confluência com o Ribeirão do Alegre, no Município de Marília.

4.12 - Da Bacia do Rio Piracicaba:

a) Córrego da Servidão até a confluência com o Rio Corumbataí, no Município de Rio Claro;

b) Ribeirão Anhumas, afluente do Rio Atibaia, no Município de Campinas;

c) Ribeirão Lava-Pés, afluente do Rio Jaguari, no Município de Bragança Paulista;

d) Ribeirão Tatu, afluente do Rio Piracicaba; no trecho do Município de Limeira;

4.13 - Da Bacia do Rio Santo Anastácio:

a) Córrego Guaraiuvira até sua confluência com o Córrego do Veado, no Município de Presidente Prudente;

b) Córrego Limoeiro desde a confluência com o Córrego do Veado até a confluência com o Ribeirão Santo Anastácio, no Município de Álvares Machado;

c) Córrego Sete de Setembro até a confluência com o Ribeirão do Vai e Vem, no Município de Santo Anastácio.

d) Córrego do Veado até a confluência com o Córrego Limoeiro, no Município de Presidente Prudente;

e) Ribeirão Santo Anastácio desde a confluência com o Córrego Limoeiro até a confluência com o Ribeirão do Vai e Vem, no Município de Santo Anastácio;

f) Ribeirão do Vai e Vem até a confluência com o Ribeirão Santo Anastácio, no Município de Santo Anastácio.

4.14 - Da Bacia do Rio Sapucaí-Mirim:

a) Córrego das Araras até a confluência com o Córrego da Cachoeira, no Município de Batatais;

b) Córrego da Cachoeira desde a confluência com o Córrego das Araras até a confluência com o Ribeirão dos Batatais, no Município de Batatais;

c) Córrego das Corredeiras até a confluência com o Rio Sapucaí, no Município de Nuporanga;

d) Córrego do Espreado até a confluência com o Ribeirão dos Bagres;

e) Córrego do Pinheirinho a partir da confluência com o Córrego Alegre até a confluência com o Córrego da Pimenta, no Município de Santo Antônio da Alegria;

f) Córrego Sant'Ana desde a confluência com o primeiro afluente da margem direita, até a confluência com o Ribeirão da Estiva, no Município de Ipuã;

g) Ribeirão dos Bagres até a confluência com o Rio Sapucaí, no Município de Restinga;

h) Ribeirão do Buriti desde a confluência com o Córrego Fazenda Santa Alcina até a confluência com o Rio Sapucaí, no Município de São José da Bela Vista;

i) Ribeirão Capanema desde a confluência com o Córrego Fazenda da Barra até a confluência com o Rio Santa Bárbara, no Município de Itirapuã ;

j) Ribeirão Cubatão até a confluência com o Córrego Espreado, no Município de Franca;

k) Ribeirão do Jardim a jusante da captação de água de abastecimento para Guaíra até a confluência com o Rio Sapucaí, no Município de Guaíra;

l) Ribeirão São Joaquim a jusante da captação de água de abastecimento para São Joaquim até a confluência com o Rio Sapucaí-Mirim, no Município de São Joaquim da Barra;

m) Ribeirão Verde desde a confluência com o Córrego Fazenda Guareí até a confluência com o Córrego da Laje, no Município de Guaíra;

n) Rio Sapucaizinho desde a confluência com o Ribeirão Cubatão até a confluência com o Rio Santa Bárbara, no Município de Patrocínio Paulista.

4.15 - Da Bacia do Rio Sorocaba:

a) Córrego do Matadouro Velho até a confluência com o Rio Tatuí, no Município de Tatuí;

b) Rio Tatuí a jusante da captação de água de abastecimento de Tatuí até a confluência com o Rio Sorocaba, no Município de Tatuí.

4.16 - Da Bacia do Rio Tietê - Alto Cabeceiras:

a) Ribeirão Itaim e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Tietê, no Município de São Paulo;

b) Ribeirão do Lajeado e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Tietê, no Município de São Paulo;

c) Ribeirão Três Pontes e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Tietê, na divisa dos Municípios de São Paulo e Itaquaquecetuba.

4.17 - Da Bacia do Rio Tietê - Alto (Zona Metropolitana):

a) Canal de Pinheiros e todos os seus afluentes, no Município de São Paulo;

b) Rio Itaquera e todos os seus afluentes até a confluência com o Rio Tietê no Município de São Paulo;

c) Rio Juqueri e todos os seus afluentes, com exceção do Rio Juqueri-Mirim, no seu trecho integrante do Reservatório de Pirapora, nos Municípios de Santana de Parnaíba e Pirapora do Bom Jesus;

d) Rio Tamanduateí e todos os seus afluentes, com exceção do Rio Guarará, até a confluência com o Rio Tietê, no Município de São Paulo;

e) Rio Tietê e todos os seus afluentes, desde a confluência com o Rio Itaquera até a Barragem de Pirapora, no Município de Pirapora do Bom Jesus, com exceção dos trechos de afluentes já classificados.

4.18 - Da Bacia do Baixo Tietê:

a) Córrego dos Patinhos até a confluência com o Ribeirão dos Patos, no Município de Promissão;

b) Ribeirão Baguaçu desde a confluência com o Córrego Machadinho até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Araçatuba;

c) Ribeirão dos Patos a jusante da captação de água para Promissão até a confluência com o Ribeirão Barra Mansa, no Município de Promissão.

4.19 - Da Bacia do Médio Tietê Inferior:

a) Córrego do Brejão desde a confluência com o Córrego da Baixada até a confluência com o Córrego do Viradouro, no Município de Itápolis;

b) Córrego do Gregório até a confluência com o Rio Monjolinho, no Município de São Carlos;

c) Córrego da Paixão até a confluência com o Ribeirão da Dobrada, no Município de Dobrada;

d) Córrego Santo Antônio até a confluência com o Ribeirão Paraíso, no Município de São Manoel;

e) Córrego São Joaquim desde a confluência com o Córrego da Água Quente até a confluência com a Represa de Ibitinga, no Município de Ibitinga;

f) Córrego do Viradouro desde a confluência com o Córrego das Areias até a confluência com o Rio São Lourenço, no Município de Itápolis;

g) Ribeirão dos Agudos até a confluência com o Ribeirão Grande, no Município de Agudos;

h) Ribeirão Bonito a jusante da captação de água e abastecimento de Ribeirão Bonito até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Ribeirão Bonito;

i) Ribeirão Campestre desde a confluência com o Córrego Barbosa até a confluência com o Rio Dourado, no Município de Guaiçara;

- j) Ribeirão da Dobrada Cruzes a jusante da captação de água de abastecimento para Araraquara até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Araraquara;
- k) Ribeirão das Cruzes até a confluência com o Ribeirão dos Porcos, no Município de Taquaritinga;
- l) Ribeirão do Dourado até a confluência com o Rio Jacaré-Pepira, no Município de Dourado;
- m) Ribeirão Grande desde a confluência com o Ribeirão dos Agudos até a confluência com o Rio Campo Novo, no Município de Agudos;
- n) Ribeirão do Ouro até a confluência com o Rio Chibarro, no Município de Araraquara;
- o) Ribeirão Pederneiras desde a confluência com o Córrego Paciência até a confluência com o Rio Tietê , no Município de Pederneiras;
- p) Ribeirão dos Porcos até a confluência com o Córrego Santa Maria, no Município de Taquaritinga;
- q) Ribeirão São João desde a confluência com o Córrego do Monjolo até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Ibitinga;
- r) Ribeirãozinho até a confluência com o Ribeirão dos Porcos, no Município de Taquaritinga;
- s) Rio Bauru até a confluência com o Ribeirão Grande, no Município de Pederneiras;
- t) Rio Boa Esperança desde a confluência com o Córrego da Limeira até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, no Município de Boa Esperança do Sul;

u) Rio Itaquerê desde a confluência com o Córrego Nova Europa até a confluência com o Rio Jacaré-Guaçu, na divisa dos Municípios de Tabatinga e Nova Europa;

v) Rio Jaú desde a confluência com o Córrego do Pires até a confluência com o Ribeirão Pouso Alegre, no Município de Jaú;

x) Rio Monjolinho desde a confluência com o Córrego do Gregório até a confluência com o Ribeirão Jacaré-Guaçu , no Município de São Carlos;

y) Rio São Lourenço até a confluência com o Córrego Cascavel, no Município de Matão.

4.20 - Da Bacia do Médio Tietê Superior:

a) Córrego do Ajudante até sua confluência com o Rio Tietê, no Município de Salto;

b) Córrego do Guaraú até sua confluência com o Rio Tietê, no Município de Salto;

c) Córrego Tanquinho até a confluência com o Rio Lava-pés, no Município de Botucatu;

d) Rio Lava-pés até a confluência com o Rio Capivara, no Município de Botucatu.

4.21 - Da Bacia do Rio Turvo:

a) Córrego Bela Vista até sua confluência com o Ribeirão Tabarana, no Município de Pirangi;

b) Córrego dos Meios até a confluência com o Córrego do Barreiro, no Município da Taiúva;

- c) Córrego Olhos D'Água desde sua confluência com o Córrego Matadouro até sua confluência com o Rio Cachoeirinha, no Município de Olímpia;
- d) Córrego Piedade, afluente do Rio Turvo, no Município de São José do Rio Preto;
- e) Córrego São José do Taiaçu a partir da confluência com o Córrego Santana até a confluência com o Rio Turvo, no Município de Taiaçu;
- f) Córregos dos Simões até a confluência com o Córrego do Barreiro, no Município de Taiúva;
- g) Córrego Taquaral até sua confluência com o Córrego Bela Vista, no Município de Pirangi;
- h) Ribeirão dos Mendes desde a confluência com o Córrego São Pedro, na altura da cota 530, até a sua confluência com o Ribeirão da Onça, no município de Fernando Prestes;
- i) Rio Cachoeirinha até a divisa da 6ª com a 8ª Região Administrativa do Estado de São Paulo;
- j) Rio Preto desde sua confluência com o Córrego Piedade até a confluência com o Ribeirão Barra Grande, na divisa dos Municípios de São José do Rio Preto e Mirassolândia;
- k) Rio São Domingos até sua confluência com o Ribeirão Grande, no Município de Uchoa;
- l) Rio Turvo da sua nascente até a confluência com o Córrego da Divisa, no Município de Monte Alto.

¹Item acrescentado pelo Decreto nº 24.839, de 06.03.86.

¹Nova redação dada pelo Decreto Nº 39.173/94. A redação anterior era a seguinte:

"3.9 - Da Bacia do Baixo Paranapanema:

Ribeirão Alegre a jusante do ponto de captação de água para abastecimento de Paraguaçu Paulista até a confluência com o Rio Capivara, no Município de Paraguaçu Paulista;"

¹Nova redação dada pelo Decreto Nº 39.173/94. A redação anterior era a seguinte:

"4.10 - Da Bacia do Baixo Paranapanema:

Córrego do Jacu até sua confluência com o Ribeirão Pirapitinga, no Município de Cândido Mota."

P581i	<p>Piasentin, Adriana Miólla Índice de qualidade da água: IQA da bacia contribuinte do Reservatório Tanque Grande, município de Guarulhos, SP. / Adriana Miólla Piasentin. Guarulhos, 2009. 165 f. : il. ; 31 cm</p> <p>Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) - Centro de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Guarulhos, 2009. Orientador: Prof. Dr. Antonio Roberto Saad Bibliografia: f. 85-91</p> <p>1. Índice de qualidade da água 2. Reservatório Tanque Grande I. Título. II. Universidade Guarulhos.</p> <p style="text-align: right;">CDD 22st 551.1</p>
-------	--