

**DIAGNÓSTICO DA INFLUÊNCIA DE ATIVIDADES
ANTRÓPICAS NA QUALIDADE DA ÁGUA DO
CÓRREGO GAVANHERY NO MUNICÍPIO DE
GETULINA - SP**

Francisco Rodrigues Júnior

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil – Ênfase em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Luis de Carvalho

Ilha Solteira - SP

Fevereiro de 2008

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**“DIAGNÓSTICO DA INFLUÊNCIA DE ATIVIDADES
ANTRÓPICAS NA QUALIDADE DA ÁGUA DO
CÓRREGO GAVANHERY NO MUNICÍPIO DE
GETULINA - SP”**

FRANCISCO RODRIGUES JUNIOR

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Luis de Carvalho

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Conhecimento: Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais.

Ilha Solteira – SP
Fevereiro/2008

DEDICATÓRIA

A Deus que me deu sabedoria, inteligência e força para alcançar este grande objetivo, mostrando a mim sempre o melhor caminho a seguir.

A minha amada esposa Sílvia por estar sempre do meu lado me incentivando a buscar novos objetivos e ter grandes conquistas na minha vida, pois sem sua colaboração não teria forças para continuar meus estudos.

Ao meu adorado filho Eduardo (Dudu), quantas vez eu estive ausente nas suas brincadeiras de criança, mas dele vinha a força que impulsionava minha vontade e dedicação aos estudos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a meu Deus por ter me dado a vida e por sempre estar do meu lado guiando meus passos e me encorajando nos momentos de desânimo.

A meus amados pais Francisco e Alaíde, por ter me concedido a vida, e me ajudar na minha criação e formação pessoal, pelo exemplo de caráter, honestidade e respeito.

A minha avó Leopoldina que nos seus 100 anos de idade é um grande exemplo de força e vontade de viver.

Aos meus irmãos, sobrinhos e amigos e pôr todos que fizeram parte nessa nossa história e me ajudaram direto ou indiretamente.

A Prefeitura Municipal de Getulina, através do qual agradeço o Sr. Prefeito Municipal Manoel Rogério Zabeu Miotello.

A meu orientador, Prof. Dr. Sérgio Luis de Carvalho, pela dedicação e confiança.

Aos amigos:

Rodrigo Augusto Ferreira de Brito

Julio Nascimento Sena

Leandro Pereira Cuelbas

José Ivan Abeid Viveiros

Adriano de Souza Marques

Aos colegas e Professores do DEC e da biblioteca da Unesp, em especial aos professores Dr. Edson Pereira Tangerino e Dra. Elizete Aparecida Checon de Freitas Lima.

A todos que contribuíram para a conclusão desse trabalho.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Considerações gerais.....	14
1.2	Objetivo	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	Bacia e microbacia hidrográfica	16
2.2	Degradação e poluição de bacias Hidrográficas	18
2.3	Matas ciliares	19
2.4	Influência Urbana e rural nas bacias hidrográficas	21
2.5	Autodepuração	22
2.6	Educação Ambiental para preservação do meio natural	24
2.7	Qualidade da água	25
2.8	Parâmetros para análise da água	28
2.8.1	Parâmetros físicos	29
2.8.2	Parâmetros químicos	30
2.8.3	Parâmetros biológicos	35
2.9	Índice de Qualidade das Águas – IQA	37
2.10	Geoprocessamento	42
3	MATERIAL E MÉTODOS	42
3.1	Localização da área de estudo	42
3.2	Legislação	45
3.3	Software e imagens de satélites	46
3.3.1	Sig-Ctgeo	46
3.3.2	Satélite SPOT 5	46
3.3.3	Mapas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).....	46
3.4	Informações sobre a microbacia em estudo e delimitação.....	47
3.5	Pontos de amostragem de coleta da água.....	48
3.6	Coleta e análise da água.....	61
3.7	Análises de laboratório.....	63
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
4.1	Índice de Qualidade da Água – IQA.....	66

4.2	Mapa de informações de uso e ocupação do solo	68
4.3	Parâmetros analisados nos pontos da microbacia do Córrego Gavanhery.....	70
4.4	Índice de Qualidade da Água – IQA.....	80
5	CONCLUSÕES.....	87
6	SUGESTÕES.....	88
7	BIBLIOGRAFIA.....	89
	ANEXO I.....	95

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Esquema conceitual de uma Área Ripária.....	20
FIGURA 2 - Curvas de variação dos parâmetros do IQA.....	39 e 40
FIGURA 3 – Mapa das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos	43
FIGURA 4 – Mapa com os nomes da UGRH	43
FIGURA 5 – Localização de Getulina no Estado de São Paulo	44
FIGURA 6-A – Carta do IBGE com as curvas de nível	47
FIGURA 6-B – Mapa dos Córregos da Microbacia em estudo	48
FIGURA 7 – Imagem contendo de forma geral a localização dos 7 pontos definidos para análise da água.....	49
FIGURA 8 – Nascente do Córrego Gavanhery, onde está localizado o ponto 1	50
FIGURA 9 – Nascente do Córrego Lambari, onde está localizado o ponto 2	51
FIGURA 10 – Córrego Gavanhery, onde está localizado o ponto 3	52
FIGURA 11 – Córrego Gavanhery, onde está localizado o ponto 4	53
FIGURA 12 – Córrego Gavanhery, onde está localizado o ponto 5	54
FIGURA 13 – Córrego Gavanhery, onde está localizado o ponto 6	55
FIGURA 14 – Córrego Gavanhery, onde está localizado o ponto 7	56
FIGURA 15 – Lançamento do esgoto clandestino (jusante ao ponto 4).....	57
FIGURA 16 – Lançamento do esgoto clandestino (montante ao ponto 3)	58
FIGURA 17– Lançamento de esgoto clandestino (montante ao ponto 3)	58
FIGURA 18– Lançamento de esgoto clandestino (montante ao ponto 4)	59
FIGURA 19 – Estrada de terra que transporta sedimentos para o Córrego (próximo aos pontos 3 e 4).....	59
FIGURA 20 – Assoreamento do Córrego (jusante ao ponto 4)	60

FIGURA 21 – Lançamento de lixo doméstico no Córrego (jusante ao ponto 4).....	60
FIGURA 22 – Lançamento de lixo doméstico no Córrego (montante ao ponto 3)..	61
FIGURA 23 – Valores de IQA nos pontos de 1 a 7 no período de Maio a Outubro de 2007	68
FIGURA 24 – Foto geral (mosaico) da microbacia do Córrego Gavanhery	69
FIGURA 25 – Valores de Turbidez nos pontos de 1 a 7	71
FIGURA 26 – Valores de Temperatura nos pontos de 1 a 7	72
FIGURA 27 – Valores de pH nos pontos de 1 a 7	73
FIGURA 28 – Valores de Sólidos Totais nos pontos de 1 a 7	74
FIGURA 29 – Valores de Oxigênio Dissolvido nos pontos de 1 a 7	75
FIGURA 30 – Valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio nos pontos de 1 a 7	76
FIGURA 31 – Valores de Nitrogênio Total nos pontos de 1 a 7	78
FIGURA 32 – Valores de Fósforo Total nos pontos de 1 a 7	79
FIGURA 33 – Valores de Coliformes Fecais nos pontos de 1 a 7	80
FIGURA 34 – Valores de IQA do ponto 1	81
FIGURA 35 – Valores de IQA do ponto 2	82
FIGURA 36 – Valores de IQA do ponto 3	82
FIGURA 37 – Valores de IQA do ponto 4	83
FIGURA 38 – Valores de IQA do ponto 5	84
FIGURA 39 – Valores de IQA do ponto 6	85
FIGURA 40 – Valores de IQA do ponto 7	86

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Qualidade da água de um rio e maiores campos científicos de estudo (MEYBECK, 1996).....	27
TABELA 2 - Escala da qualidade da água indicada pelo IQA	40
TABELA 3 - Resultados obtidos das análises laboratoriais dos parâmetros da água nos sete pontos de coleta.....	65
TABELA 4 – Cálculo do IQA.....	ANEXO 1
TABELA 5 – Valores calculados do IQA para o ponto 1	66
TABELA 6 – Valores calculados do IQA para o ponto 2	66
TABELA 7 – Valores calculados do IQA para o ponto 3	66
TABELA 8 – Valores calculados do IQA para o ponto 4	67
TABELA 9 – Valores calculados do IQA para o ponto 5	67
TABELA 10 – Valores calculados do IQA para o ponto 6	67
TABELA 11 – Valores calculados do IQA para o ponto 7	67

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Alguns Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos da Resolução CONAMA nº 357/2005	28
QUADRO 2 – Classes de uso preponderantes das águas territoriais Brasileiras de acordo com a Resolução nº357 de 17 de Março de 2005	45

RESUMO

A quantidade de água potável no mundo está diminuindo, enquanto a população mundial está aumentando. No Brasil, as maiores concentrações urbanas estão no sul e sudeste do país, ocorrendo uma desproporcionalidade na relação água/população, se comparado com a média nacional.

O presente trabalho teve como objetivo diagnosticar a influência das atividades antrópicas na qualidade da água do córrego Gavanhery no Município de Getulina, Estado de São Paulo. As informações foram obtidas a partir de análises das amostras que foram coletadas mensalmente em 07 (sete) pontos, sendo 06 (seis) pontos no córrego Gavanhery e 01 (um) ponto no córrego Lambari, pois o córrego Lambari deságua no Gavanhery, está incluído na microbacia do Gavanhery e ambos estão localizados na periferia do município.

As coletas foram realizadas no período de maio de 2007 a outubro de 2007. Os córregos recebem contribuições de águas servidas de esgoto doméstico clandestino e escoamento superficial de águas pluviais. Com a análise dos parâmetros físicos, químicos e biológicos foi possível analisar a qualidade da água do córrego Gavanhery e através das atividades antrópicas de agropecuária e uso do solo pode-se observar o atual estado de degradação de sua bacia hidrográfica.

De modo geral foi observado que apesar das águas do córrego Gavanhery não apresentarem índices, ótimo e bom, 04 (quatro) pontos dos 07 (sete) analisados obtiveram índices da qualidade da água como aceitável.

Após diagnosticar as influências antrópicas na qualidade da água do córrego Gavanhery e analisar o índice de qualidade da água, foram sugeridas propostas que viabilizem medidas mitigadoras para correções complementares, entre elas a conscientização da população com ênfase na educação ambiental.

Palavras chave: IQA; Degradação, Microbacia

ABSTRACT

The amount of drinkable water in the world is decreasing, while the world population is increasing. In Brazil, the largest urban concentrations are in the south and southeast of the country, happening a disproportionate in the relationship of water and population, if compared with the national average.

The present work had as objective to diagnose the influence of the human activities in the quality of the water of the river Gavanhery in the Municipal district of Getulina, State of São Paulo. The information were obtained starting from analyses of the samples that monthly was collected in 07 (seven) points, being 06 (six) points in the river Gavanhery and 01 (one) point in the river Lambari, because the river Lambari empties in Gavanhery, is included in the micro-basin of Gavanhery and both are located in the periphery of the municipal district.

The collections were accomplished in the period of May of 2007 to October of 2007. The rivers receives contributions of served waters of secret domestic sewer and pluvial waters from the surface. With the analysis of the physical, chemical and biological parameters it was possible to analyze the quality of the water of the river Gavanhery and through the human activities of agricultural and use of the soil the current state of degradation of its hidrographic basin it can be observed.

In general it was observed that in spite of the waters of the river Gavanhery present not indexes, great and good, 04 (four) points of the 07 (seven) analyzed they obtained indexes of the quality of the water as acceptable.

After to diagnose the human influences in the quality of the water of the river Gavanhery and to analyze the index of quality of the water, they were suggested proposed that make possible measured mitigation for complemental corrections, among them the understanding of the population with emphasis in the environmental education.

Words key: IQA; Degradation; Micro-basin

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações gerais

Segundo Basso (2006), nos últimos anos, em consequência do aumento e da diversificação das atividades antrópicas em todo o mundo, a exploração dos recursos naturais passou a ser muito intensa, gerando problemas de degradação e inviabilizando a utilização de parte destes recursos, entre eles a água, que se constitui um dos mais importantes, por ser essencial à vida de todos os seres que habitam a Terra, incluindo o homem. Constata-se que nos últimos 30 (trinta) anos houve um aumento significativo da atividade industrial em nível mundial e, em especial, nos chamados países emergentes, bem como um número maior de concentrações urbanas e uma acelerada mudança nos padrões de consumo, causando o surgimento dos mais diversos tipos de problemas ambientais. Atualmente já se sabe que, muitas vezes, o preço do crescimento desenfreado e inconseqüente é muito caro e, em certos casos, se inviabiliza, em função do passivo ambiental gerado nos diversos ecossistemas: ar irrespirável, rios poluídos, espécies animais extintas, entre outros. Segundo Amorim (1997), qualquer atividade econômica causa alguma modificação no meio ambiente. Estudar e tentar entender estas mudanças é um bom começo para que se possa evitá-las ou minimizar os seus efeitos.

Segundo Refosco (1996), a transformação da paisagem natural e cultural proporciona a base para a manutenção do sistema econômico, gerando, em contrapartida, impactos que precisam ser conhecidos e estudados. A contínua expansão da área metropolitana das cidades traz, como uma de suas notórias consequências, o problema da poluição das águas superficiais em geral, uma vez que os resíduos domésticos e industriais, de um modo ou de outro, têm acesso aos cursos d'água, modificando acentuadamente sua composição e suas características. Parte desses efeitos é neutralizada ou estabilizada pelo corpo receptor, dependendo da proporção da mistura (diluição) e do potencial de estabilização natural das águas. Mas tudo que ultrapassar essa capacidade deverá ser eliminada através de tratamento adequado (BRANCO, 1977).

Os recursos naturais pertencentes às bacias hidrográficas são de extrema importância à sociedade, pois é através da utilização destes recursos que a humanidade se beneficia para sua sobrevivência. O mau uso dos recursos naturais tem ocorrido tanto pela escassez quanto pelo excesso de seu uso, como também pelo fato da humanidade tratar este assunto com descaso (CALIJURI e OLIVEIRA, 2000).

O uso inadequado dos solos, o desmatamento irracional e o uso indiscriminado de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos vem provocando inúmeros problemas ambientais, principalmente em áreas de nascentes e ribeirinhas, alterando a qualidade e quantidade de água drenada pela bacia hidrográfica (POLETO, 2003).

O aporte indiscriminado de adubos, pesticidas, sedimentos, resíduos sólidos e líquidos nos solos e cursos d'água sem nenhum critério é um fator de impacto relevante em uma microbacia. Além disso, possíveis desmatamentos da vegetação ciliar à margem dos cursos d'água acabam por degradar os recursos naturais de uma microbacia.

Os cursos d'água são os mais prejudicados com esse tipo de degradação, pois o aporte de resíduos líquidos e sólidos tanto pode influenciar negativamente na contaminação dos lençóis freáticos como dos cursos d'água superficiais, prejudicando assim a vida aquática local, principalmente na região de despejo dos resíduos líquidos de esgoto tratado.

1.2 Objetivo

O presente trabalho teve como objetivo diagnosticar a influência de atividades antrópicas na qualidade da água do Córrego Gavanhery no município de Getulina – SP, com base na análise das condições físicas, químicas e biológicas da água, utilizando-se o Índice de Qualidade da Água – (IQA) como um importante parâmetro desses estudos.

Pretendeu-se com esse projeto, não somente ampliar os conhecimentos a respeito da microbacia estudada, como também mostrar a grande influência negativa da área urbana e ao mesmo tempo fornecer subsídios para a realização de outras pesquisas que possam melhorar as condições ambientais desta e de outras microbacias, com a utilização do IQA. Espera-se desta forma contribuir com

importantes informações que possam alertar os órgãos públicos e a sociedade para melhor conservação dos recursos hídricos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bacia e microbacia hidrográfica

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único no exutório (SILVEIRA, 2001).

A bacia hidrográfica é um sistema geomorfológico aberto, que recebe matéria e energia através de agentes climáticos e perde através do deflúvio. A bacia hidrográfica, como sistema aberto, pode ser descrita em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão e desta forma uma bacia, quando não perturbada por ações antrópicas, encontra-se em equilíbrio dinâmico. Desta forma caso venha a ocorrer qualquer modificação no recebimento ou na liberação de energia, ou uma modificação na forma do sistema, ocorrerá uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico (LEOPOLD et al., 1971; GREGORY & WALLING apud LIMA & ZAKIA, 2000).

Segundo Righetto (1998), a unidade hidrológica principal de uma região é a bacia hidrográfica, delimitada pelos divisores de água que definem a área de drenagem de um sistema fluvial. Dependendo da escala utilizada, pode-se dividir um sistema fluvial principal num conjunto pequeno ou grande de ramificações de canais de drenagem.

Mello et al (1994) explica que se tomando como referencial uma seção transversal de um rio, chama-se bacia hidrográfica ou bacia de contribuição, a área coletora de água proveniente da precipitação que, escoando pela superfície do solo, atinge a seção considerada. Neste sentido as diferentes definições de microbacia têm sua origem numa interpretação ou na compreensão científica da interação entre as suas funções na paisagem e a sua conformação geomorfológica, considerando-se fundamentalmente cada um dos seus componentes.

Dessa forma, orientando as ações humanas para a busca do uso conservacionista dos recursos naturais, ecologicamente organizados na escala da microbacia hidrográfica, há na literatura diversos enfoques para o tema do presente trabalho. Lima et al (1999) explica que a microbacia hidrográfica constitui a manifestação bem definida de um sistema natural aberto e pode ser vista como a unidade ecossistêmica da paisagem, em termos de integração dos ciclos naturais de energia, de nutrientes e, principalmente, da água.

Para Rocha (1991) os conceitos de microbacia e de bacia hidrográfica são os mesmos, ou seja, ambos estão relacionados com aquelas áreas drenadas pelas águas pluviais, as quais, por ravinas, canais e tributários, dirigem-se para um curso principal, com vazão afluente convergindo para uma única saída e desaguando diretamente no mar ou em um grande lago.

Com relação ao fator área na distinção entre os termos bacia e microbacia hidrográfica Lima & Zakia (2000), explicam que, sob o ponto de vista da hidrologia, a classificação das bacias hidrográficas em grandes e pequenas deve ser feita com base não somente na sua superfície total, mas também considerando os efeitos de certos fatores dominantes na geração do deflúvio. Assim, hidrologicamente as microbacias tem como características distintas uma grande sensibilidade tanto a chuvas de alta intensidade (curta duração), como também ao fator uso do solo (cobertura vegetal). Quer isso dizer que as alterações na quantidade e na qualidade da água do deflúvio, em função de chuvas intensas e ou em função de mudanças no uso do solo, são detectadas com muito mais sensibilidade nas microbacias do que nas bacias grandes. Nestas últimas, o efeito de armazenamento da água pluvial ao longo dos canais é tão pronunciado que a bacia torna-se menos sensível àqueles dois fatores.

Essa explicação hidrológica contribui, portanto, de modo fundamental na distinção, definição e principalmente na delimitação espacial de microbacias e de bacias hidrográficas, sendo a sua compreensão, crucial para a estruturação de programas de monitoramento ambiental. Por meio de instrumentação de medições de variáveis hidrológicas, limnológicas, da topografia e da cartografia e com o auxílio de Sistemas de Informações Geográficas, pode-se chegar a uma adequada delimitação espacial de microbacias e de bacias hidrográficas.

2.2 Degradação e poluição de bacias hidrográficas

Em termos de magnitude da questão de degradação de solos e recursos hídricos, Dumanski & Pieri (2000) citam que as estimativas atuais são de que um terço ou metade das terras do globo, que não estão ocupadas por geleiras, são regularmente manejadas e que acima de 70% delas recebem algum grau de intervenção humana.

Com relação à degradação das bacias hidrográficas, esta pode ser caracterizada como qualquer alteração artificial e acelerada, nas características físicas, químicas e biológicas da mesma, podendo resultar em modificações na geomorfologia, biodiversidade e aspectos quantitativos e qualitativos dos cursos d'água. Para Cunha e Guerra (2003, p. 355), somente as características naturais das bacias hidrográficas, através da topografia, geologia, solos e clima, já podem contribuir para a erosão potencial das encostas e para os desequilíbrios ambientais e, conseqüentemente, das microbacias.

Este processo natural tem-se acelerado pela ação de diversos problemas decorrentes do desenvolvimento urbano e rural, impulsionado pelo crescimento populacional e pela falta de planejamento na utilização dos recursos naturais localizados nas microbacias.

No meio rural brasileiro, o contexto do desenvolvimento econômico nas últimas décadas tem-se caracterizado pela falta de planejamento no que diz respeito ao uso sustentável dos recursos naturais de água e solo. Estudos indicam que para cada quilograma de grão produzido, o país perde entre 6 a 10 quilogramas de solo por erosão (SANTOS et al., 2001, p. 231), com prejuízos estimados em 13 bilhões de reais por ano (IRRIGAÇÃO E TECNOLOGIA MODERNA, 2003, p. 53). Nas condições de parcela padrão e considerando a produtividade média de grãos no Brasil, segundo o Instituto Agrônomo de Campinas (1998), a perda média é de 7 quilogramas de solo por quilograma de grão produzido, que comparado com a situação anterior, evidencia os altos valores de solos perdidos por erosão.

Este quadro se deve principalmente à integração de um conjunto de fatores. De acordo com o Departamento de Águas e Energia Elétrica (1999, p. 23), no estado de São Paulo, 80% dos solos são classificados como de alto potencial de erosão e somente 13,69% da área do estado ainda tem preservada a vegetação nativa. Essas

condições, aliadas à falta de técnicas adequadas de preparo e conservação do solo, constituem-se nas principais causas dos processos erosivos.

Como consequência, durante o período chuvoso, grandes quantidades de solos, matéria orgânica e insumos agrícolas são carregados para o leito dos cursos d'água, contribuindo para o aumento da concentração de sólidos, nutrientes e da descarga sólida total. Sem a preservação adequada das matas ciliares este processo torna-se acelerado, pois vários autores têm demonstrado a eficiência das matas ciliares em reter nutrientes, herbicidas e sedimentos, decorrentes do processo de erosão (LIMA e ZAKIA, 2000, p. 37), evitando que os mesmos cheguem ao leito do manancial.

Com o aumento excessivo da concentração de sólidos e da descarga sólida nos mananciais, pode ocorrer com o tempo, o assoreamento, que além de modificar ou deteriorar a qualidade da água, a fauna e a flora (CARVALHO et al, 2000, p. 101 a 104), resultam, também, em redução da disponibilidade hídrica. Já o aumento da concentração de nutrientes na água pode resultar em eutrofização, que, segundo Tundisi (2003, p.67), é o resultado do enriquecimento com nutrientes, principalmente o fósforo e nitrogênio, que são despejados de forma dissolvida ou particulada em lagos, represas e rios e são transformados em partículas orgânicas, matéria viva vegetal, pelo metabolismo das plantas.

2.3 Matas Ciliares

Com relação às matas ciliares, é conveniente dizer que seus valores, do ponto de vista do interesse de diferentes setores de uso da terra, são bastante conflitantes: para o pecuarista, representam obstáculo ao livre acesso do gado à água; para a produção florestal, representam sítios bastante produtivos, onde crescem árvores de alto valor comercial. Em regiões de topografia acidentada, proporcionam as únicas alternativas para o traçado de estradas; para o abastecimento de água ou para a geração de energia, e excelentes locais para armazenamento de água, visando garantia de suprimento contínuo (BREN apud LIMA & ZAKIA, 2000).

A relação da geomorfologia com a questão das matas ciliares ou florestas galerias guarda um interesse particular para o entendimento do processo de diferenciação dos ecossistemas de planícies aluviais. Em nível stricto, os estudos

geomorfológicos dirigem-se para a explicação da dinâmica sedimentária, que responde pela gênese dos diques marginais, que por sua vez servem de suporte para a vegetação ripária. Nesse sentido, a ótica dos estudos morfológicos vincula-se basicamente à compreensão do suporte ecológico que propicia o desenvolvimento de uma vegetação diferenciada na beira alta dos rios. Trata-se de entender os mecanismos da sedimentação em processo, qualquer que seja a extensão, largura e volume d'água dos rios, riachos ou Córregos em estudo (AB'SABER, 2000). Pode-se observar, na Figura 1, o esquema conceitual de uma área ripária.

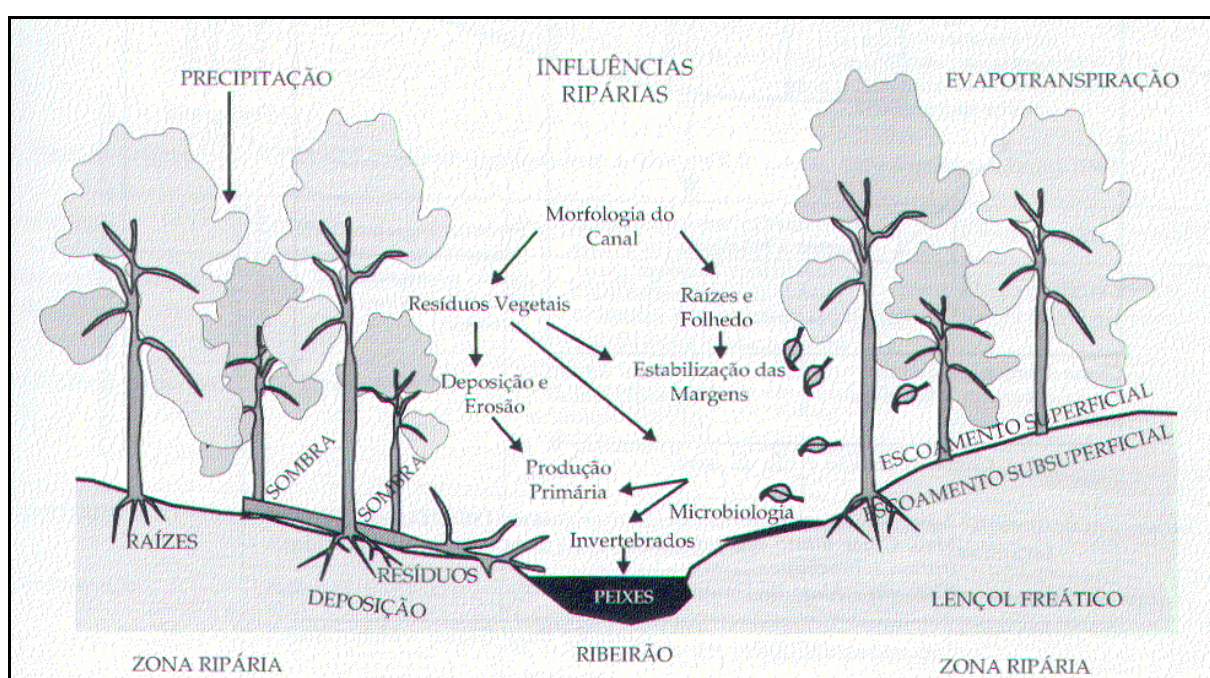


FIGURA 1 - Esquema conceitual de uma Área Ripária.

Fonte: LIMA & ZAKIA (2000)

No estudo realizado em Hubbard Brook, em Nova Hampshire, EUA, Odum (1988) mostrou o balanço de cálcio e nitrogênio, numa bacia hidrográfica florestada e o efeito do desmatamento e da recuperação ambiental, relacionando a quantidade destes nutrientes exportados nos dois períodos. As perdas de nutrientes aumentaram de 3 a 15 vezes.

Segundo o Código Florestal (Lei nº 4771) nos termos dos artigos 2 e 3, as áreas ripárias são Áreas de Preservação Permanente, cobertas ou não com vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e flora. Com base na Lei nº 4771, alterada pela Lei nº 7803, de 18/07/89, na Resolução

CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002, são consideradas Áreas de Preservação Permanente, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal, cuja largura mínima para cada lado, a partir de sua margem no período de cheia do corpo d'água, seja:

- de 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura;
- de 50 metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;
- de 100 metros para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura;
- de 200 metros para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 metros de largura;
- de 500 metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros de largura.

Segundo Odum (1988), mesmo nos locais onde essas áreas foram desmatadas, é necessário que se as preserve, pois as mesmas possuem sementes de árvores pioneiras de crescimento rápido, que permanecem viáveis durante anos quando ficam enterradas no solo, possibilitando uma restauração do ecossistema.

2.4 Influência Urbana e Rural nas bacias hidrográficas

A poluição das águas origina-se de várias fontes, dentre as quais destacam-se os efluentes domésticos e industriais e o deflúvio superficial urbano e agrícola que, por sua vez, está associado ao tipo de uso e ocupação do solo.

No meio urbano, outro fator agravante para deterioração das bacias hidrográficas, é o despejo de efluentes. Segundo o Departamento de Águas e Energia Elétrica, DAEE (1999, p. 15), despejam-se grandes quantidades de efluentes de origem doméstica e industrial nos cursos d'água do estado de São Paulo. A carga poluidora orgânica biodegradável potencial e remanescente é de, respectivamente, 11.023.681 e 1.684.769 kg DBO5/dia (Demanda Bioquímica de Oxigênio por dia) e a carga poluidora inorgânica potencial e remanescente é de, respectivamente, 13.552 e 1.572 t/ano(toneladas por ano).

O efluente de estação de tratamento de esgoto possui grande quantidade de resíduos sólidos (orgânicos e inorgânicos) e microorganismos patogênicos, sendo que o seu lançamento em águas superficiais pode provocar o aumento na concentração desses parâmetros. Com isso, a cada ano, a qualidade de água dos mananciais vem se reduzindo, afetando a biodiversidade aquática e inviabilizando sua utilização para o consumo humano e outras finalidades. Segundo Filippo (2000), a poluição dos recursos hídricos possui três origens básicas: doméstica, em que incluem-se as águas servidas, resíduos sólidos e o escoamento superficial de áreas urbanas; industriais, que são os resíduos de mineração e processos industriais de transformação e agrícolas, isto é, os resíduos de granjas, matadouros, fertilizantes e pesticidas. Cada uma dessas fontes possui características próprias quanto aos poluentes que carregam: os efluentes domésticos apresentam contaminantes orgânicos biodegradáveis, nutrientes e bactérias; os efluentes industriais, dada à diversidade de atividades, contém contaminantes lançados nos corpos d'água, os quais são os mais variados possíveis; o deflúvio superficial urbano (carga difusa) contém todos os poluentes depositados na superfície do solo e o deflúvio superficial agrícola é dependente das atividades regionais, apresentando características específicas.

De acordo com a Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB (2003), o percentual de fontes de água para o abastecimento no Estado São Paulo, classificadas como ruim ou péssima, subiu de 27% em 2002 para 32% em 2003, evidenciando uma evolução negativa.

Tais mecanismos poluidores citados contribuem para degradação da bacia hidrográfica e deterioram a qualidade e quantidade de águas nos mananciais.

2.5 Autodepuração

Segundo Poletto (2003), o desenvolvimento das civilizações às margens dos corpos d'água, deu origem ao problema da poluição das águas. Assim, rios e lagos são progressivamente transformados de fontes de abastecimento a veículo natural de escoamento de dejetos.

As soluções existentes consistem em depurar o corpo d'água e principalmente depurar o próprio despejo antes de lançá-lo nos mananciais, sendo assim realizada a oxidação desses esgotos como a principal forma de tratamento.

Neste sentido, a autodepuração pode ser entendida como um fenômeno de sucessão ecológica. Há uma seqüência sistemática de substituições de uma comunidade por outra, até que uma comunidade estável se estabeleça em equilíbrio com as condições locais.

O estudo da autodepuração dos corpos d'água tem duas finalidades básicas:

- Avaliar a carga poluidora e o potencial depurador do corpo d'água;
- Analisar os princípios avaliados e elaborar soluções para o tratamento dos esgotos.

Ao atingir o corpo d'água a matéria orgânica sofre um processo de neutralização que inclui: diluição, sedimentação e a estabilização bioquímica que, genericamente, é chamada autodepuração. A reoxigenação é o processo mais sensível, sendo às vezes confundida com a própria definição de autodepuração.

O fenômeno de autodepuração está vinculado ao restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, por mecanismos naturais, após alterações induzidas pelos despejos afluentes. Dentre alguns fatores que influenciam na autodepuração pode-se destacar:

- Agitação ou turbulência da massa d'água;
- Presença de seres clorofilados;
- Transferência das águas;
- Profundidade da lâmina d'água.

O equilíbrio é reconstituído, porém em condições diferentes das anteriores. Deve-se lembrar que uma água pode ser considerada depurada, sob um certo ponto de vista, mesmo que não esteja purificada em termos higiênicos, ainda apresentando organismos patogênicos (SPERLING, 1996). Mas se a quantidade de esgotos lançados for além da capacidade de absorção pelo manancial, o mesmo não se recupera e atinge um estágio de degradação tal que não permite a vida de seres aeróbios (peixes e outros), causa doenças ao homem e tem seus usos prejudicados. Assim, existem limites para o corpo ou curso d'água receptor. Uma autodepuração pode ser atingida ou não, dependendo dos seguintes fatores:

- Quantidade de poluentes;
- Natureza dos poluentes;
- Despejo esporádico ou permanente de efluentes;

- Temperatura;
- Quantidade de oxigênio dissolvido na água;
- Massa aquática receptora e sua capacidade de diluir os diferentes materiais que afetam o ambiente aquático, etc.

As principais zonas de autodepuração são

- Zona de águas limpas;
- Zona de degradação;
- Zona de decomposição ativa;
- Zona de recuperação;
- Zona de águas limpas.

2.6 Educação Ambiental para Preservação do Meio Natural

É de extrema importância que a educação ambiental seja discutida e valorizada, para que as pessoas sejam conscientizadas com relação aos problemas que afetam os ecossistemas. A degradação ambiental que vem ocorrendo afeta os recursos hídricos e o meio natural, por meio das ações antrópicas, evidenciando que a educação ambiental deve ser utilizada como instrumento para ampliar a consciência das gerações atuais e futuras, com vistas a preservar o meio em que vivem.

A reflexão sobre o conceito de educação ambiental, seus objetivos e temas de estudo, como no caso dos usos da água, mostra os caminhos da preservação e conservação de áreas naturais e do desenvolvimento dos valores humanos. No que tange à natureza, é importante a proteção e preservação do meio natural, de seus recursos hídricos e uma análise crítica das questões ambientais, bem como a busca por uma melhor qualidade de vida (BUSTOS, 2003).

Segundo Bustos (2003), na análise da educação ambiental e da cidadania, participam numerosas variáveis ligadas por diferentes tipos de relações. Entender as relações entre meio ambiente, ser humano e educação é cada vez mais importante para compreender os perigos, as responsabilidades, as razões das mudanças no comportamento humano, bem como os valores do indivíduo e da coletividade diante da problemática ambiental. Cabe ressaltar que um dos objetivos da educação

ambiental é ampliar a consciência do ser humano, para nele provocar mudanças comportamentais em relação ao meio ambiente.

2.7 Qualidade da água

Os ecossistemas aquáticos acabam, de uma forma ou de outra, servindo como reservatórios temporários ou finais de uma grande variedade e quantidade de poluentes lançados no ar, no solo ou diretamente nos corpos d'água. Desta forma, a poluição do ambiente aquático, provocada pelo homem, de uma forma direta ou indireta, através da introdução de substâncias inorgânicas ou orgânicas, produz efeitos deletérios tais como: I) prejuízo aos seres vivos, II) perigo à saúde humana, III) efeitos negativos às atividades aquáticas (pesca, lazer, etc.) e IV) prejuízo à qualidade da água com respeito ao uso na agricultura, indústria e outras atividades econômicas (MEYBECK & HELMER, 1992).

Para Branco (1991), a expressão “qualidade da água” não se refere a um grau de pureza absoluto ou mesmo próximo do absoluto, mas sim a um padrão tão próximo quanto possível do “natural”, isto é, tal como se encontra nas nascentes, antes do contato com o homem. Além disso, há um grau de pureza desejável, o qual depende do seu uso, que inclui abastecimento, irrigação, industrial, pesca, entre outros.

Em decorrência das múltiplas atividades humanas, crescentes exponencialmente, mais rios no mundo estão sendo impactados, inclusive aqueles que ficam longe das áreas industriais, por meio do transporte atmosférico de contaminantes. Estes impactos nos sistemas aquáticos podem ser considerados como um assunto de preocupação mundial. Atividades de monitoramento de rios estão crescendo rapidamente, particularmente sob pressão de organizações nacionais e internacionais, entre elas a Organização Mundial da Saúde - OMS, que dita uma série de padrões para a água potável (MEYBECK & HELMER, 1992).

A Portaria nº 1.469 de 29 de Dezembro de 2000 estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências (FUNASA, 2002).

Do ponto de vista ambiental, muitas doenças são provenientes da baixa qualidade de vida, desmatamentos e reflorestamentos, adaptação e mudanças

microbianas, mudanças tecnológicas e industriais, grandes aglomerados humanos, correntes migratórias, etc. Um exemplo disto são as doenças reincidentes ou ressurgentes, como sarampo e tuberculose (CETESB, 1998).

Uma série de doenças pode ser associada à água, seja em decorrência de sua contaminação por excrementos humanos, ou de outros animais, seja pela presença de substâncias químicas nocivas à saúde humana.

Tradicionalmente, as doenças relacionadas com a água vêm sendo classificadas em dois grupos:

- Doenças de transmissão hídrica: são aquelas em que a água atua como veículo do agente infeccioso. Os microorganismos patogênicos atingem a água através de excretas de pessoas ou animais infectados, causando problemas principalmente no aparelho gastrointestinal do homem. Essas doenças podem ser causadas por bactérias, vírus, protozoários e helmintos (VERTONI & GALLO apud BATISTA, 1996);
- Doenças de origem hídrica: são aquelas causadas por determinadas substâncias químicas, orgânicas ou inorgânicas, presentes na água em concentrações inadequadas, em geral superiores às especificadas nos padrões para água de consumo humano. Essas substâncias podem existir naturalmente no manancial ou resultarem da poluição. São exemplos de doenças de origem hídrica: o saturnismo – provocado por excesso de chumbo na água e a metahemoglobinemia em crianças – decorrente da ingestão de concentrações excessivas de nitrato (VERTONI & GALLO apud BATISTA, 1996).

Segundo dados do Ministério da Saúde, apenas 30% da população brasileira recebe água vinda de fontes seguras e 56% não tem solução adequada para a disposição de esgoto. De acordo com o Censo 2000, 5,39% da população urbana e 10% da rural lançam esgoto em vala, rio, lago, mar ou outro tipo de escoadouro. Além disso, 31,4% dos moradores de cidades não têm banheiro, o que ocorre com 37,61% da população rural. Estima-se que entre 60% e 70% das internações hospitalares, no Brasil, estejam vinculadas à contaminação do ar, do solo e, principalmente, da água, através de doenças como diarreia, cólera e hepatite A, dentre outras (FUNASA, 2002).

Como resultado, o número de descritores da qualidade da água excede normalmente mais de 100. As análises químicas das águas tiveram início com o estudo do Lago Léman, feitas por Tingry em 1808. Em 1924, com o compêndio CLARKE'S, de Geoquímica, nasce a era moderna da química das águas em escala mundial. A caracterização das águas tem continuamente evoluído devido ao desenvolvimento, além da química analítica, de muitas outras ciências relacionadas com a água. Atualmente os estudos de qualidade da água relacionam-se a geociências, biociências e ciências da engenharia, como pode ser observado na Tabela 1 (MEYBECK, 1996).

TABELA 1 - Qualidade da água de um rio e maiores campos científicos de estudo (MEYBECK, 1996)

	Campo	Tópico	Ponto de convergência
G E O C I Ê N C I A S B I O C I Ê N C I A S E N G E N H A R I A	Geoquímica	Origens/processos	Influências do pH e do potencial redox Especiação de compostos traço Dissolvidos vs. Particulados
	Geografia	Taxas de transporte	Variações de elementos maiores; Fluxos anuais, distribuição espacial
	Física	Erosão química vs. mecânica	Variações no regime de transporte de traço químicos
	Hidrologia	Decomposição hidrográfica	
	Oceanografia	Entradas aos oceanos e mares	Nutrientes; contaminantes; matéria Orgânica; fluxos regional e global
	Biogeoquímica	Ciclagem de nutrientes Interação biológica	Entradas de C, N, P, Si Deterioração da matéria orgânica Ciclos do Fe, Mn e S
	Hidrobiologia	Qualidade do ambiente Qualidade extrema	Faixas de concentrações Estrutura: tempo/espacial.
	Ecotoxicologia	Bioacumulação Biomagnificação	Contaminantes; entradas e especiações; Concentrações extremas.
	Engenharia Ambiental	Padrões de Qualidade da água Inventário de poluentes Tendências Taxa de recuperação	Estrutura tempo/espacial. Fontes difusas/pontuais Fluxos e concentrações. Perfis longitudinais.
	Engenharia Hidráulica	Erosão em leitos de rios Assoreamento de reservatórios	Níveis de SST. Fluxos e regimes.

2.8 Parâmetros para análise da água

Segundo Sperling (1996), os diversos componentes presentes na água e que alteram o seu grau de pureza, podem ser retratados, de uma maneira ampla e simplificada, em termos das suas características físicas, químicas e biológicas. Estas características podem ser traduzidas na forma de parâmetros de qualidade da água. As principais características da água podem ser expressas como:

- **Características físicas.** As impurezas enfocadas do ponto de vista físico estão associadas, em sua maior parte, aos sólidos presentes na água. Estes sólidos podem ser de suspensões, coloidais ou dissolvidos, dependendo do seu tamanho.
- **Características químicas.** As características químicas da água podem ser interpretadas através de uma das duas classificações: matéria orgânica ou inorgânica.
- **Características biológicas.** Os seres presentes na água podem ser vivos ou mortos. Dentre os seres vivos têm-se os pertencentes aos reinos animal e vegetal, além dos protistas.

Neste item será feita a caracterização dos principais parâmetros analisados neste estudo, seus conceitos e definições, com ênfase nos aspectos naturais de cada um deles sem a influência e interferência da ação antrópica, sendo destacados os efeitos da poluição, sob o ponto de vista de diversos autores, e os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, que fixa valores para os padrões de diferentes classes de um corpo receptor. O Quadro 01 apresenta os limites para um rio de Classe II e ainda sobre os usos a que se destina essa água.

Parâmetro	Classe II	ÁGUAS DESTINADAS
Sabor/odor	Não objetável	- Ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; - à proteção das comunidades aquáticas; - à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho); - à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; - à criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
pH	6,0 – 9,0	
Cor aparente (mg Pt/L e UH)	< 75	
Oxigênio Dissolvido (mg de O ₂ /L)	> 5	
Turbidez (uT)	< 100	
DBO ₅ (mg de O ₂ /L)	< 5	
Sólidos dissolvidos (mg/L)	< 500	
Coliformes totais (NMP/100ml)	< 5.000	
Coliformes fecais (NMP/100ml)	< 1.000	

QUADRO 01 – Alguns Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos Resolução CONAMA nº 357/2005

2.8.1 Parâmetros físicos

A caracterização das impurezas físicas da água pode ser feita a partir da classificação dos sólidos por tamanho: sólidos em suspensão ($10^{-3} \mu\text{m} < \text{algas, protozoários e bactérias} > 10^0 \mu\text{m}$), sólidos coloidais ($10^{-3} \mu\text{m} < \text{vírus e bactérias} < 10^0 \mu\text{m}$) e sólidos dissolvidos (sais e matéria orgânica $< 10^{-3} \mu\text{m}$); ou através de suas características químicas.

As principais características físicas da água são: (a) cor, (b) turbidez, (c) sabor, (d) odor, e (e) temperatura.

Segundo Oliveira (1976), estas características exercem certa influência no consumidor leigo, pois dentro de determinados limites não tem relação com inconvenientes de ordem sanitária. Contudo, sendo perceptíveis pelo consumidor, independentemente de um exame, o seu acentuado teor pode causar certa repugnância a consumidores mais ou menos exigentes, pode, também, favorecer uma tendência para a utilização de águas de melhor aparência, porém de má qualidade sanitária.

- **Turbidez (uT)**

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

É agravada pela presença de sólidos em suspensão na água, como argila, silte, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e outras partículas provenientes de despejos domésticos e industriais, cuja precipitação perturba o ecossistema aquático (BRANCO, 1983). Por ser de origem natural, não traz inconvenientes sanitários diretos, mas é esteticamente desagradável na água potável, e os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos. É utilizado como parâmetro na caracterização de águas de abastecimento, brutas e tratadas, e no controle da operação das estações de tratamento de água.

Os padrões internacionais da água de consumo humano, da Organização Mundial da Saúde (OMS), recomendam um nível de turbidez de até 5 unidades de turbidez (BATALHA & PARLATORE, 1977). A Resolução CONAMA estabelece que o limite de turbidez para um rio Classe II é de 100 uT.

- **Temperatura (Graus Celsius – C°)**

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

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

2.8.2 Parâmetros químicos

Para Oliveira (1976), as características químicas das águas são provenientes de substâncias dissolvidas, geralmente avaliáveis por meios analíticos. São de grande importância, tendo em vista suas conseqüências sobre os organismos dos consumidores, ou sob o aspecto higiênico, bem como sob o aspecto econômico. Assinale-se ainda a utilização de certos elementos como cloretos, nitritos e nitratos, bem como o teor de oxigênio consumido como indicadores de poluição, permitindo-se concluir se a poluição é recente ou remota, se é maciça ou tolerável. As características químicas das águas são determinadas por meio de análises experimentais, seguindo métodos adequados e padronizados para cada substância. Os resultados são fornecidos em concentração da substância por mg/L - miligrama por litro.

São alguns parâmetros químicos de avaliação da qualidade das águas: (a) potencial hidrogeniônico-pH, (b) sólidos, (c) oxigênio dissolvido, (d) demanda bioquímica de oxigênio, (e) demanda química de oxigênio, (f) ferro total, (g) nitrogênio total, (h) fósforo total.

- **Potencial Hidrogeniônico - pH**

Medida da concentração relativa de íons de hidrogênio numa solução; esse valor indica a acidez ou alcalinidade da solução. É calculado como o logaritmo negativo de base 10 da concentração de íons de hidrogênio em moles por litro. Um valor de pH 7 indica uma solução neutra; índice de pH maiores que 7 são básico, e os abaixo de 7 são ácidos. A faixa de pH é de 0 a 14. Pode ser de origem natural através da dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese. Pode ter origem antropogênica, através de despejos domésticos (oxidação da matéria orgânica) e despejos industriais (ex.: lavagem ácida de tanques)(www.uniagua.org.br acesso em 21/02/2007).

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

- **Oxigênio Dissolvido – OD (mg/L)**

A introdução de oxigênio na água se dá através de difusão atmosférica ou de atividade fotossintética de plantas aquáticas, sendo, posteriormente, consumido durante a decomposição aeróbia de substâncias orgânicas, oxidação de alguns compostos inorgânicos e respiração de organismos presentes no meio aquático. Em zonas de águas limpas, a concentração de oxigênio dissolvido varia durante o dia. Esta variação diurna depende da intensidade das atividades fotossintéticas e das mudanças de temperatura (PITTER, 1993).

No caso de intensificação das atividades fotossintéticas de plantas aquáticas ou da acentuação da turbulência, pode ocorrer uma supersaturação de oxigênio na água. Uma amostra de água a 15°C tem sua concentração saturada de oxigênio por volta de 10 mg/L. A alta quantidade de oxigênio dissolvido é um importante indicador da qualidade de uma água, assim como, em baixa quantidade, serve de indicador das fontes de poluição causada nas águas superficiais por despejos orgânicos. O oxigênio dissolvido é de vital importância para a sobrevivência dos peixes, sendo que uma concentração de 3,0 à 4,0 mg/L é usualmente considerada baixa para este fim. Em relação à operação de sistemas de tratamento biológico de água, é um importante indicador que serve para monitorar o grau de corrosão e ataque em metais (PITTER, 1993).

Valores de OD inferiores ao valor de saturação podem indicar a presença de matéria orgânica e valores superiores a existência de crescimento anormal de algas, uma vez que, como já foi citado, elas liberam oxigênio durante o processo de fotossíntese (PITTER, 1993).

Para CETESB (2002), a contribuição fotossintética de oxigênio só é expressiva após grande parte da atividade bacteriana na decomposição de matéria orgânica ter ocorrido, bem como após terem se desenvolvido também os protozoários que, além de decompositores, consomem bactérias clarificando as águas e permitindo a penetração de luz. Este efeito pode “mascarar” a avaliação do grau de poluição de uma água, quando se toma por base apenas a concentração de oxigênio dissolvido. Sob este aspecto, águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até um pouco abaixo da concentração de saturação. No entanto, uma água eutrofizada pode apresentar concentrações de oxigênio bem superiores a 10 mg/L, mesmo em temperaturas superiores a 20°C, caracterizando uma situação de supersaturação. Isto ocorre principalmente em lagos de baixa velocidade onde chegam a se formar crostas verdes de algas na superfície.

Em síntese, o oxigênio dissolvido é consumido por bactérias durante o processo metabólico de conversão da matéria orgânica em compostos simples e inertes, como água e gás carbônico (CO₂). Com isso crescem, se multiplicam e mais

oxigênio dissolvido é consumido enquanto houver matéria orgânica proveniente das fontes de poluição.

- **Fósforo total (mg/L)**

O fósforo na água apresenta-se principalmente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. Os ortofosfatos são diretamente disponíveis para o metabolismo biológico sem necessidade de conversões a formas mais simples. Os polifosfatos são moléculas mais complexas com dois ou mais átomos de fósforo. O fósforo orgânico é normalmente de menor importância. Conforme Sperling (1996), o fósforo não apresenta problemas de ordem sanitária nas águas de abastecimento. O fósforo é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (eutrofização).

Pode ter origem natural, sendo proveniente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica, e origem antropogênica quando for proveniente de despejos domésticos, despejo industrial, detergentes, excrementos de animais, inseticidas e pesticidas. Feitosa et al. apud Lima (2001) enfatizam que, devido à ação dos microorganismos, a concentração de fósforo pode ser baixa (<0,5 mg/l) em águas naturais e valores acima de 1,0 mg/l são geralmente indicativos de águas poluídas.

Em relação ao processo de eutrofização, a água, quando acrescida de nutrientes, principalmente compostos nitrogenados e fosforados, sofre a proliferação de algas que proporciona a redução dos níveis de oxigênio dissolvido, o que pode levar à morte de parte da biota. Em geral, o enriquecimento de componentes fosforados na água se dá devido aos depósitos de fertilizantes usados na agricultura ou do lixo e esgotos domésticos, além dos resíduos industriais (www.prossiga.com.br acesso em 22 de Abril de 2005).

- **Nitrogênio Total (mg/L)**

O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (processo denominado eutrofização).

Os processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, implicam no consumo de oxigênio dissolvido do meio, o que pode afetar a vida aquática (SPERLING, 1996).

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

Mota (1997) salienta que nitrogênio orgânico e amônia estão associados a efluentes e águas recém-poluídas. Com o passar do tempo, o nitrogênio orgânico é convertido em nitrogênio amoniacal e, posteriormente, se condições aeróbias estão presentes, a oxidação da amônia acontece transformando-se em nitrito e nitrato. Conforme ressalta Sperling (1996), em um corpo d'água, a determinação da parcela predominante de nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição. Os compostos de nitrogênio, na forma orgânica ou de amônia, referem-se à poluição recente, enquanto que nitrito e nitrato à poluição mais remota.

Nos corpos d'água naturais, tratando-se de águas que recebem esgotos, podem ocorrer quantidades variáveis de compostos orgânicos, amônia e nitritos.

- **Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (mg/L)**

Utilizada para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente, corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microorganismos do esgoto ou águas poluídas. Retrata, de uma forma indireta, o teor de matéria orgânica nos esgotos ou no corpo d'água. A DBO é determinada em laboratório, observando-se o oxigênio consumido em amostras do líquido, durante 5 dias, à temperatura de 20 °C. É um parâmetro de fundamental importância na caracterização do grau de poluição de um corpo d'água (SPERLING, 1996).

Segundo Campos (2000), os esgotos sanitários apresentam $DBO_5^{20^\circ C}$ (a 20°C e 5 dias de incubação) na faixa de 200 a 600 mg/L, geralmente. Isso significa que, ao se lançar um litro de esgoto em um rio, ocorrerá uma “retirada” de cerca de 200 à 600 mg de oxigênio em função da respiração dos microorganismos que decompõem os componentes biodegradáveis desse esgoto. Cada pessoa ocasiona, por dia, uma demanda de 40 a 60 g de $DBO_5^{20^\circ C}$ no receptor dos esgotos da cidade, ou seja, grosseiramente pode-se afirmar que cada pessoa é responsável pela demanda de

40 a 60 g por dia de oxigênio do rio, lago ou oceano onde é feito o lançamento de seus esgotos.

Segundo Caiado et al (1999), a Demanda Bioquímica de Oxigênio é definida como a quantidade de oxigênio requerida para a estabilização da matéria orgânica e oxidação de materiais inorgânicos, tais como sulfetos e ferro-ferroso presentes em uma amostra de água. O teste de DBO é um bio-ensaio em que é medido o oxigênio consumido por organismos vivos enquanto utilizam a matéria orgânica presente na amostra de água. Quando executado em águas de rio, este teste mede as condições de poluição por matéria orgânica tanto de origens industriais como urbanas.

2.8.3 Parâmetros biológicos

Os microorganismos são os maiores responsáveis pela transmissão e proliferação de doenças de origem hídrica. Eles representam os mais variados grupos de organismos que vivem na Terra e ocupam importante papel nos diversos ecossistemas. Dentro do reino microbiano existem espécies aptas a atacar compostos ferrosos e a sobreviver em condições extremamente inadequadas as outras formas de vida, tais como ambientes com elevados níveis de temperatura e pH. Estes microorganismos, simplesmente, requerem o mínimo de condições para sobreviver nas condições mais diversas (DROSTE, 1997).

Segundo Sperling (1996), os microorganismos desempenham diversas funções de fundamental importância, principalmente as relacionadas com a transformação da matéria dentro dos ciclos biogeoquímicos, sendo que o aspecto de maior relevância em termos da qualidade biológica da água é relativo à possibilidade da transmissão de doenças. A determinação da potencialidade de uma água transmitir doenças pode ser efetuada de forma indireta, através dos organismos indicadores de contaminação fecal, pertencentes principalmente ao grupo de coliformes.

- **Coliformes (NMP / 100 ml)**

As bactérias do grupo coliforme são consideradas as principais indicadoras de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Todas as bactérias coliformes são gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera (www.uniagua.org.br acessado em 21/02/2007).

O NMP é o número mais provável de bactérias coliformes por 100 mililitros de amostra. Quando se refere ao grupo coliforme, é comum dar-se o nome de coliformes totais. Costuma-se denominar de coliformes fecais àqueles organismos coliformes resistentes à temperatura e condições semelhantes a do trato intestinal, qual seja a presença de bile, costumeiramente utilizado em caldos de cultura biliados. Há organismos (bactérias coliformes) que são comensais no trato intestinal de animais de sangue quente em quantidades extremamente grandes, de tal forma que um volume de 100 ml de esgoto doméstico chega a apresentar cerca de 10 a 100 milhões de bactérias coliformes. De maneira geral, pode-se afirmar que a maior parte desses microorganismos não é patogênica e são utilizados apenas como indicadores da potencialidade de contaminação fecal com a possível presença de patogênicos (CAMPOS, 2000).

Para Aisse (2000), todas as bactérias patogênicas ou saprófitas, exigem, além do alimento, oxigênio para respiração. Algumas podem usar somente oxigênio dissolvido na água, são as chamadas “bactérias aeróbias”, e o processo de que participam na decomposição do esgoto é denominado “decomposição aeróbia ou oxidação”. Esta decomposição não produz maus odores ou outra espécie de incomodo estético. Outros tipos de bactérias subsistem na ausência de oxigênio livre. Esses organismos são denominados “bactérias anaeróbias” e o processo de que participam é chamado “decomposição anaeróbia ou putrefação”.

2.9 Índice de Qualidade das Águas – IQA

Para se obter o índice de qualidade de uma água dispomos de vários índices, dependendo para qual finalidade terá o uso desta água.

Pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) tem-se os seguintes índices:

a) **IAP** (índice de qualidade de água bruta para fins de abastecimento público), 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, **IAP = IQA x ISTO**.

b) Índice de Qualidade de Água Para Proteção da Vida Aquática (**IVA**), é outro índice que tem como objetivo avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora em geral, diferenciando, portanto, de um índice para avaliação da água para 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); dois dos parâmetros considerados essenciais para a biota (pH e oxigênio dissolvido) parâmetros esses agrupados no IPMCA (Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática) bem como o IET (Índice do Estado Trófico). Desta forma, o IVA fornece informações não só sobre a qualidade da água em termos ecotoxicológicos, como também sobre o seu grau de trofia, **IVA = (IPMCA x 1,2) + IET**.

c) IQA (Índice de Qualidade da Água), a partir de um estudo realizado em 1970 pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos, a CETESB adaptou e desenvolveu o IQA, que incorpora 9 parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público (CETESB, 2004).

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro segundo uma escala de valores. Dos 35 parâmetros indicadores de qualidade de água inicialmente propostos, somente 9 foram selecionados. Para estes, 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 apresentados na Figura 2 (CETESB, 2005).

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes fecais, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez (CETESB. 2005).

Segundo CETESB (2005), a equação utilizada para a determinação do índice de Qualidade da Água é a Equação 1.

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \dots\dots\dots(EQUAÇÃO 1)$$

onde:

IQA : índice de Qualidade da Água, valor entre 0 e 100;

q_i : qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100. obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade" na Figura 2, em função de sua concentração ou medida

W_i : peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que a somatória de W_i deve ser 1, conforme CETESB (2005) dispõe na Equação 2:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \dots\dots\dots(EQUAÇÃO 2)$$

em que:

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

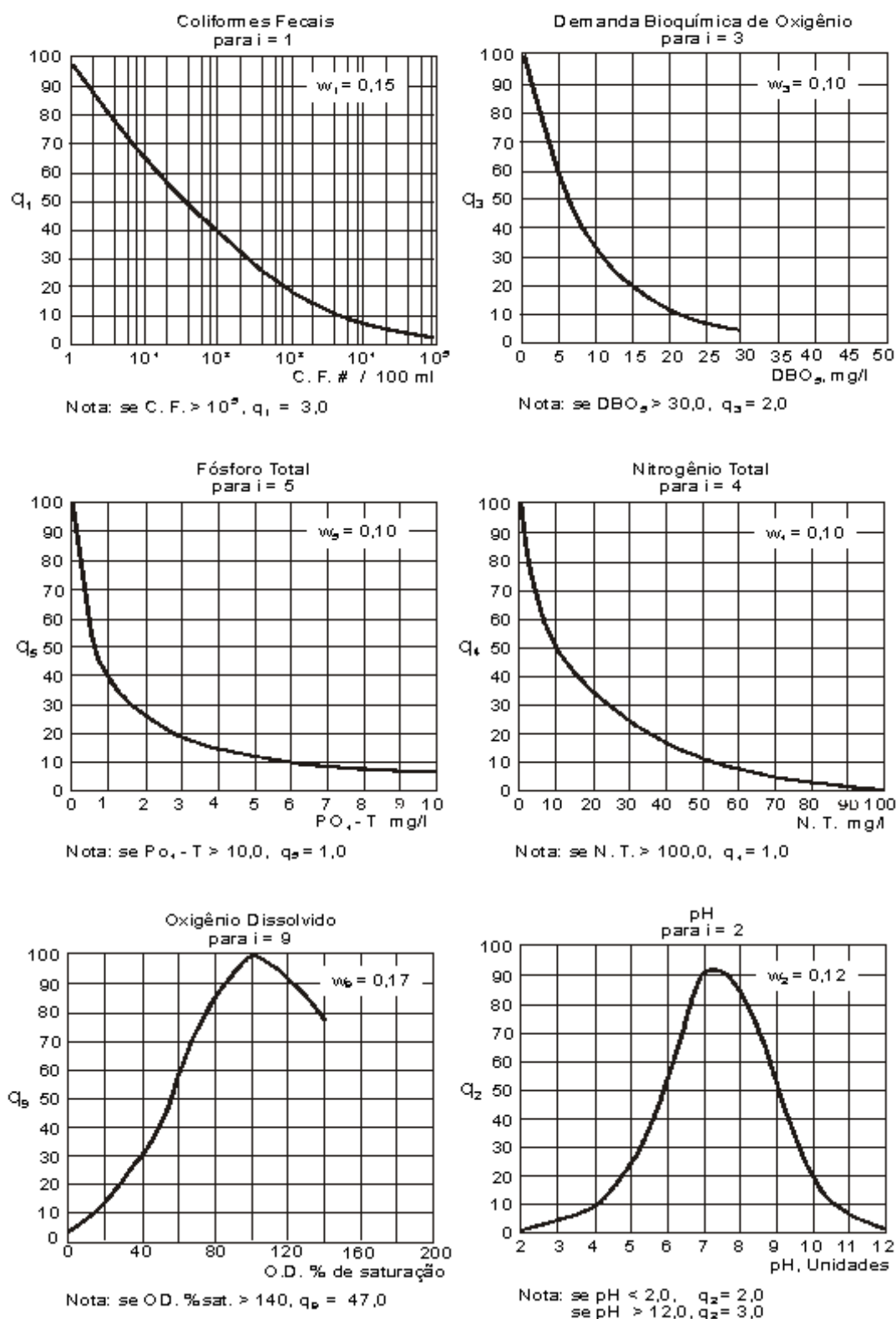


FIGURA 2. Curvas de variação dos parâmetros do IQA.

Fonte: CETESB (2005) cont.

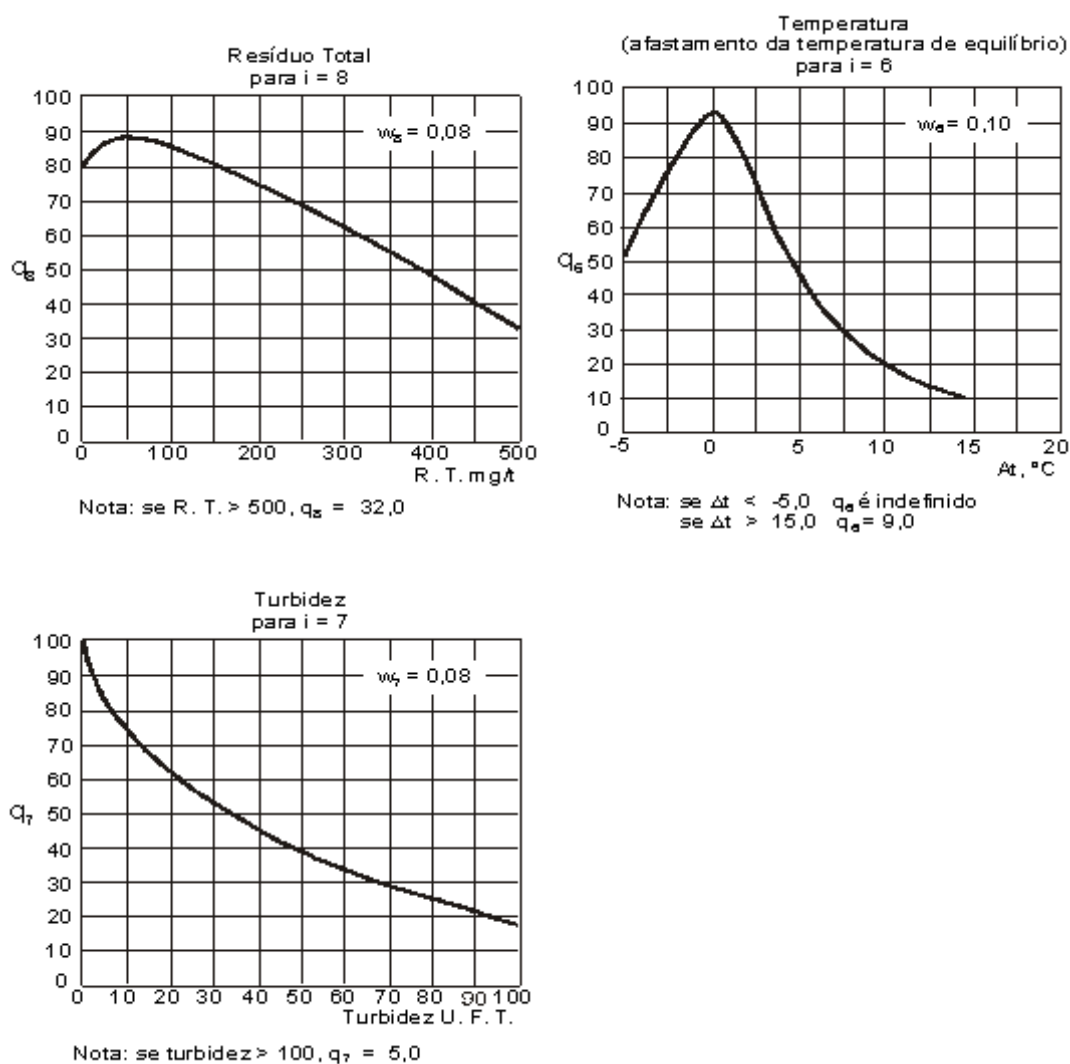


FIGURA 2. Curvas de variação dos parâmetros do IQA. Fonte: CETESB (2005)

No caso de não se dispor do valor de algum dos 9 parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado. Porém, a partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas que, indicada pelo IQA numa escala de 0 a 100, é classificada para abastecimento público ou outros fins, segundo a graduação da Tabela 2:

TABELA 2 - Escala da qualidade da água indicada pelo IQA

GRADUAÇÃO	QUALIDADE
$79 < \text{IQA} \leq 100$	Ótima
$51 < \text{IQA} \leq 79$	Boa
$36 < \text{IQA} \leq 51$	Aceitável
$19 < \text{IQA} \leq 36$	Ruim
$\text{IQA} \leq 19$	Péssima

Fonte: Adaptado de CETESB (2005).

- Ótima (80 a 100): são águas encontradas em rios que se mantêm em condições naturais, não recebem despejos de efluentes não sofrem processos de degradação, excelente para manutenção da biota aquática, abastecimento público e produção de alimentos (RACANICCHI apud MOLINA, 2006).

- Boa (52 a 79): são águas encontradas em rios que se mantêm em condições naturais, embora possam receber em alguns pontos, pequenas ações de degradação, mas que não comprometem a qualidade para a manutenção da biota aquática, abastecimento público e produção de alimentos (RACANICCHI apud MOLINA, 2006).

- Aceitável (37 a 51): são águas encontradas em rios que sofrem grandes interferências e degradação, mas ainda podem ser utilizadas tanto para abastecimento público após tratamentos físico-químicos e biológicos, como para a manutenção da biota aquática e produção de alimentos (RACANICCHI apud MOLINA, 2006).

- Ruim (20 a 36): são águas encontradas em rios que sofrem grandes interferências e degradação, comprometendo a qualidade, servindo a mesma apenas para navegação e geração de energia (RACANICCHI apud MOLINA, 2006).

- Péssima (0 a 19): são águas encontradas em rios que sofrem graves interferências e degradação, comprometendo a qualidade, servindo apenas para navegação e geração de energia (RACANICCHI apud MOLINA, 2006).

Mesmo sendo o IQA um índice bastante reconhecido por pesquisadores, com o intuito de suprir algumas deficiências, neste trabalho serão determinados também ferro total, demanda química de oxigênio e coliformes totais.

Em se tratando da demanda química de oxigênio, esta virá a complementar os resultados obtidos pela demanda bioquímica de oxigênio. Os coliformes totais serão utilizados para complementar os parâmetros biológicos e o ferro total para complementar os parâmetros químicos, embora para determinação do IQA não serão utilizados tais parâmetros.

Além do IQA, existe ainda a resolução federal CONAMA 357/05 (2005), também de grande importância para avaliar se as condições dos rios são próprias para cada tipo de uso.

2.10 Geoprocessamento

O termo Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional. As ferramentas computacionais para geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica – SIG, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georeferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

Neste contexto, o geoprocessamento é mais uma das técnicas que permitem “modelar” o ambiente através da formulação de mapas.

É muito importante zelar pela qualidade dos recursos hídricos diagnosticando e combatendo o assoreamento, poluentes despejados nos rios, bacias hidrográficas e atmosfera. Neste sentido, gerar mapas georeferenciados e implantar sistemas de geoprocessamento contendo essas informações é fundamental para o adequado gerenciamento e controle desses recursos naturais tão importantes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização da área de estudo

O Estado de São Paulo é dividido em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRH) e o município de Getulina pertence à UGRH 20, que é a Bacia do Aguapeí, na qual o Córrego Gavanhery está incluído, conforme Figuras 3 e 4.

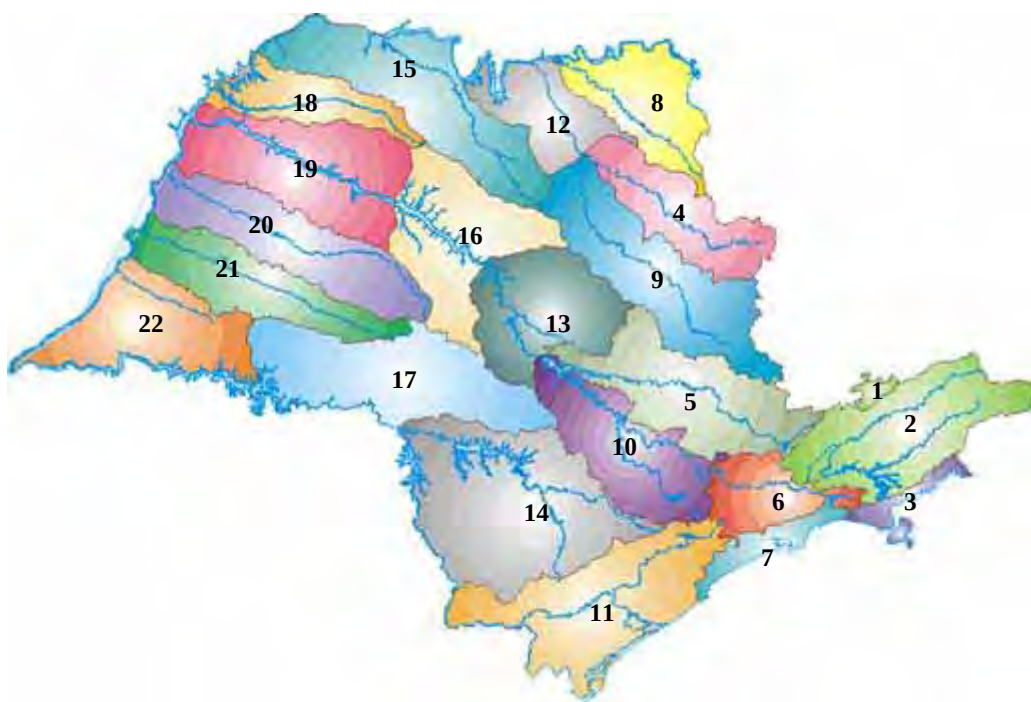


FIGURA 3 – Mapa das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRH
Fonte DAEE – 2007



FIGURA 4 – Mapa com os nomes das UGRH
Fonte DAEE – 2007

A área de estudo que compreende a microbacia tem influência direta sobre o Córrego Gavanhery e está inserida no limite do município de Getulina - SP, o qual localiza-se na Região Centro Oeste do Estado de São Paulo, como mostra a Figura 5. O município de Getulina possui uma área territorial de aproximadamente 675 Km² e uma área urbanizada de aproximadamente 8,40 km².

Segundo dados do IBGE (2000), a população de Getulina - SP foi estimada em 10.554 habitantes.

A cidade de Getulina localiza-se a cerca de 470 km da capital, no centro-oeste do Estado de São Paulo, conforme a Figura 5.

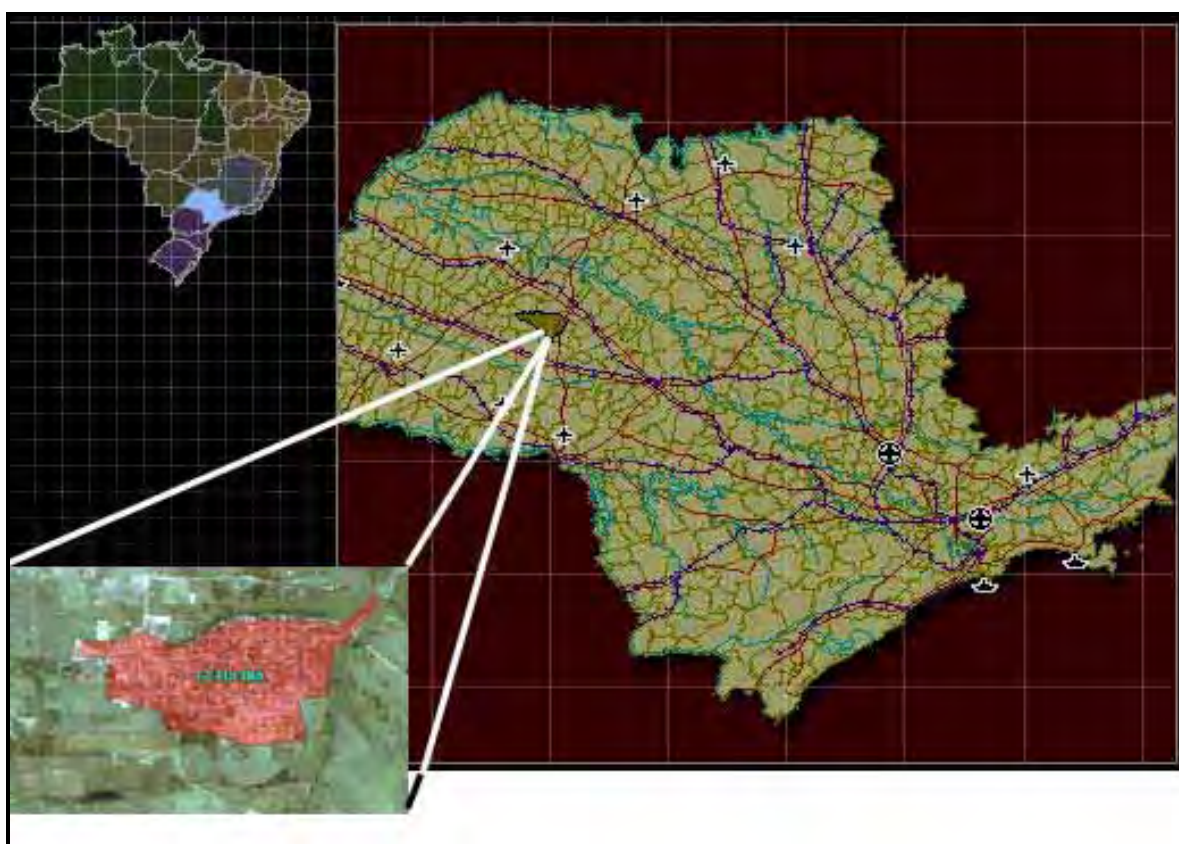


FIGURA 5 – Localização de Getulina no Estado de São Paulo

Fonte: Adaptado IBGE (2000)

3.2 Legislação

Para verificação dos parâmetros analisados no laboratório, este trabalho teve como base de referência a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005, que 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.

As águas doces em particular são classificadas em cinco classes: Especial, I, II, III e IV, conforme Quadro 02. Para cada uma das classes descritas, são estabelecidos limites e/ou condições de qualidade a serem respeitados, sendo mais restritivos quanto mais nobre for o uso pretendido.

A Resolução CONAMA 357/05 (2005) também determina algumas condições de lançamento de efluentes, dentre as quais serão utilizadas neste trabalho para análises de resultados as seguintes:

- pH entre 5 a 9;
- temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura;
- Nitrogênio amoniacal total 20,0 mg/L N.

USOS PREPONDERANTES		Classes				
		E	I	II	III	IV
Abastecimento doméstico	* sem prévia ou com simples desinfecção	x				
	* após tratamento simplificado		x			
	* após tratamento convencional			x	x	
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas		x				
Proteção às comunidades aquáticas			x	x		
Harmonia paisagística						x
Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho)			x	x		
Irrigação	* de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película		x			
	* de hortaliças e plantas frutíferas			x		
	* de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras				x	
Criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas à alimentação humana			x	x		
Navegação						x
Dessedentação de animais					x	
Usos menos exigentes						x

QUADRO 02 - Classes de uso preponderantes das águas territoriais brasileiras de acordo com a Resolução nº357, de 17 de Março de 2005.

3.3 Software e imagens de satélites

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados alguns softwares de geoprocessamento visando à interpretação de imagens de satélite, cálculos de áreas, e conseqüentemente criação de figuras e mapas contendo informações sobre a microbacia em estudo.

3.3.1 Sig-Ctgeo

O SIG-Ctgeo foi desenvolvido pela empresa Centro de Tecnologia em Geoprocessamento - CTGEO, unidade da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação de Lins e tem como principal função a manipulação de vetores com imagens de satélite e armazenamento de informações em banco de dados.

Este software ofereceu recursos que permitiram realizar as tarefas relacionadas ao gerenciamento do meio ambiente da área de estudo. Também permitiu realizar diagnósticos e visualização digital dos mapas, fotografias e imagens de satélite, além de consultas temáticas das informações da microbacia do Córrego Gavanhery.

3.3.2 Satélite SPOT 5

Para o desenvolvimento deste trabalho utilizou-se imagem do satélite SPOT 5.

O principal objetivo da utilização do satélite SPOT 5 para esse trabalho foi a identificação, juntamente com a carta do IBGE, para a delimitação da microbacia em estudo e a localização dos pontos de amostragem. Este satélite é considerado como o sistema orbital mais utilizado no monitoramento ambiental. Sua resolução é de 15m.

3.3.3 Mapas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Cartas topográficas na escala de 1:50.000 do IBGE também foram utilizadas como material de trabalho, para delimitação da microbacia, em conjunto com as imagens de satélites e utilização do Software Sig-CTGEO. Os mapas tiveram as cartas do Município de Getulina – SP e Lins-SP.

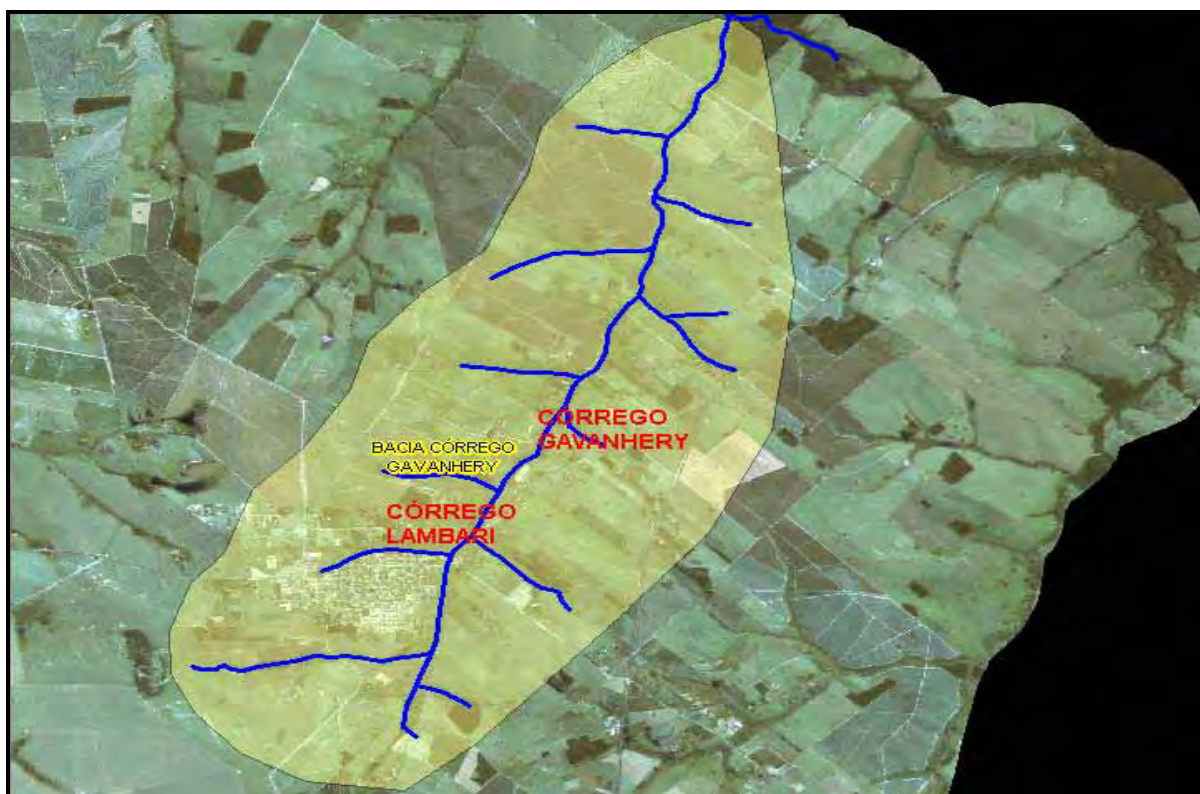


FIGURA 6-B – Mapa dos Córregos da microbacia em estudo

3.5 Pontos de amostragem de coleta da água

Para avaliação das influências das atividades antrópicas da microbacia hidrográfica na qualidade da água do Córrego Gavanhery, foram escolhidos previamente 7 (sete) pontos distintos no decorrer do percurso dos Córregos Gavanhery e Lambari, sendo 6 (seis) pontos no Córrego Gavanhery e 1 (um) ponto no Córrego Lambari, pois os dois Córregos circundam a área urbana e o Córrego Lambari está contido na bacia hidrográfica do Córrego Gavanhery. Os pontos foram denominados ponto 1, ponto 2, ponto 3, ponto 4, ponto 5, ponto 6 e ponto 7, sendo que para cada um desses pontos foram registradas coordenadas geográficas por meio de aparelho GPS. Pela Figura 7 pode se observar a localização dos pontos de coleta e análise contidas nas delimitações da microbacia do Córrego Gavanhery. A área destacada nesta figura é a região compreendida pela área urbana da cidade de Getulina, a qual está delimitada pela cor alaranjada inserida nas delimitações da microbacia do Córrego Gavanhery.

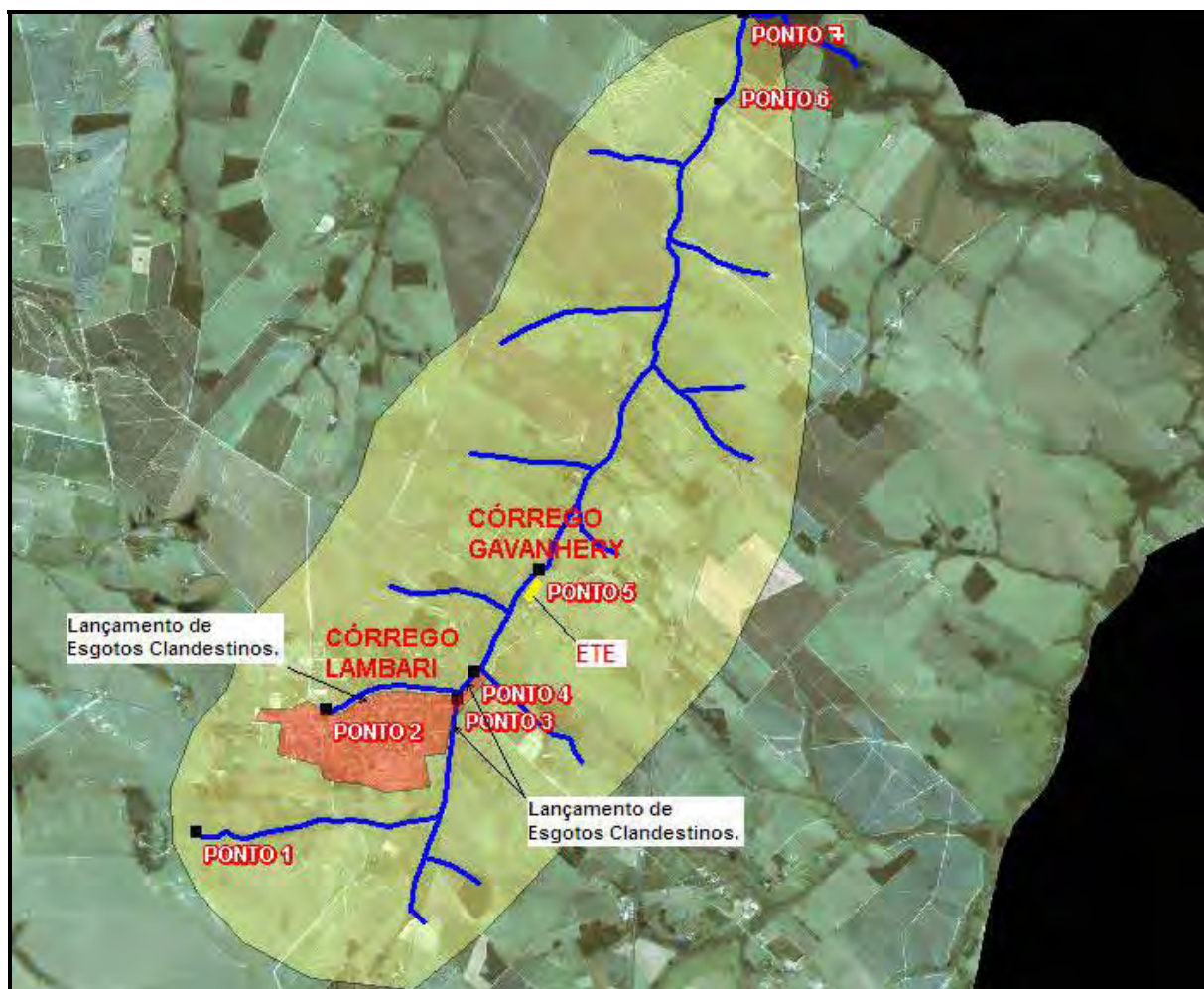


FIGURA 7- Localização dos 7 pontos definidos para análise da água.

Os pontos definidos possuem as seguintes características e localização: O ponto 1 está localizado na nascente do Córrego Gavanhery. Este ponto foi escolhido para que se pudesse obter as características originais do Córrego, ou seja, antes da contribuição de qualquer tipo de efluente ou resíduos, no entorno deste ponto pode-se observar muitas taboas, pastagem com a criação de gado de corte e a inexistência de mata ciliar. O local pode ser visualizado pela Figura 8.

O ponto 1 apresenta as seguintes coordenadas geográficas:

Datum utilizado: Sad69 (UTM)

Latitude: 608692.4297

Longitude: 7587801.2666



FIGURA 8 – Nascente do Córrego Gavanhery, onde está localizado o ponto 1.

O ponto 2 está localizado na nascente do Córrego Lambari. Este ponto foi escolhido com o objetivo de avaliar as características originais do Córrego.

O local pode ser visto pela Figura 9, localiza-se dentro da cidade, sua nascente original ficava a aproximadamente 100 (cem) metros a montante deste ponto que aparece na figura 9, era seguida de uma lagoa, a qual foi enterrada. Com o passar dos anos a nascente surgiu novamente, próxima a uma galeria de águas pluviais, como pode ser visto na figura abaixo.

O ponto 2 apresenta as seguintes coordenadas geográficas:

Datum utilizado: Sad69 (UTM)

Latitude: 610135.3734

Longitude: 7589165.2281



FIGURA 9 – Nascente do Córrego Lambari, onde está localizado o ponto 2.

O ponto 3 está localizado no Córrego Gavanhery a aproximadamente 10m (dez metros) antes da confluência com o Córrego Lambari, porém dentro do perímetro urbano da cidade, o assoreamento é visível. Este ponto foi escolhido para que se pudesse avaliar a qualidade da água do Córrego, pois neste ponto já ocorre influência de grande parte da área urbana através do lançamento de águas pluviais, esgotos clandestinos e resíduos sólidos domésticos. Os esgotos e os resíduos domésticos são lançados por moradores que construíram suas casas em área de risco. O local pode ser observado pela Figura 10.

O ponto 3 apresenta as seguintes coordenadas geográficas:

Datum utilizado: Sad69 (UTM)

Latitude: 611587.4305

Longitude: 7589301.9281



FIGURA 10 – Córrego Gavanhery, onde está localizado o ponto 3.

O ponto 4 está localizado no Córrego Gavanhery a aproximadamente 15m (quinze metros) à jusante da confluência com o Córrego Lambari, fora do perímetro urbano da cidade, mas sofre interferências urbanas. O carreamento de partículas e grande ocasionando o assoreamento, no entorno deste ponto observa-se a inexistência de mata ciliar.

Este ponto foi escolhido com o objetivo de avaliar a qualidade da água do Córrego Gavanhery e determinar a contribuição do Córrego Lambari, uma vez que grande parte do seu percurso está inserido na área urbanizada de Getulina e recebe contribuições de águas pluviais e lançamentos clandestinos de esgoto doméstico do bairro Hilário Penachio e de moradores que construíram suas casas em área de risco. O local pode ser visto pela Figura 11.

O ponto 4 apresenta as seguintes coordenadas geográficas:

Datum utilizado: Sad69 (UTM)

Latitude: 611790.9615

Longitude: 7589590.5168



FIGURA 11 – Córrego Gavanhery, onde está localizado o ponto 4.

O ponto 5 está localizado no Córrego Gavanhery, a aproximadamente 15m (quinze metros) à jusante do lançamento da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), fora da região urbanizada da cidade de Getulina. Este ponto foi escolhido com objetivo de avaliar a qualidade da água do Córrego Gavanhery, após ter percorrido toda a extensão da região urbanizada e para analisar a influência da ETE sobre este curso d'água. O local pode ser visto pela Figura 12.

O ponto 5 apresenta as seguintes coordenadas geográficas:

Datum utilizado: Sad69 (UTM)

Latitude: 612501.8011

Longitude: 7590726.6451



FIGURA 12 – Córrego Gavanhery, onde está localizado o ponto 5.

O ponto 6 está localizado no Córrego Gavanhery, bem a jusante do lançamento da ETE, fora da região urbanizada da cidade de Getulina, no entorno deste ponto encontra-se muito gado de corte, pois está dentro de uma propriedade rural, e observa-se também a inexistência de mata ciliar. Este ponto foi escolhido com objetivo de avaliar a qualidade da água do Córrego Gavanhery, após ter percorrido grande parte da região rural. O local pode ser visto pela Figura 13.

O ponto 6 apresenta as seguintes coordenadas geográficas:

Datum utilizado: Sad69 (UTM)

Latitude: 614474.66

Longitude: 7595840.51



FIGURA 13- Córrego Gavanhery, onde está localizado o ponto 6

O ponto 7 está localizado no Córrego Gavanhery na sua posição mais jusante, no exultório, antes de desaguar no Rio Feio e após ter percorrido a região urbana da cidade de Getulina e todos os demais pontos que possivelmente influenciam a qualidade de suas águas, em seu entorno observa-se uma grande área de mata ciliar. Este ponto está distante aproximadamente 10 metros antes da confluência com o Rio Feio. O ponto foi escolhido para que se pudesse avaliar a qualidade da água do Córrego Gavanhery bem como analisar um possível processo de autodepuração no decorrer do seu percurso. O local pode ser visto pela Figura 14.

O ponto 7 está na coordenada geográfica:

Datum utilizado: Sad69 (UTM)

Latitude: 614785.1552

Longitude: 7596929.4849



FIGURA 14 – Córrego Gavanhery, onde está localizado o ponto 7, antes de desaguar no Rio Feio

Da Figura 15 até a Figura 22 pode-se observar a contaminação do Córrego por lançamentos pontuais e difusos. Pontuais, pelo lançamento de esgoto e lixo doméstico clandestinos, oriundos de residências construídas em área de risco sem aprovação da Prefeitura Municipal, ou seja, áreas que foram invadidas. Difusos, pelo uso inadequado do manejo do solo, provocando assoreamentos. Ressalta-se que, a microbacia possuía uma maior variedade de culturas, enquanto que atualmente possui somente pastagens e cultivo de cana de açúcar, contribuindo para o assoreamento.



FIGURA 15 – Lançamento de esgoto clandestino (jusante ao ponto 4)



FIGURA 16 – Lançamento de esgoto clandestino (montante ao ponto 3)



FIGURA 17 - Lançamento de esgoto doméstico clandestino no Córrego Gavanheri
(montante ao ponto 3)



FIGURA 18 - Lançamento de esgoto doméstico clandestino no Córrego Gavanhery (jusante ao ponto 4)



FIGURA 19 – Estrada de terra Municipal (GET 020) que transporta sedimentos para o Córrego Gavanhery (próximo aos pontos 3 e 4)



FIGURA 20 – Foto do assoreamento do córrego Gavanhery próximo a área urbana (jusante ao ponto 4)



FIGURA 21 – Lançamento de lixo doméstico no Córrego Gavanhery (jusante ao ponto 4)



FIGURA 22 – Lançamento de lixo doméstico no Córrego Gavanhery (montante ao ponto 3)

3.6 Coleta e análise da água

Foi necessário o levantamento de algumas informações em campo, conforme descrito abaixo:

Foram realizadas visitas aos locais das investigações, isto é, nos pontos onde foram efetuadas as coletas das amostras, sempre entre o dia 10 e 15 de cada mês. Uma vez definidos os pontos de amostragens, foram realizadas visitas nos meses pré-programados para coleta e análise da água dos cursos d'água, cujas amostras foram preservadas de acordo com o Guia Técnico de Coleta de Amostras – CETESB, para a realização dos ensaios. A realização de amostragens nas seis visitas possibilitou a avaliação da dinâmica de funcionamento dos sistemas aquáticos nos períodos de seca e chuva.

- **Métodos de Coleta**

Foram realizadas 06 (seis) coletas, no período de 6 (seis) meses, com início no mês de Maio de 2007 e término em Outubro de 2007, o que permitiu avaliar possíveis alterações importantes na qualidade da água, dentro de critérios que contemplem as variações concentradas no período de seca. Nos dias de coleta e também nos dias que as antecederam não houve chuva.

- **Frascos de coleta**

Os frascos utilizados para coleta eram identificados e o respectivo ponto anotado para fácil reconhecimento no laboratório.

Todas as amostras foram coletadas de modo a não haver interferências no local da coleta, evitando-se movimentos bruscos dos frascos com água para não alterar as condições originais das amostras.

- **Coleta dos dados de temperatura**

Os dados de temperatura foram coletados por termômetro graduado a partir de 1°C. A amostra da água era coletada em frascos e em seguida o termômetro era introduzido dentro do frasco, para assim obtermos a temperatura da água.

- **Preservação das amostras**

As amostras eram coletadas através dos frascos descritos anteriormente e armazenadas em caixas térmicas, mantendo-se assim as condições ideais para a sua preservação.

- **Ensaio no local**

Para a determinação laboratorial do oxigênio dissolvido - OD (mg/L) deve-se fixar o oxigênio através de ensaio no próprio local da coleta. Assim sendo, as amostras destinadas ao ensaio laboratorial de OD foram coletadas em frascos de vidro, limpos e desinfetados, evitando-se movimentação ou agitação após retirá-las

do curso d'água, para que não houvesse alteração das condições originais. Para fixação do oxigênio foram adicionados dois reagentes, sendo eles o sulfato manganoso e a ázida sódica, em seguida o frasco era agitado para ocorrer a reação. Após a reação, as amostras eram armazenadas em caixa térmicas.

3.7 Análises de laboratório

Como a microbacia está localizada no Município de Getulina, para maior facilidade, as análises das amostras foram realizadas no Laboratório de Análises Químicas e Controle Industrial - LACI, localizado na cidade de Lins-SP, pertencente à Fundação Paulista de Tecnologia e Educação. Os relatórios das análises dos ensaios eram disponibilizados aproximadamente 20 dias após cada coleta.

Os parâmetros de qualidade da água foram avaliados através dos dados das análises laboratoriais com base nos Métodos para as Análises de Águas Potáveis e Residuárias – Standard Methods – 21ª Edição, método de espectrofotometria de absorção atômica, espectrofotometria no visível.

Para o cálculo de IQA é necessário analisar 9 (nove) parâmetros estabelecidos pela CETESB, os quais estão descritos a seguir:

Parâmetros físicos: Temperatura (°C); Turbidez (uT);

Parâmetros químicos: pH, Nitrogênio Total (mg/L), Fósforo Total (mg/L), Demanda Bioquímica de Oxigênio DBO (mg/L), Oxigênio Dissolvido OD (mg/L), Sólidos suspensos totais (mg/L);

Parâmetros biológicos: Coliformes Fecais e Totais (NPM/100 ml).

Os dados coletados foram tratados em planilhas eletrônicas de cálculo para geração de gráficos e figuras interessantes à avaliação da qualidade da água.

A Temperatura da água (C°) e o pH foram analisados pelo método Eletrométrico, por meio de pHmetro de membrana.

As análises de Nitrogênio Total (mg/L), foram realizadas por meio de digestão ácida utilizando-se o espectrômetro de absorção atômica, onde foram determinados os nitritos e nitratos orgânico e amoniacal formando assim o Nitrogênio Total. A quantidade de OD (mg/L) foi determinada através do método de Winkler modificado, por meio de titulador.

A DBO foi determinada pelo Método das diluições, incubado a 20°C por período de 5 dias através de titulador.

A quantidade de sólidos suspensos totais (mg/L) foi determinada pelo método Gravimétrico, utilizando-se cápsula de porcelana, disco de microfibras de vidro, balança eletrônica de precisão, estufa a temperatura de 120°C e dessecador/Pyrex//200mm.

A quantidade de fósforo total (mg/L) foi determinada através do espectrofotômetro.

A turbidez foi determinada utilizando-se turbidímetro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 mostra os resultados obtidos das várias coletas e análises das águas referentes aos sete pontos de estudo da microbacia do Córrego Gavanhery, com os resultados do IQA. A tabela 4 (ver anexo) mostra de maneira completa o cálculo do IQA para os sete pontos.

TABELA 3 – Resultados obtidos das análises laboratoriais e valores do IQA dos parâmetros da água nos sete pontos de coleta

Identificação	Data	Coliformes (NMP/100 ml)	Ph	DBO(mg/L)	Nitrogênio Total(mg/L)	Fósforo Total(mg/L)	T (°c) CAMPO	Tubidez (uT)	Sólidos Totais Dissolvidos(mg/L)	Oxigênio Dissolvido(mg/L)	IQA CALCULADO	Classificação
Ponto 1	mai-07	4,30E+03	7,12	3,00	4,25	0,17	25	23,6	31,0	8,5	53,1	Boa
Ponto 1	jun-07	4,30E+03	7,12	3,00	4,20	0,19	25	23,1	31,5	6,5	51,5	Boa
Ponto 1	jul-07	4,3E+05	7,03	3,00	6,30	0,21	25	22,3	97,0	6,5	38,3	Aceitável
Ponto 1	ago-07	2,40E+05	7,03	5,00	6,80	0,25	25	2,7	102,0	8,2	39,9	Aceitável
Ponto 1	set-07	2,40E+02	7,04	3,00	7,62	0,10	26	2,3	5,2	7,8	60,0	Boa
Ponto 1	out-07	4,30E+05	7,18	6,00	3,98	0,71	24	16,2	48,0	7,8	37,4	Aceitável
Ponto 2	mai-07	2,30E+01	6,04	3,00	17,20	0,10	25	7,27	40,0	3,6	48,9	Aceitável
Ponto 2	jun-07	2,30E+03	6,04	3,00	16,80	0,15	25	8,02	45,0	5,8	46,5	Aceitável
Ponto 2	jul-07	1,5E+05	7,11	3,00	7,40	0,22	25	7,52	86,0	5,8	38,0	Aceitável
Ponto 2	ago-07	1,50E+05	7,11	3,00	8,20	0,25	25	99,3	78,0	7	34,8	Ruim
Ponto 2	set-07	3,60E+00	5,8	3,00	9,12	ND	22	2,6	5,0	8,5	0,0	Péssima
Ponto 2	out-07	2,40E+05	7,22	3,00	7,50	0,15	25	20,5	31,0	8,5	39,7	Aceitável
Ponto 3	mai-07	2,40E+05	7,22	3,00	7,50	0,15	25	20,5	31,0	8,5	39,7	Aceitável
Ponto 3	jun-07	4,3E+05	7,38	3,00	4,50	0,12	25	19,2	32,0	7	39,8	Aceitável
Ponto 3	jul-07	4,3E+05	7,38	3,00	4,30	0,09	25	16,2	29,0	7	40,1	Aceitável
Ponto 3	ago-07	4,30E+05	7,38	3,00	4,30	0,09	25	16	29,0	7	40,3	Aceitável
Ponto 3	set-07	4,30E+04	7,22	3,00	6,71	0,02	24	11	19,0	7,8	47,2	Aceitável
Ponto 3	out-07	2,40E+05	5,56	8,00	9,33	0,32	24	19,6	285,5	7,8	33,5	Ruim
Ponto 4	mai-07	4,30E+05	7,38	3,00	4,30	0,09	25	16,2	29,0	6,0	37,9	Aceitável
Ponto 4	jun-07	4,3E+05	7,22	3,00	8,50	0,15	25	12,8	42,0	11,5	38,5	Aceitável
Ponto 4	jul-07	2,40E+02	6,92	3,00	3,74	ND	24	16	4,0	11,5	0,0	Péssima
Ponto 4	ago-07	2,40E+02	6,92	3,00	3,74	0,08	24	31,5	4,0	11,5	56,3	Boa
Ponto 4	set-07	9,30E+05	7,34	3,00	5,21	1,56	24	12	27,0	8	36,6	Aceitável
Ponto 4	out-07	4,30E+05	7,25	3,00	3,77	0,01	24	16	17,0	8	40,7	Aceitável
Ponto 5	mai-07	2,40E+06	7,05	8,20	9,48	0,62	25	24,4	72,0	8,7	33,5	Ruim
Ponto 5	jun-07	2,40E+06	7,05	7,00	10,45	0,54	25	25,8	61,0	8,7	35,0	Ruim
Ponto 5	jul-07	2,40E+06	7,05	7,00	10,45	0,54	25	24,4	61,0	8,7	35,0	Ruim
Ponto 5	ago-07	4,00E+06	7,25	4,00	9,17	1,42	24	16,2	29,0	6,7	33,7	Ruim
Ponto 5	set-07	2,40E+06	7,03	3,00	6,23	0,11	25	6,4	105,0	6,7	39,8	Aceitável
Ponto 5	out-07	2,40E+06	7,05	7,00	10,45	0,5	25	25,3	61,0	6,7	34,2	Ruim
Ponto 6	mai-07	4,30E+05	7,03	3,00	6,30	0,21	25	67,8	97,0	7,8	37,7	Aceitável
Ponto 6	jun-07	4,3E+05	7,03	5,00	7,60	0,25	25	72,8	88,0	6,8	36,1	Aceitável
Ponto 6	jul-07	4,30E+03	7,12	3,00	4,25	0,17	25	23,6	31,0	6,8	39,0	Aceitável
Ponto 6	ago-07	4,30E+03	7,12	3,00	4,25	0,17	25	38,1	31,0	6,8	51,1	Boa
Ponto 6	set-07	2,40E+04	7,24	3,00	12,06	0,10	24	17	37,0	7,2	45,0	Aceitável
Ponto 6	out-07	4,30E+05	7,11	3,00	7,40	0,22	25	68,3	86,0	7,2	36,5	Aceitável
Ponto 7	mai-07	1,50E+05	7,11	3,00	7,40	0,22	25	68,3	86,0	7,6	37,1	Aceitável
Ponto 7	jun-07	2,4E+05	7,11	3,00	8,40	0,27	25	75,3	105,0	8,6	36,5	Aceitável
Ponto 7	jul-07	2,30E+01	6,04	3,00	17,20	0,10	25	7,27	40,0	8,6	59,4	Boa
Ponto 7	ago-07	2,30E+01	6,04	3,00	17,20	0,10	25	36,7	40,0	8,6	60,5	Boa
Ponto 7	set-07	4,30E+04	7,25	3,00	10,34	1,83	24	11	45,0	7,1	40,3	Aceitável
Ponto 7	out-07	1,50E+05	6,92	3,00	3,74	0,10	24	65,3	4,0	7,1	37,3	Aceitável

4.1 Índice de Qualidade da Água – IQA

Com relação a este item, os resultados das análises da qualidade da água estão apresentados por meio do Índice de Qualidade da Água (IQA), realizados para tentar simplificar a interpretação dos valores encontrados das variáveis analisadas. Nas Tabelas 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11, encontram-se os valores calculados do IQA para os sete pontos estudados.

TABELA 5 – Valores calculados do IQA para o ponto 1 no período de Maio a Outubro de 2007

	Ponto 01					
Data da coleta	mai/07	jun/07	jul/07	ago/07	set/05	out/07
IQA	53,1	51,5	38,3	39,9	60,0	37,4
Classificação da qualidade da água	Boa	Boa	Aceitável	Aceitável	Boa	Aceitável

TABELA 6 – Valores calculados do IQA para o ponto 2 no período de Maio a Outubro de 2007

	Ponto 02					
Data da coleta	mai/07	jun/07	jul/07	ago/07	set/05	out/07
IQA	48,9	46,5	38,0	34,8	0,0	39,7
Classificação da qualidade da água	Aceitável	Aceitável	Aceitável	Ruim	Péssima	Aceitável

TABELA 7 – Valores calculados do IQA para o ponto 3 no período de Maio a Outubro de 2007

	Ponto 03					
Data da coleta	mai/07	jun/07	jul/07	ago/07	set/05	out/07
IQA	39,7	39,8	40,1	40,3	47,2	33,5
Classificação da qualidade da água	Aceitável	Aceitável	Aceitável	Aceitável	Aceitável	Ruim

TABELA 8 – Valores calculados do IQA para o ponto 4 no período de Maio a Outubro de 2007

	Ponto 04					
Data da coleta	mai/07	jun/07	jul/07	ago/07	set/05	out/07
IQA	37,9	38,5	0,0	56,3	36,6	40,7
Classificação da qualidade da água	Aceitável	Aceitável	Péssima	Boa	Aceitável	Aceitável

TABELA 9 – Valores calculados do IQA para o ponto 5 no período de Maio a Outubro de 2007

	Ponto 05					
Data da coleta	mai/07	jun/07	jul/07	ago/07	set/05	out/07
IQA	33,5	35,0	35,0	33,7	39,8	34,2
Classificação da qualidade da água	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Aceitável	Ruim

TABELA 10 – Valores calculados do IQA para o ponto 6 no período de Maio a Outubro de 2007

	Ponto 06					
Data da coleta	mai/07	jun/07	jul/07	ago/07	set/05	out/07
IQA	37,7	36,1	39,0	51,1	45,0	36,5
Classificação da qualidade da água	Aceitável	Aceitável	Aceitável	Boa	Aceitável	Aceitável

TABELA 11 – Valores calculados do IQA para o ponto 7 no período de Maio a Outubro de 2007

	Ponto 07					
Data da coleta	mai/07	jun/07	jul/07	ago/07	set/05	out/07
IQA	37,1	36,5	59,4	60,5	40,3	37,30
Classificação da qualidade da água	Aceitável	Aceitável	Boa	Boa	Aceitável	Aceitável

Por meio dos dados das Tabelas 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11, foi elaborado o gráfico mostrado na Figura 23, onde estão representados os valores de IQA calculados para os sete pontos analisados.

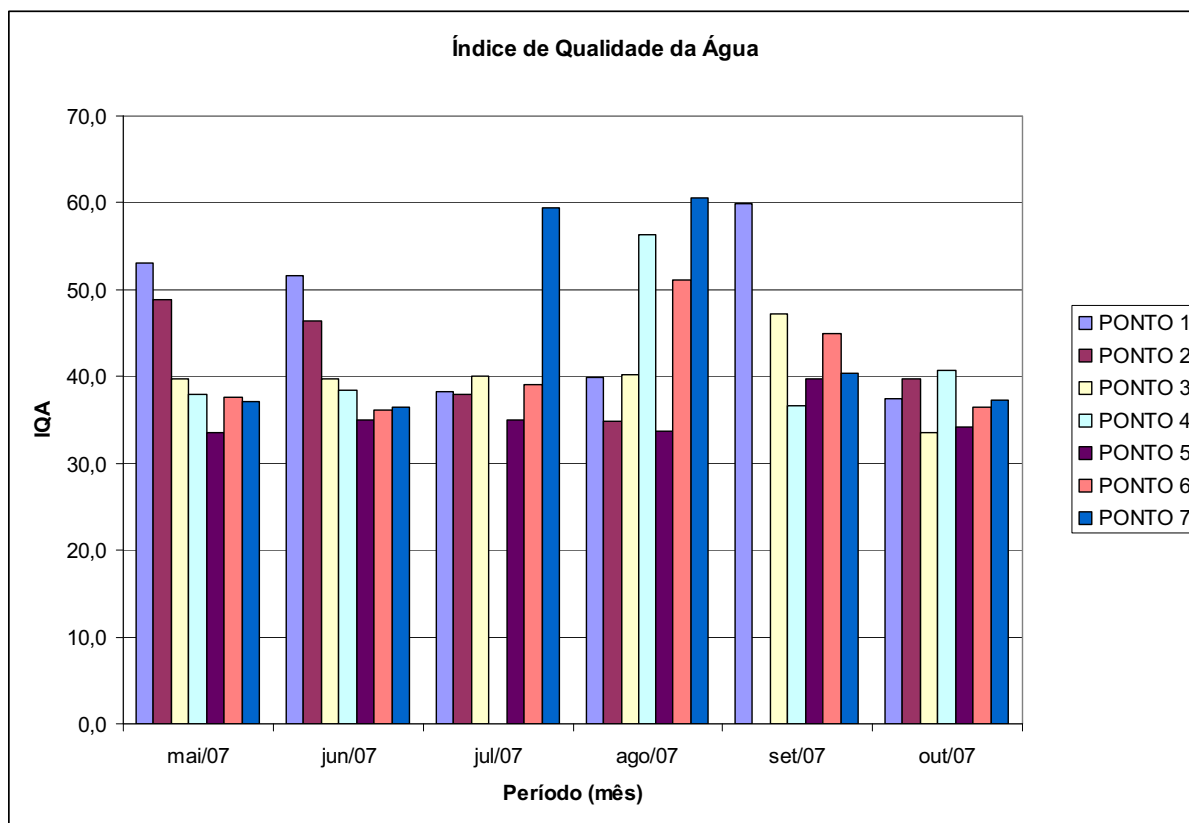


FIGURA 23 – Valores de IQA nos pontos de 1 a 7 no período de Maio a Outubro de 2007

4.2 Mapa de informações do uso e ocupação do solo

Este mapa mostra as informações de uso e ocupação do solo na região da microbacia do Córrego Gavanhery. Ressalta-se que a variação do cultivo (café, amendoim, milho, etc) resume-se atualmente em gado de corte e cana de açúcar. Por meio da Figura 24, podem ser observados os tipos de cultivos da região e a ausência de matar ciliar no percurso do córrego.



Legenda: 1 – Pastagem 2 – Cana de Açúcar 3 – Mata Ciliar

Figura 24 – Foto geral (mosaico) da microbacia do Córrego Gavanhery

Fonte: CATI – Regional – Lins-SP-2000

Com base nas análises laboratoriais, avaliação dos locais, imagens e resultados obtidos, procurou-se fazer uma interpretação dos principais impactos ecológicos e de riscos à saúde pública causados pela região urbanizada à microbacia, devido a sua ocupação. As concentrações dos diversos parâmetros analisados retratam os efeitos dessa poluição na microbacia em estudo. A análise dos dados coletados através das ferramentas disponíveis, demonstrou o estado de conservação/degradação da região estudada.

4.3 Parâmetros analisados nos pontos da microbacia do Córrego Gavanhery

Neste tópico os resultados de todos os parâmetros analisados foram interpretados e discutidos para melhor avaliar as condições ambientais do local com base na determinação da qualidade da água, e, conseqüentemente, da degradação que a microbacia do Córrego Gavanhery vem sofrendo ao longo do tempo, devido à urbanização e às influências rurais.

- Turbidez

Em relação ao limite do CONAMA, verificou-se que todos os pontos analisados atenderam ao padrão de 100,00 uT, mantendo-se abaixo do limite estabelecido pela Resolução. Verifica-se que todos os pontos possuem valores constantes, pois houve neste período estiagem, não ocorrendo chuvas significativas na região da microbacia. Observou-se uma alteração significativa no mês de Agosto de 2007 no ponto 2 (99,3 uT), isto ocorreu provavelmente em virtude de obras da Prefeitura Municipal com movimentações de terra, próximo à nascente do Córrego Lambari.

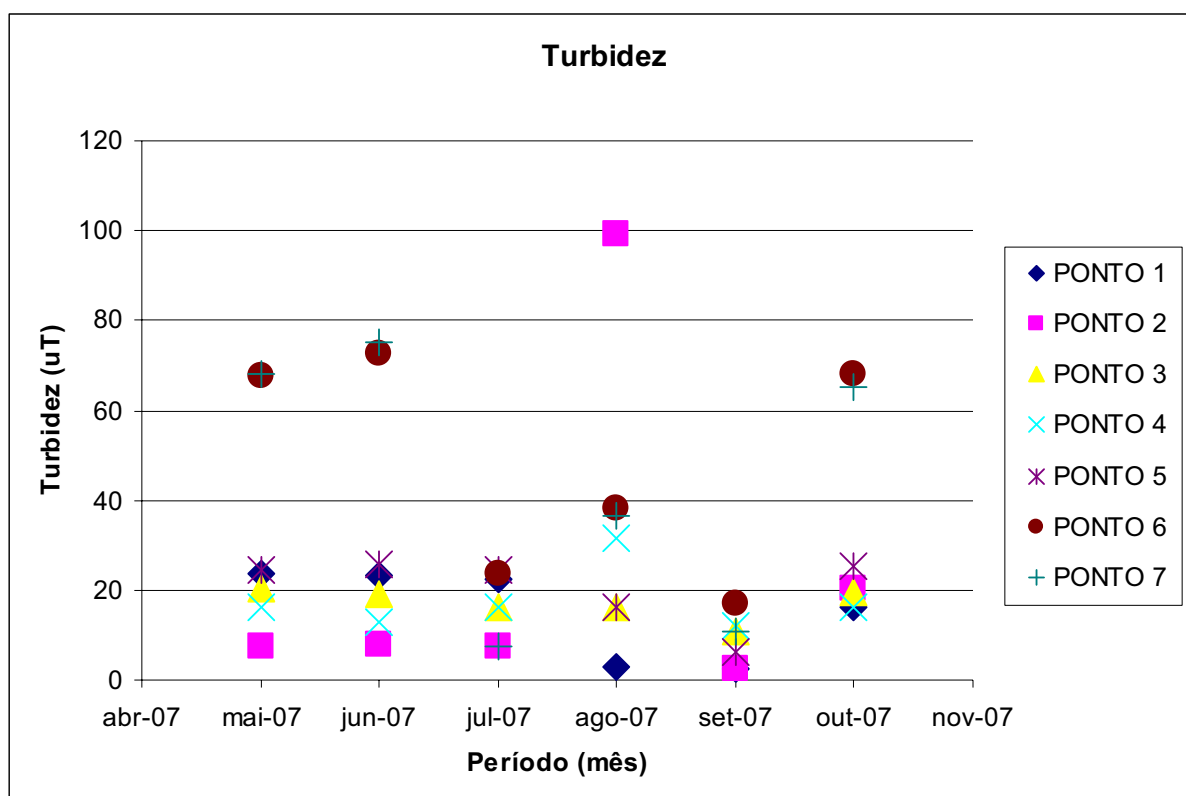


FIGURA 25 – Valores de Turbidez nos pontos de 1 a 7 no período de Maio a Outubro de 2007

- Temperatura da Água

Observa-se pelos resultados obtidos nas análises, que não se obteve variações acentuadas nos pontos durante as estações do ano. Em relação ao limite do CONAMA 357/05 verificou-se que todos os pontos analisados atenderam ao padrão, (máximo de 40° C), variando de 22 °C a 26 °C, portanto abaixo do limite estabelecido pela Resolução.

As temperaturas de todos os pontos tiveram um perfil próximo quanto aos valores, e nenhum ponto obteve índices fora da Resolução CONAMA. Por se tratar de uma região quente os valores não ajudaram muito no cálculo do IQA, pois quanto menor a temperatura da água melhor será o parâmetro “qi” contido nos cálculos do IQA.

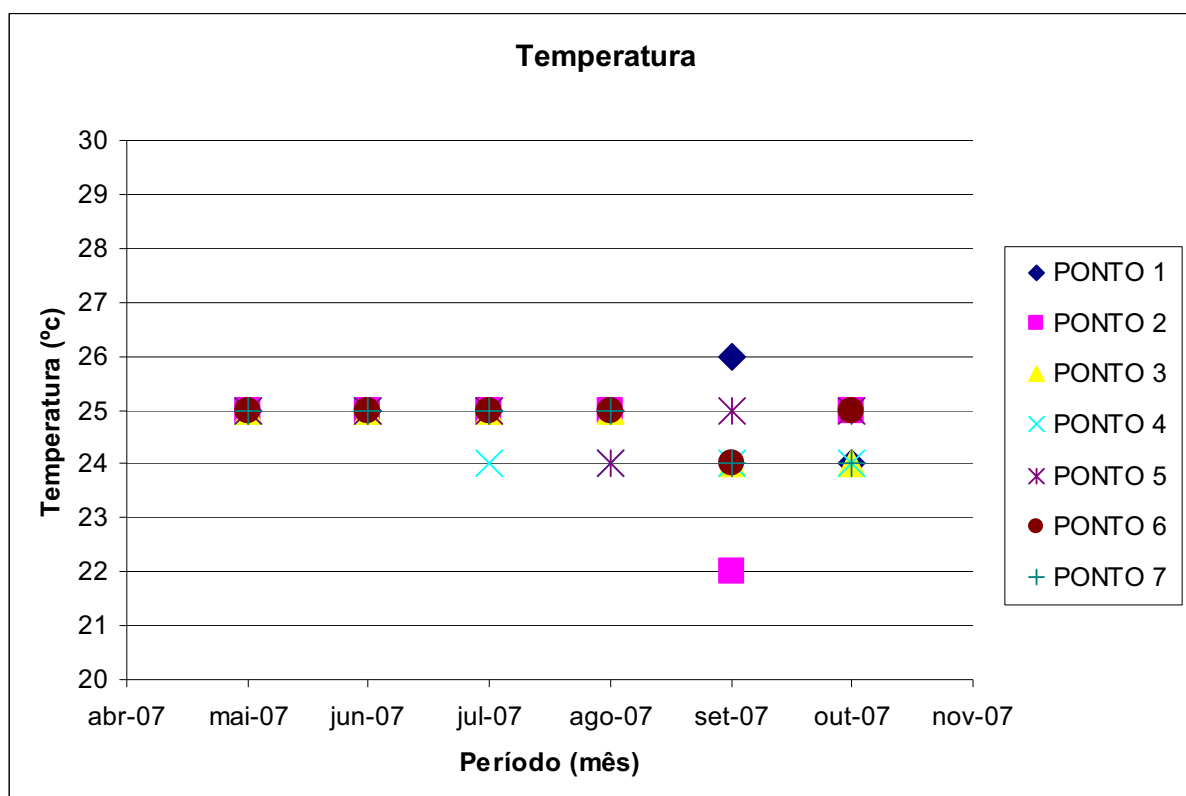


FIGURA 26 – Valores da Temperatura nos pontos de 1 a 7 no período de Maio a Outubro de 2007

- Potencial Hidrogeniônico – pH

Verificando-se o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, constatou-se que todos os pontos analisados estão em conformidade com os limites estabelecidos, que estão entre 6 e 9. Um valor de pH afastado da neutralidade (entre 7,0 e 7,5) pode afetar a vida aquática (ex.: peixes) e microorganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos (SPERLING, 1996).

Somente no ponto 2 em Setembro de 2007 e no ponto 3 em Outubro de 2007, os valores ficaram abaixo deste limite com 5,80 e 5,56 respectivamente. Talvez pelo fato de estar ocorrendo algum tipo de decomposição de matéria orgânica, ou seja, fermentação de lixo doméstico enterrado, assim contribuindo para esses valores baixos.

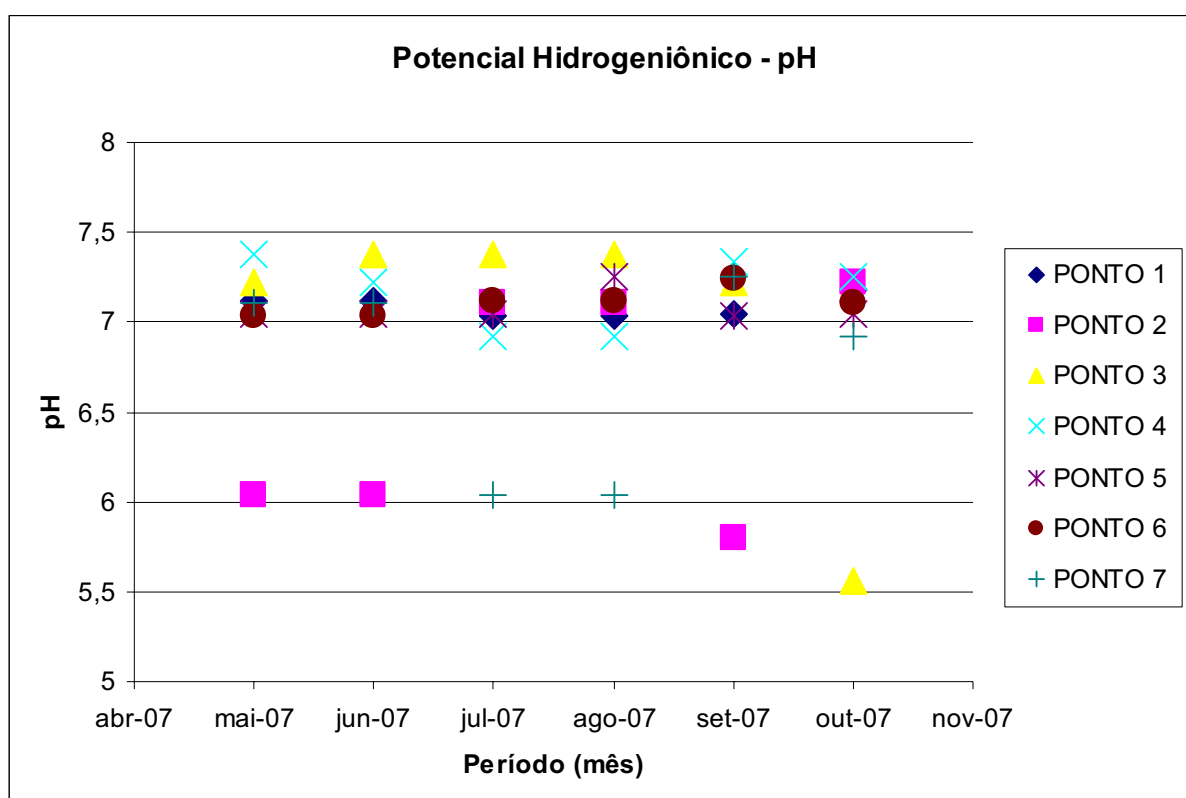


FIGURA 27 – Valores de pH nos pontos de 1 a 7 no período de Maio a Outubro de 2007

- Sólidos Totais

Verificando-se o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 que é de 500 mg/L para Rios de classe II, observou-se que todos os pontos analisados estão em conformidade com os limites estabelecidos, com valor máximo observado no ponto 3, em Outubro de 2007 (285,5 mg/L).

Pode-se observar também que mesmo para o ponto 5, estando localizado a 15m à jusante do ponto de lançamento da ETE, os resultados foram baixos.

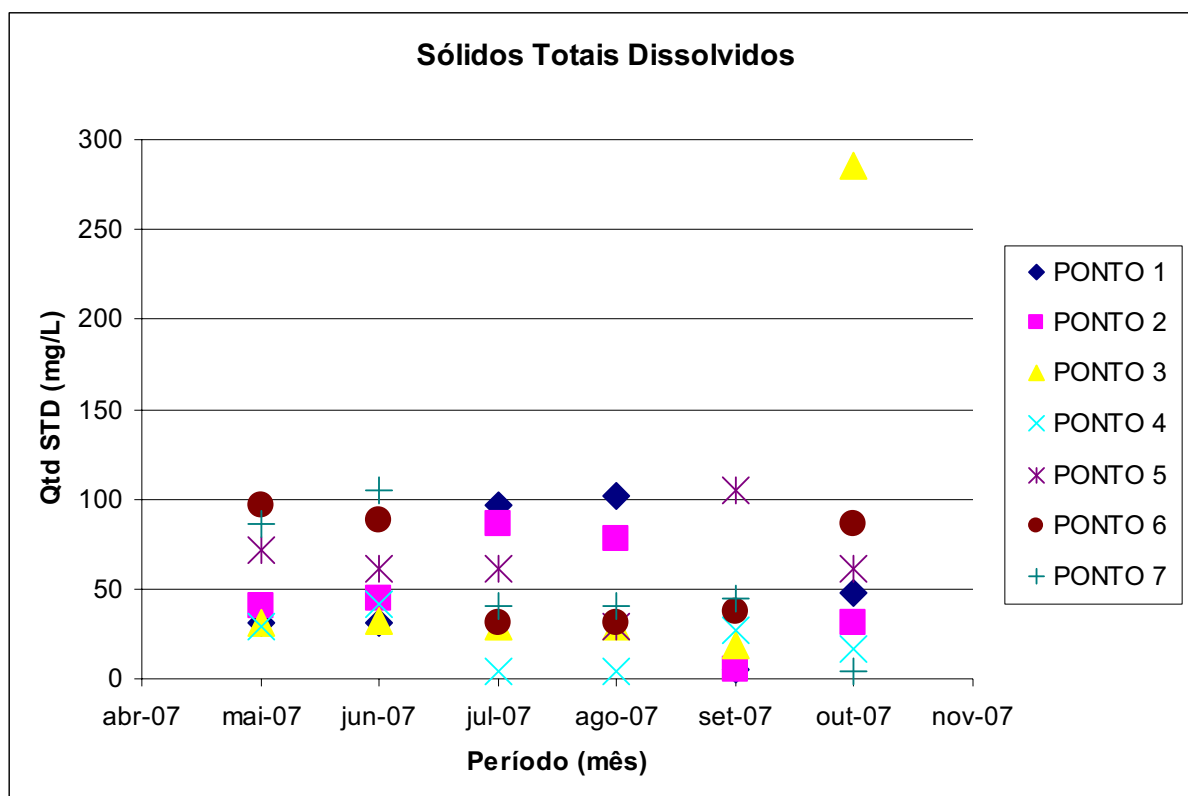


FIGURA 28 – Valores de Sólidos Totais (mg/L) nos pontos de 1 a 7 no período de Maio a Outubro de 2007

- Oxigênio Dissolvido – OD

Analisando-se os pontos, observa-se que todos tiveram valores acima do estabelecido na Resolução CONAMA 357/05, ou seja, não inferior a 5,00 mg/L, com exceção do ponto 2 no mês de Maio de 2007 (3,6 mg/L) que ficou abaixo do estabelecido pela Resolução, talvez pelo fato de estar ocorrendo alguma contribuição de matéria orgânica em decomposição no lençol freático, afetando negativamente a nascente do Córrego Lambari.

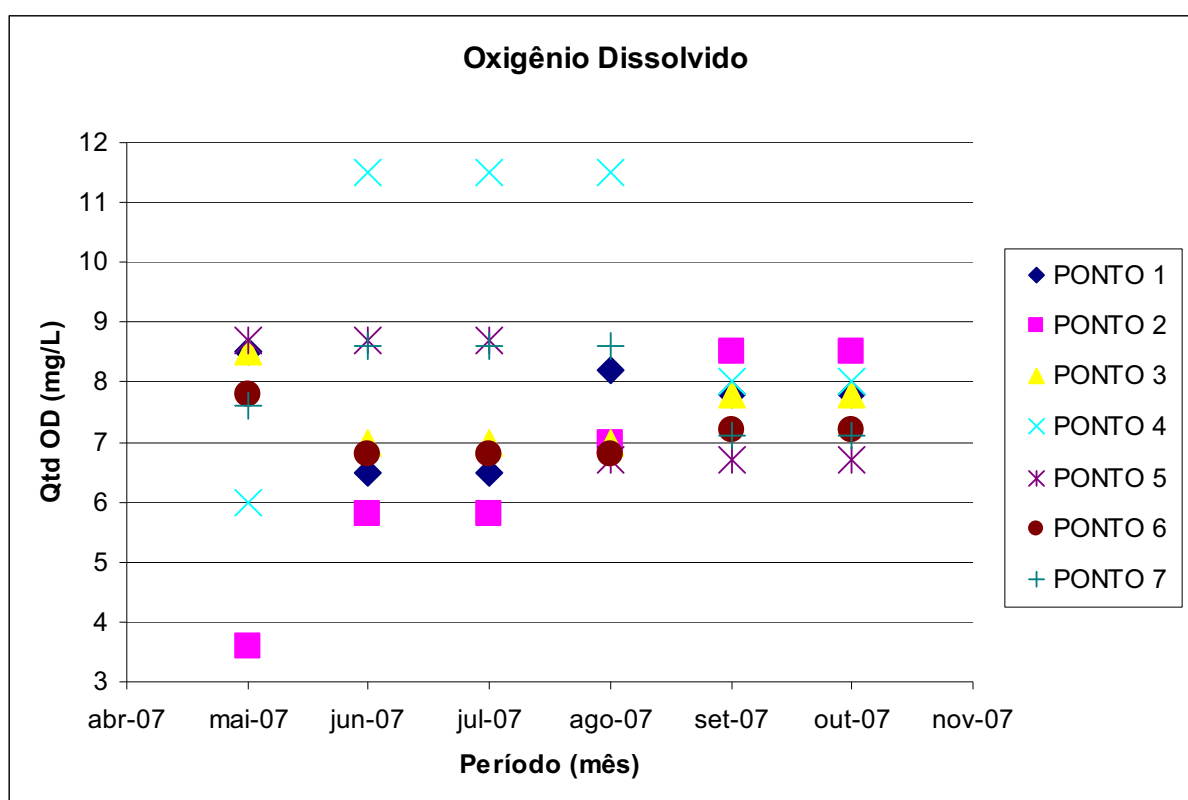


FIGURA 29 – Valores de Oxigênio Dissolvido (mg/L) nos pontos de 1 a 7 no período de Maio a Outubro de 2007

- Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO

Analisando-se os pontos observa-se que, os pontos 1, 2, 3, 4, 6 e 7 estão em conformidade com a Resolução CONAMA 357/05, cujo valor máximo é 5mg/L. Embora existam pontos de esgoto clandestinos na região urbana do município, os resultados analisados de DBO estão dentro dos padrões. Com relação ao ponto 5, os resultados estão em desconformidade com a Resolução, uma vez que o mesmo está localizado à jusante do lançamento da ETE, observou se valor máximo de 8,2 mg/L em Maio de 2007.

Observando os resultados dos pontos 6 e 7 que estão à jusante do ponto 5, percebeu se um processo de autodepuração no percurso do Córrego Gavanhery. Os resultados do ponto 5 que eram elevadíssimos, passaram a ser menores.

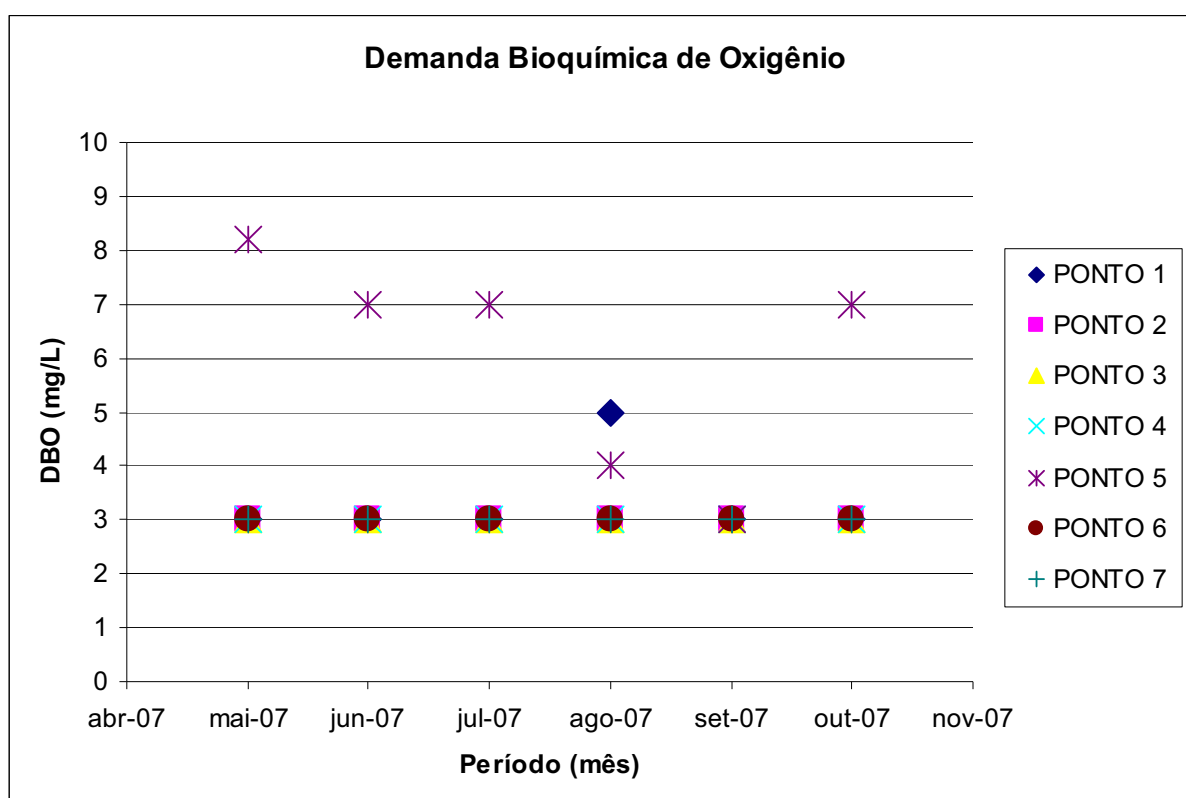


FIGURA 30 – Valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L) nos pontos de 1 a 7 no período de Maio a Outubro de 2007

- Nitrogênio Total

Pela análise dos resultados nota-se que todos os pontos estão em desconformidade com a Resolução CONAMA 357/05, que de acordo com o Art. 10, o limite estabelecido para ambientes lóticos é de no máximo 2,18 mg/L. Os valores observados nos ensaios estão variando de 3,74 a 17,20 mg/L.

Os pontos 1, 4, 5, 6 e 7 estão além do perímetro urbano do município, fazendo parte portanto da zona rural, a qual é composta de pastagem para criação de gado de corte e cultivo de cana de açúcar. O ponto 4, está localizado à jusante do cruzamento dos Córregos Gavanhery e Lambari e bem próximo da região urbanizada, sofrendo influência da zona rural, de esgotos clandestinos e também lixo doméstico que são lançados nas margens do Córrego Gavanhery . O ponto 2 é a nascente do Córrego Lambari e está dentro do perímetro urbano, seus resultados foram altos talvez pelo fato de estar ocorrendo alguma contaminação do lençol freático, através de decomposição de matéria orgânica (lixo doméstico). O ponto 3 está localizado no Córrego Gavanhery, à montante do cruzamento com o Córrego Lambari e sofre influência da zona rural, esgotos clandestinos e lixos domésticos que são lançados nas margens do Córrego Gavanhery. Ressalta-se ainda que o ponto 5 está à jusante do lançamento da ETE. Os pontos 6 e 7 estão bem distantes da região urbana e da ETE. Além de receberem contribuições dos demais pontos, tem a influência da zona rural, como foi descrito acima e composta de pastagem e cultivo de cana de açúcar que contribuem com adubos e fertilizantes que são carregados para o Córrego quando chove, ou através das cinzas provenientes das queimadas da cana que caem no curso d'água e contribuem para o aumento do nitrogênio. O máximo valor observado (17,2 mg/L) ocorreu no ponto 2 em Maio de 2007 e no ponto 7 em Julho de 2007.

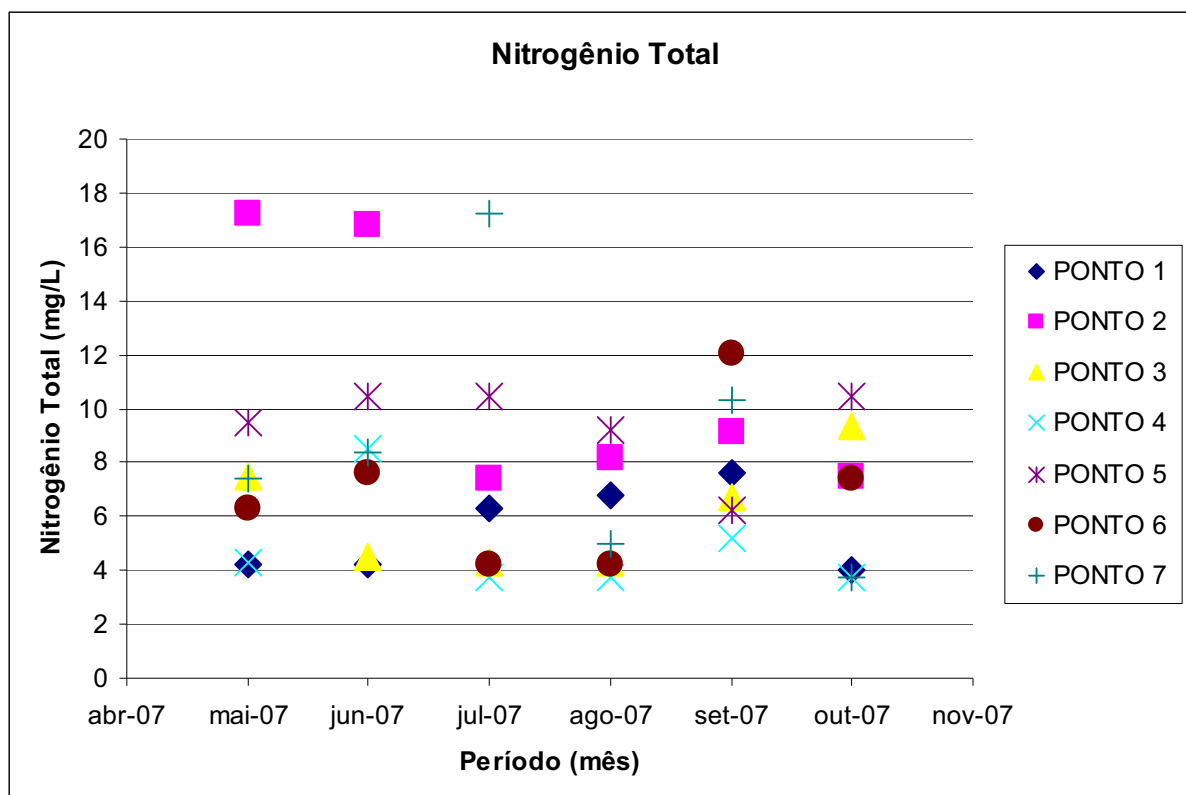


FIGURA 31 – Valores de Nitrogênio Total (mg/L) nos pontos de 1 a 7 no período de Maio a Outubro de 2007

- Fósforo Total

Pela análise dos resultados nota-se que todos os pontos estão em desconformidade com a Resolução CONAMA 357/05 para Rios de classe II, cujo valor máximo é de 0,1 mg/L. Os pontos 1, 4, 5, 6 e 7 estão além do perímetro urbano do município, fazendo parte então da zona rural, a qual é composta de pastagem para criação de gado de corte e cultivo de cana de açúcar. Os pontos 1 e 2 tiveram seus resultados altos talvez pela própria característica antrópica de suas nascentes, ou algum tipo de contaminação do lençol freático, lembrando que, próximo ao ponto 2 existe fossas sépticas e o cemitério municipal está a aproximadamente a uma distância de 500m (quinhentos metros). Os pontos 3 e 4, sofrem influências, de esgotos clandestinos e também lixo doméstico que são lançados nas margens do Córrego Gavanhery, por estarem próximos a região urbanizada e também por uma parte rural. Ressalta-se ainda que o ponto 5 está a jusante do lançamento da ETE. Os pontos 6 e 7 estão bem distantes da região

urbana e da ETE. Além de receberem contribuições dos demais pontos, tem a influência da zona rural e estão localizados dentro de uma propriedade rural com grande quantidade de gado de corte, e as demais propriedades na sua maioria possuem cultivo de cana de açúcar que contribuem com adubos e fertilizantes que são carregados para o Córrego quando chove. O máximo valor observado foi de 1,83 mg/L no ponto 7 em Setembro de 2007.

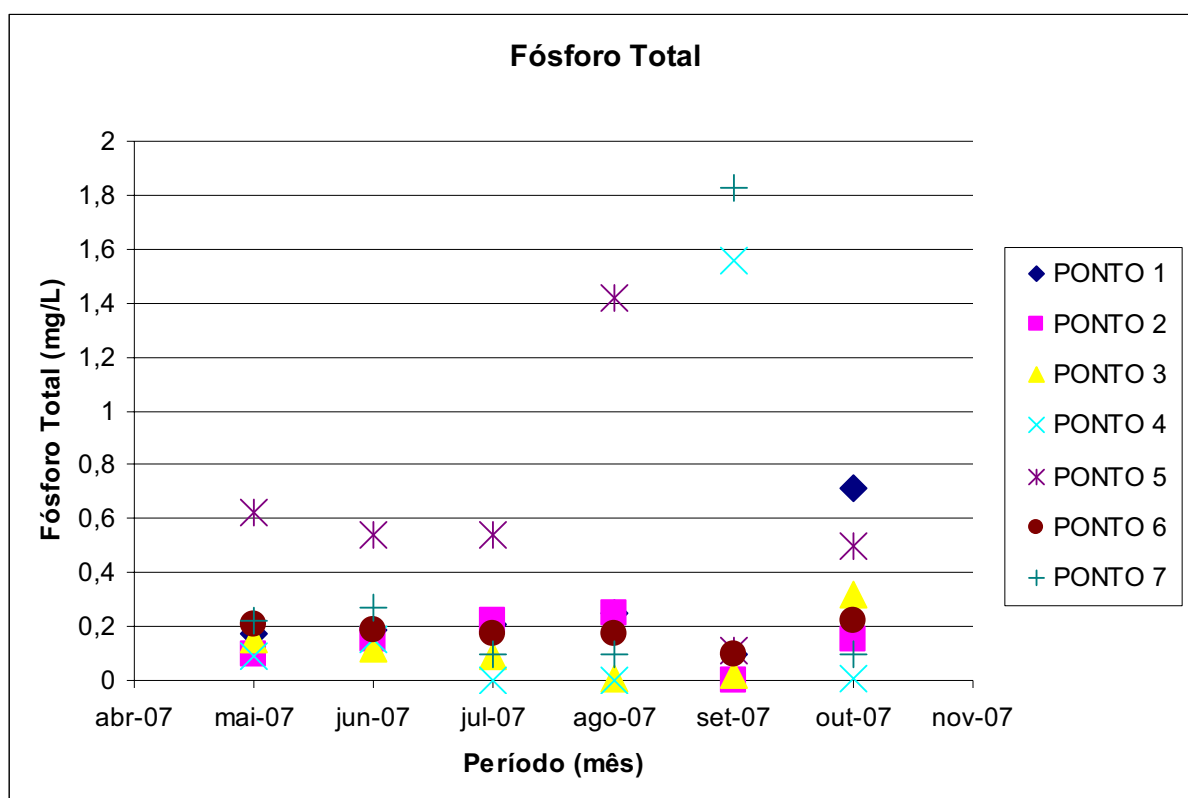


FIGURA 32 – Valores de Fósforo Total (mg/L) nos pontos de 1 a 7 no período de Maio a Outubro de 2007

- Coliformes Fecais

Verificando os resultados observa-se uma variação sazonal. O ponto 01 no mês de Setembro/2007, o ponto 2 nos meses Maio e Setembro/2007 e o ponto 7 nos meses de Julho e Agosto/2007 ficaram dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 que é de $1,0E+03$ NMP/100ml; porém os demais valores ficaram acima do estabelecido pela Resolução, com valor máximo observado de $4,00 E+06$ NMP/100ml no ponto 5 em Agosto de 2007.

Analisando-se os demais meses do ponto 1, seus resultados foram altos, talvez pelas suas características naturais ou ainda contribuição rural, por existir na região gado de corte. O ponto 2 nos demais meses obteve resultados altos, talvez pela característica antrópica de sua nascente ou influência de fossas sépticas existentes em residências localizadas a aproximadamente 80,00 metros da nascente, contaminando o lençol freático. Nos pontos 3 e 4 observa-se claramente a contribuição de esgotos clandestinos. O ponto 5 como já foi citado está a jusante da ETE. Os pontos 6 e 7, embora estejam afastados da ETE ainda sofrem reflexos da mesma e também da zona rural, pois estes pontos ficam dentro de uma propriedade rural que possui grande quantidade de gado de corte, enquanto que o restante das outras propriedades possuem cultivo de cana de açúcar.

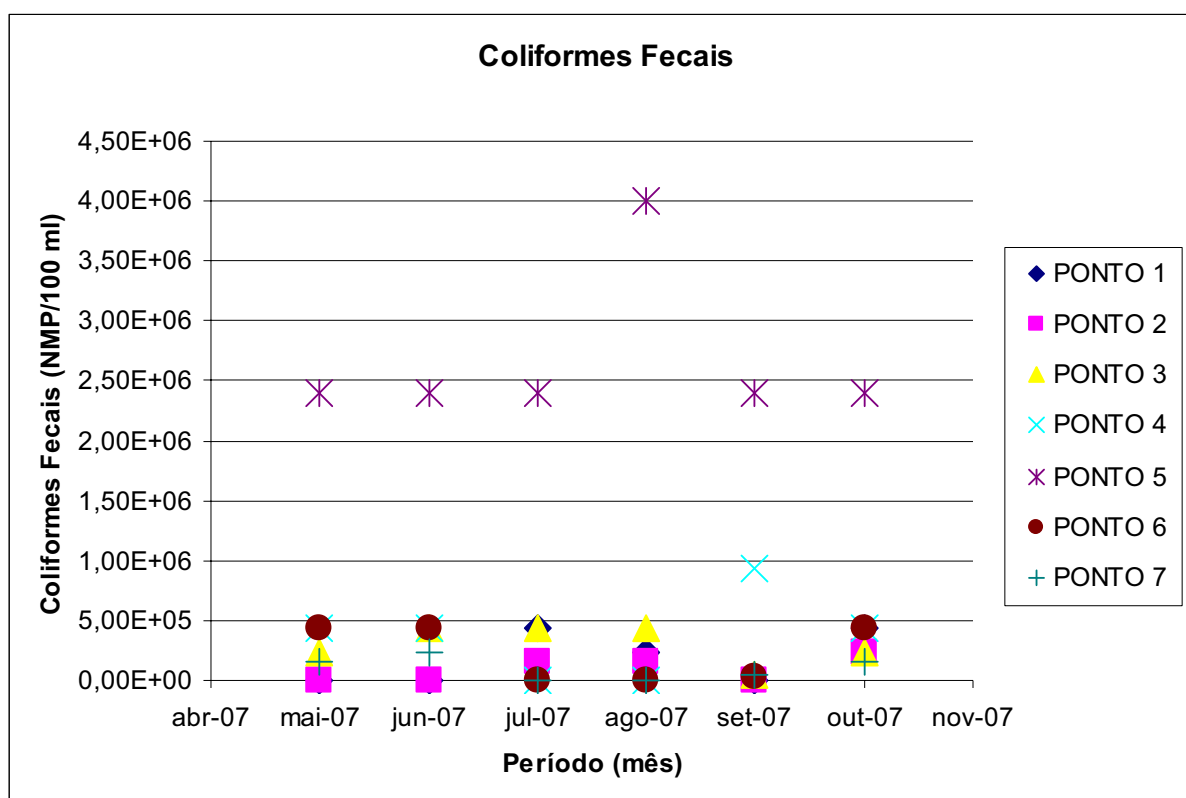


FIGURA 33 – Valores de Coliformes Fecais (NMP/100 ml) nos pontos de 1 a 7 no período de Maio a Outubro de 2007

4.4 Índice de Qualidade da Água – IQA

Com base nos resultados dos parâmetros definidos no estudo da microbacia do Córrego Gavanhery, foi possível constatar a sua deterioração em praticamente todo

o percurso, com pontos mais degradados onde a influência antrópica é mais acentuada.

Analisando-se a Figura 23 da página 56, verifica-se que o ponto 1 é o que apresenta a melhor qualidade de água dentre os pontos, sendo classificada na média (46,7) com qualidade “Aceitável”. Esperava-se uma qualidade no mínimo “Boa” por se tratar de uma nascente e estar localizada antes da região urbanizada, porém acredita-se que a influência rural ou a sua própria característica natural determinou essa qualidade de “Aceitável”.

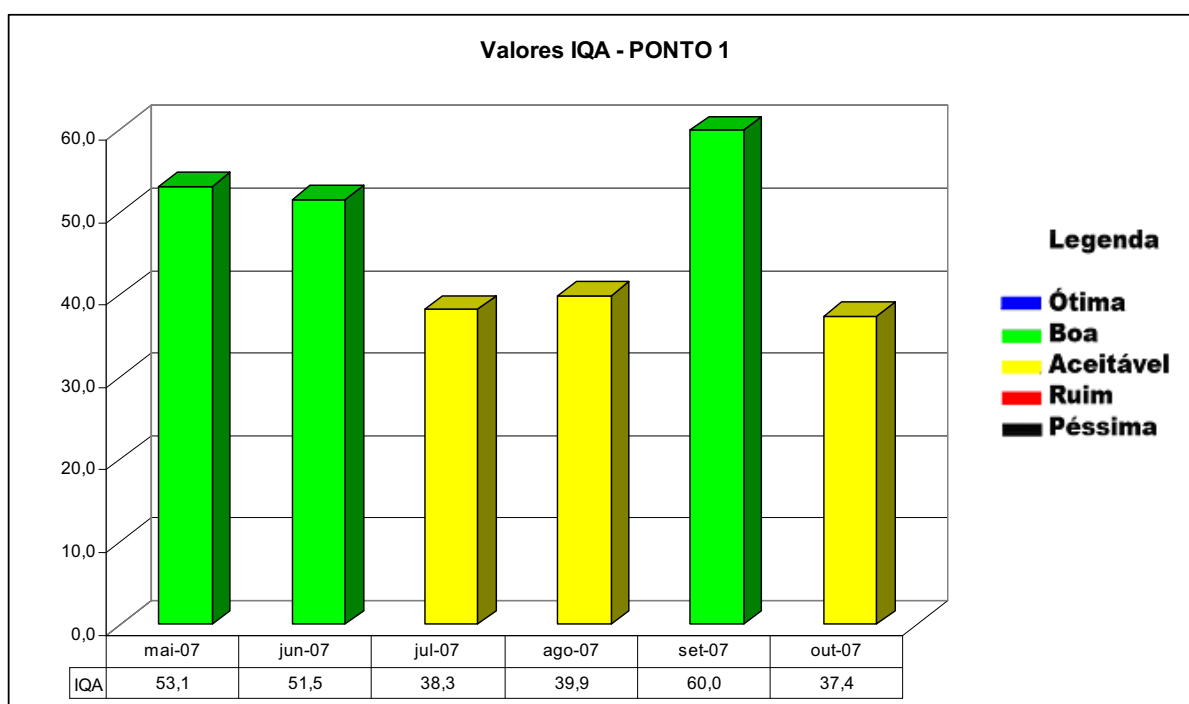


FIGURA 34 – Valores de IQA calculados para o ponto 1 no período de Maio a Outubro de 2007

O ponto 2, teve qualidade de água com classificação média (34,7) “Ruim”, pois neste local já houve influência da área urbana, como foi citado anteriormente, talvez pela influência de fossas sépticas próximas à nascente ou pelas obras realizadas em Agosto de 2007, também próximas à nascente; observa-se que os meses de Agosto e Setembro apresentaram os dois piores resultados, influenciando negativamente a média.

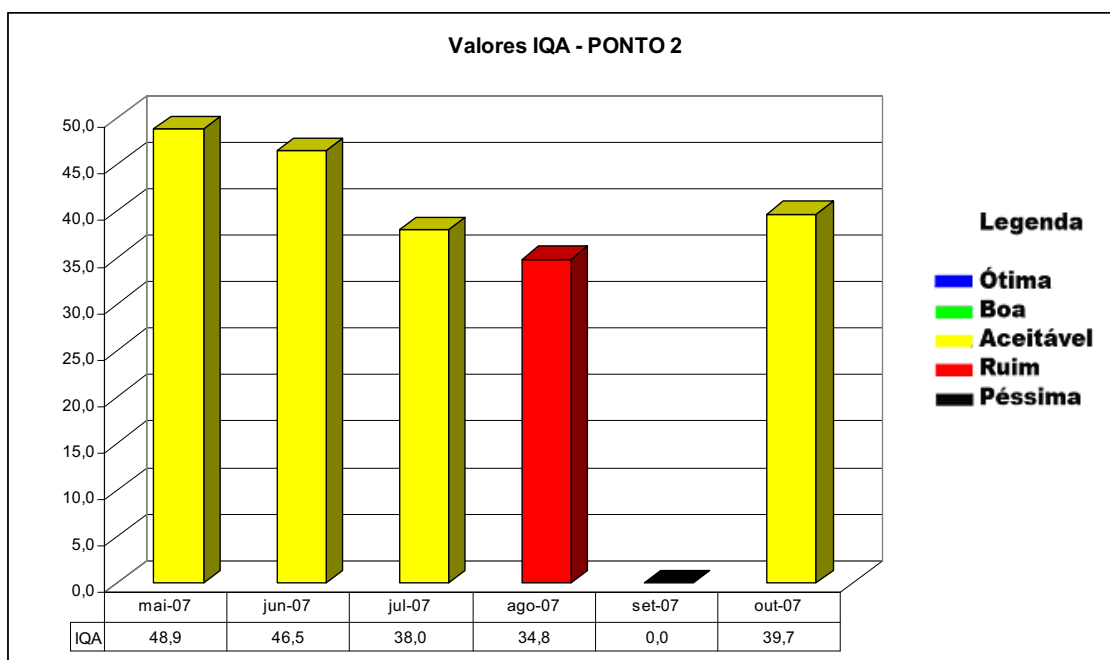


FIGURA 35 – Valores de IQA calculados para o ponto 2 no período de Maio a Outubro de 2007

O ponto 3, teve qualidade de água com classificação média (40,1) “Aceitável”, embora tenha contribuição clandestina de esgoto doméstico, lançamento de resíduos sólidos em sua margem, influência da zona rural e pouca mata ciliar, resultado que pode ser considerado como surpreendente.

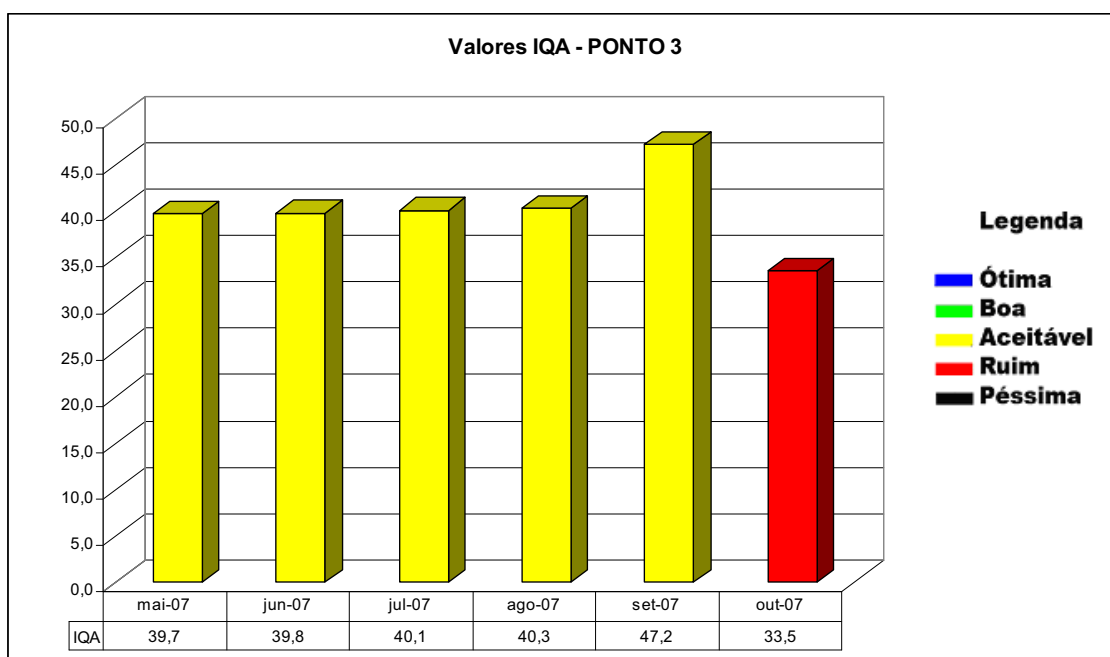


FIGURA 36 – Valores de IQA calculados para o ponto 3 no período de Maio a Outubro de 2007

O ponto 4 por sua vez, que está localizado à jusante do cruzamento dos Córregos Gavanhery e Lambari, teve qualidade de água com classificação média (35,0) “Ruim”, pois esse ponto recebe toda carga poluidora dos dois Córregos. Apesar dos pontos 3 e 4 estarem próximos os resultados da qualidade da água foram bem diferentes. O ponto 4 está além do perímetro urbano, porém sofre grandes influências da área urbana, em suas proximidades não existe mata ciliar e o assoreamento é enorme. Pode se observar que o ponto 4 é o resultado da soma das contribuições do córrego Gavanhery e do córrego Lambari.

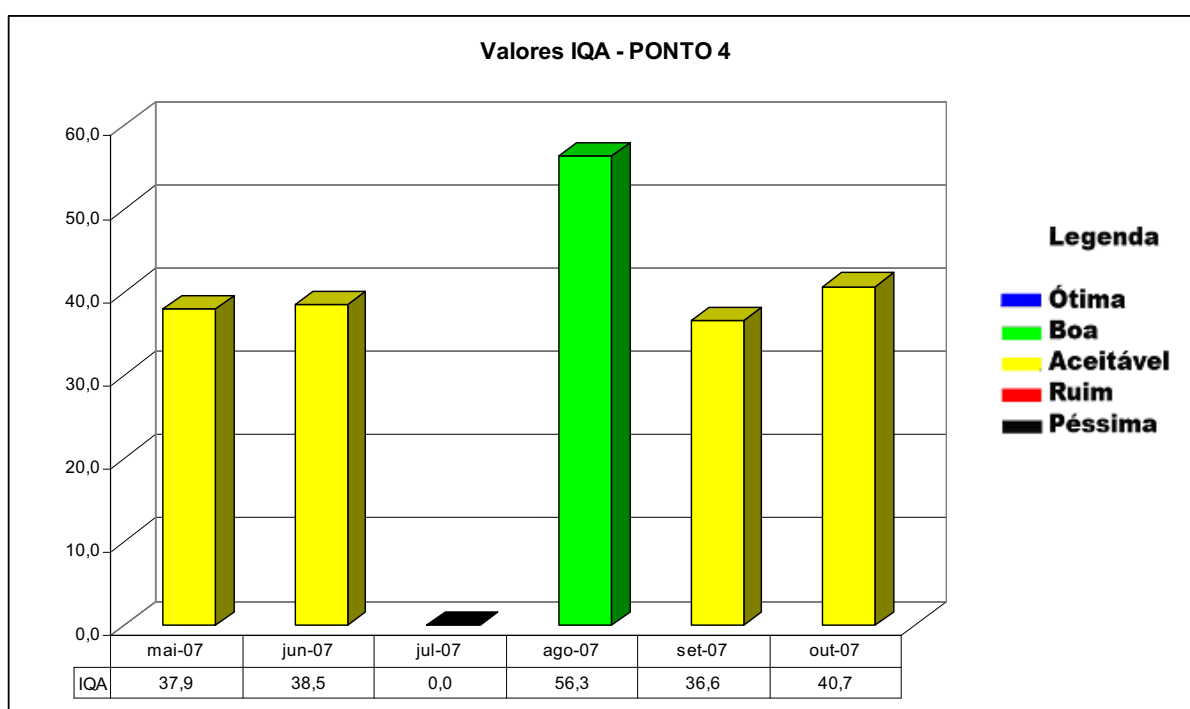


FIGURA 37 – Valores de IQA calculados para o ponto 4 no período de Maio a Outubro de 2007

O ponto 5 está localizado a 15,00 metros do lançamento da ETE, e obteve qualidade de água com a classificação (35,2) “Ruim”. Este ponto está localizado depois da área urbanizada e possui influência além da ETE a da zona rural. Pode-se observar que mesmo a ETE atendendo aos padrões de lançamento de efluentes domésticos em córrego de classe 2, a mesma influencia negativamente na qualidade da água.

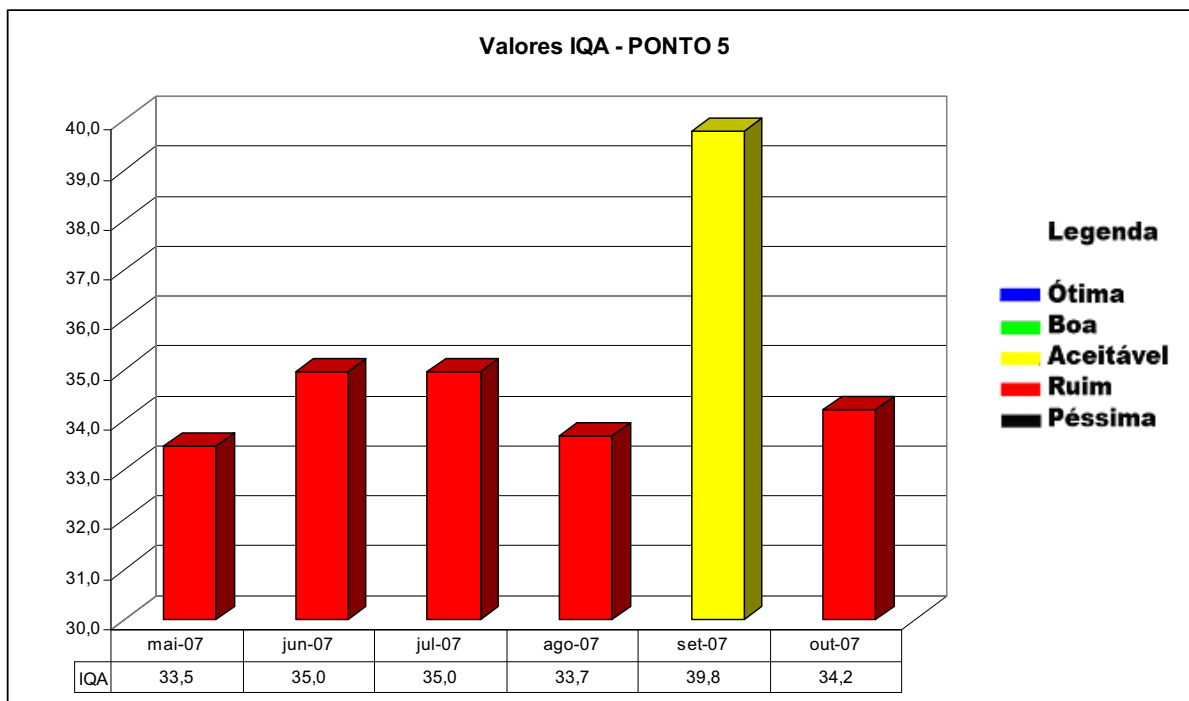


FIGURA 38 – Valores de IQA calculados para o ponto 5 no período de Maio a Outubro de 2007

O ponto 6 teve qualidade de água, com classificação média (40,9) “Aceitável”, sofrendo influência principalmente rural, com o cultivo de cana de açúcar e gado de corte. Embora o escopo desse trabalho não seja o de análise de autodepuração, percebe-se que houve uma melhora da qualidade da água entre os pontos 4 e 5 até o ponto 6.

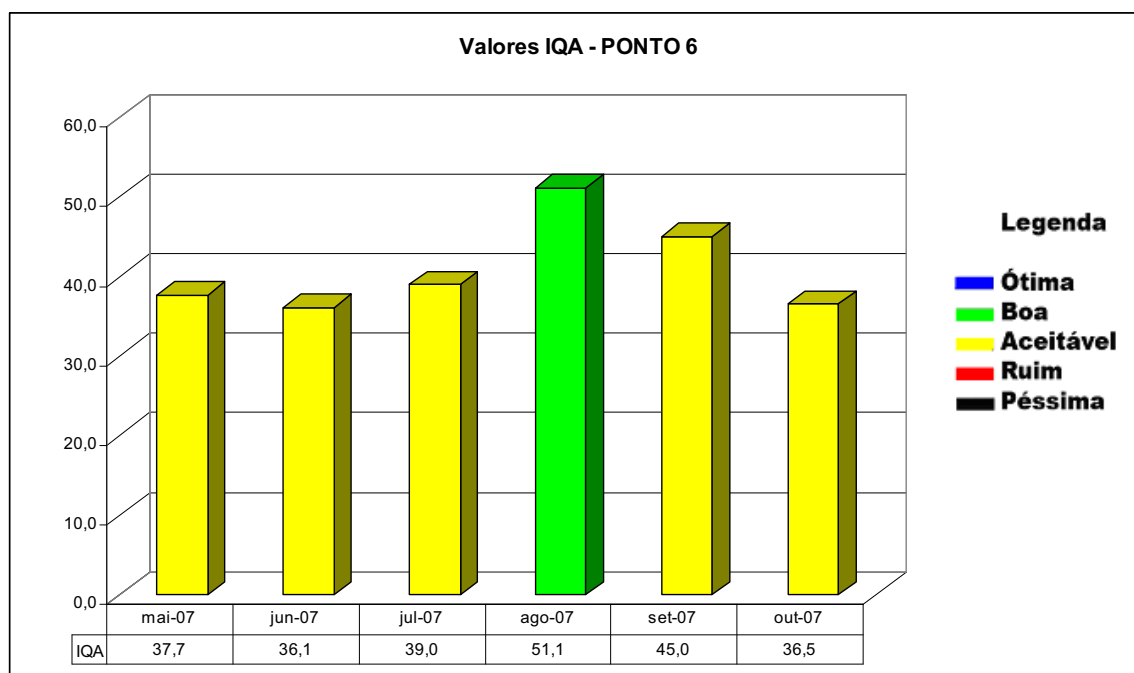


FIGURA 39 – Valores de IQA calculados para o ponto 6 no período de Maio a Outubro de 2007

O ponto 7, por ser o exutório da microbacia, sofre a influência direta de atividades antrópicas próximas aos pontos anteriores, que são afetados por descargas orgânicas ou inorgânicas. A qualidade de água, para esse ponto obteve classificação média (45,1) "Aceitável". Percebe-se então que a qualidade da água do ponto 6 (IQA=40,9) para o ponto 7 (IQA=45,1) teve um aumento considerável. Ressalta-se ainda que o ponto 7 tem grande influência rural com a criação de gado de corte, porém possui uma grande área de mata ciliar em suas proximidades.

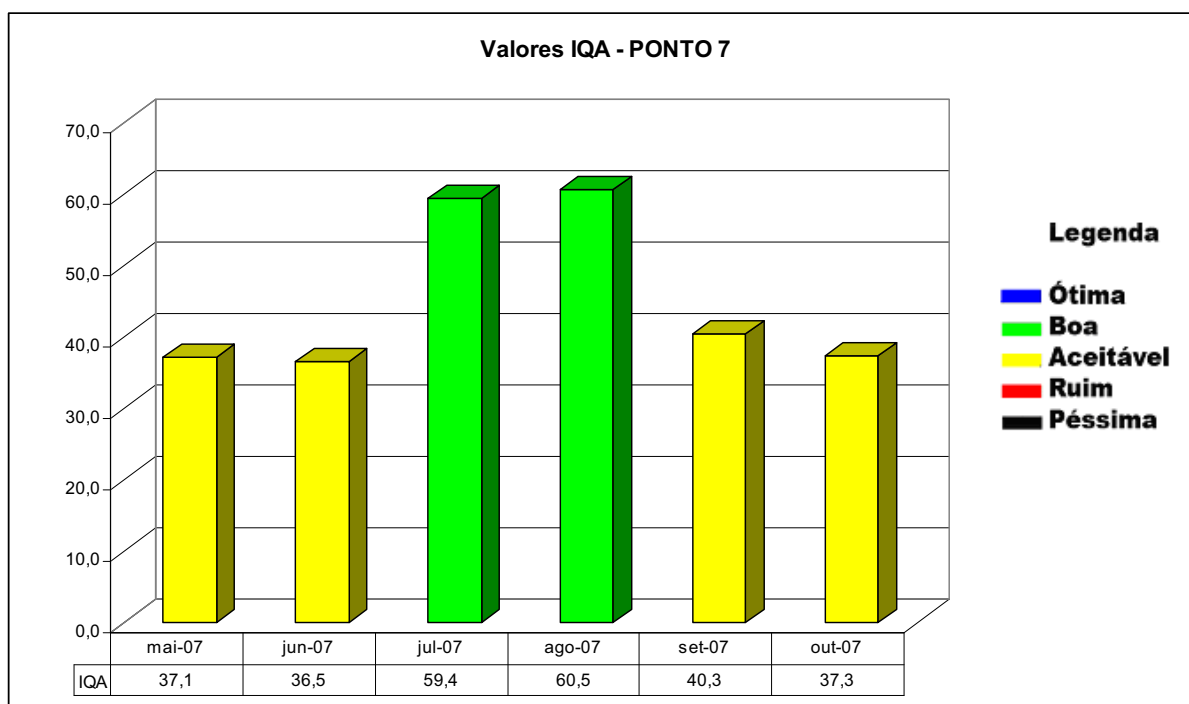


FIGURA 40 – Valores de IQA calculados para o ponto 7 no período de Maio a Outubro de 2007

Apesar das coletas terem sido realizadas em períodos que não houve chuvas, sabe-se que nos períodos de grandes precipitações a tendência dos valores na classificação da qualidade da água é de piorar consideravelmente, conforme observado por Cuelbas (2007), na determinação do IQA para o Córrego Campestre na cidade de Lins – SP, constatou que o IQA altera-se negativamente na época de chuvas, com o aumento nas concentrações de alguns parâmetros como, por exemplo, Turbidez, Fósforo e Sólidos Totais.

A má qualidade da água em alguns pontos pode ser resultado da falta de mata ciliar, pois a urbanização clandestina (área de risco) ocupa parte das margens do Córrego Gavanhery, contribuindo com esgoto clandestino e lixo doméstico que são lançados nas suas margens. Outro problema é a má conservação do solo ao longo dos córregos analisados, pois quando há chuvas, as substâncias como, fertilizantes, agrotóxicos entre outras, são levadas pelas enxurradas até os córregos, após ter passado pelo solo ou pelos setores de captação da região urbanizada. Conseqüentemente essas substâncias influenciaram na qualidade da água dos pontos analisados. Assim, o IQA, no período de chuva, mostra-se mais baixo que no período de seca.

5 CONCLUSÕES

Com a proposta de diagnosticar a influência de atividades antrópicas na qualidade da água do Córrego Gavanhery com base na análise das condições físicas, químicas e bacteriológicas da água, informações do IQA, e observações de atividades antrópicas, obteve-se resultados que demonstram a atual situação do Córrego Gavanhery. O ponto 1, que é a sua nascente poderia ter qualidade de água “Boa” ou “Ótima”, porém observa-se que não existe mata ciliar no seu entorno o mesmo acontecendo com o ponto 2, que está dentro da área urbanizada e poderia ser melhor preservada.

Os índices encontrados nos valores do IQA da região devem-se ao processo de contaminação, resultado dos esgotos clandestinos que são lançados diretamente no corpo d’água (fontes pontuais) da bacia sem tratamento, e da falta de práticas de conservação do solo (fontes difusas).

É de grande importância salientar que a qualidade da água não é demonstrada apenas por suas características físico-químicas e bacteriológicas, mas pela qualidade de todo o sistema que envolve esse recurso hídrico, como a saúde e o funcionamento equilibrado dos seus ecossistemas.

Todo processo de contaminação é resultado dos esgotos clandestinos que são lançados diretamente em corpos d’água, sem coleta para tratamento adequado, falta de práticas de conservação do solo e ausência de matas ciliares, tanto no entorno da nascente como ao longo do Córrego Gavanhery. Com isto os recursos hídricos estão ficando cada vez mais poluídos, prejudicando as populações futuras. Desta forma, espera-se que os resultados obtidos neste trabalho, possam ter contribuído com importantes informações que possam fornecer subsídios para o desenvolvimento de novos projetos que visem um melhor conhecimento e a preservação de forma sustentável desta microbacia e dos recursos naturais desta região.

6 SUGESTÕES

Sugere se as seguintes medidas:

- 1 – Que a Prefeitura Municipal retire imediatamente essas famílias que moram em área de risco, doando ou vendendo lotes em locais regularizados e que possua infraestrutura, para que todo o esgoto gerado seja coletado adequadamente;
- 2 – Seja feito uma divulgação, via rádio ou escrita, conscientizando a população com relação ao lixo que é lançado nas margens do Córrego Gavanhery, disponibilizando se for o caso de lixeiras coletivas;
- 3 – Informar aos produtores rurais através de engenheiro agrônomo da casa da agricultura do município sobre o uso adequado do solo, com cursos de curta duração, explicando a importância da conservação do solo e das matas ciliares.
- 4 – A Prefeitura Municipal desenvolver um projeto de recuperação de áreas degradadas, e submeter ao governo do estado a fim de obter recursos financeiros para o reflorestamento das margens do Córrego Gavanhery e desassoreamento do mesmo.

7 BIBLIOGRAFIA

AB`SABER, A. N. O Suporte geoecológico das florestas beiradeiras (Ciliares). In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 2000. p.15-34.

AISSE, M.M. **Sistemas econômicos de tratamento de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2000, p. 28-29.

AMORIM, D. A. **Levantamento de áreas degradadas da bacia do Alto do Rio Jacaré-Guaçu**: propostas para recuperação. 1997, 121 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo ESC/CRHEA, Universidade de São Paulo.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. AWWA – América Water Works Association, WPCF – Water Pollution Control Federation. **Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19.ed. Washington, DC, USA: APHA, 1995.

BASSO, E. M. **Monitoramento e avaliação da qualidade da água de duas represas e uma lagoa no município de Ilha Solteira-SP**. 2006. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

BATALHA, B. L.; PARLATORE, A. C. **Controle da qualidade da água para o consumo humano**: Bases conceituais e operacionais. São Paulo: CETESB, 1977. 198p.

BATISTA, D. A. G. **Avaliação da qualidade da água de nascentes (bicas) em Piracicaba (SP), quanto à presença de indicadores de contaminação fecal**. 1996. 74 f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

BRANCO, S.M. A água e o homem. In PORTO, R.L.L.; BRANCO, S.M.; CLEARY, R.W.; COIMBRA, R.M.; EIGER, S.; LUCA, S.J. de; NOGUEIRA, V. De P.Q.; PORTO, M.F. A. **Hidrologia ambiental**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1991. v.3, 414p.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 2.ed. São Paulo: Editora CETESB, 1983.

BRANCO, S. M. **Poluição, proteção e usos múltiplos de represas**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. 185p.

BRANCO, S.M.; ROCHA, A.A. Noção de ecossistema. Poluição das águas: compostos resistentes a biodegradação. In: BRANCO, S.M. (Ed.). **Ecologia aplicada**. São Carlos: CETESB/ABES/BNH, 1976. p. AB15/AB-25.

BUSTOS, M. R. L. **A educação ambiental sob a ótica da gestão de recursos hídricos**. 2003. 186 f. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

CAIADO, M.A.C. et al. Desenvolvimento regional e qualidade das águas da Bacia do Rio Santa Maria da Vitória. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13, 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABRH, 1999.

CALIJURI, M. C.; OLIVEIRA, R. Manejo da qualidade da água: uma abordagem metodológica. In: CASTRO, R. et. al. **Desenvolvimento sustentado**: problemas e estratégias. São Carlos: EESC–USP, 2000. v.1, cap.1, p. 39-58.

CAMPOS, J.R. O saneamento básico no Brasil. In: CASTELLANO, E.G.; F.H. CHAUDRY (Eds.). **Desenvolvimento sustentável**: problemas e estratégias. São Carlos: EESC-USP, 2000. p.7-25.

CARVALHO, N.O.; FILIZOLA JUNIOR, N. P.; SANTOS, P. M. C. ; LIMA, J. E. W. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios**. Brasília: ANEEL / Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000. 132p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB . Ciclo das Águas. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 25 jan. 2005.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL E DEFESA DO MEIO AMBIENTE - CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2001**. São Paulo: CETESB, 2002. 277p. v.1. (Série Relatórios/Secretaria de Estado do Meio Ambiente).

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL E DEFESA DO MEIO AMBIENTE - CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2002**. São Paulo: CETESB, 2003. 264p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL E DEFESA DO MEIO AMBIENTE - CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2003**. São Paulo: CETESB, 2004. 264p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL E DEFESA DO MEIO AMBIENTE - CETESB. **Projeto entre Serras e Águas. Relatório de Qualidade Ambiental – Caderno de Subsídios n. 04**. São Paulo: CETESB, Takano Gráfica e Editora, 1998. 128p.

CUELBAS, L. P. **Monitoramento e avaliação da qualidade da água de uma microbacia hidrográfica no município de Lins-SP**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2007.

CUNHA, S. B. ; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. cap 7, p 337-379.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Síntese do relatório de situação dos recursos hídricos do Estado de São Paulo**. São Paulo: DAEE, 1999. 53p.

DROSTE, R. L. **Theory and practice of water and wastewater treatment**. Washington: Congress Cataloging-in-Publication Data, 1997, p.132-136.

DUMANSKI, J., PIERI, C. Land quality indicators: research plan. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 81, p.155-162, 2000.

FILIPPO, R. D. Impactos ambientais sobre os ecossistemas aquáticos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n.202, p.45-53, 2000.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE – FUNASA. Portaria 1.469 de 29/12/2000. Disponível em: www.funasa.gov.br. Acesso em: 19 nov. 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS - IBGE. **Tabela - População residente, por sexo e situação do domicílio, população residente de**

10 anos ou mais de idade, total, alfabetizada e taxa de alfabetização, segundo os Municípios – 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS – IAC. **Instruções para principais culturas econômicas.** 6.ed. Campinas: IAC, 1998. 396p. (Boletim, 200).

IRRIGAÇÃO & TECNOLOGIA MODERNA. **Sistema plantio direto, um passeio dos rios brasileiros.** Brasília: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 2003. p.52-53.

LEOPOLD, B. L.; CLARKE, E. F.; HANSHAW, B. B.; BALSEY, R. J. **Aprocedure for evaluating environmental impact. geological survey circular.** Washington: Government Printing Office, 1971. p.6-45.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil. In: AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - ANAEL. **O estado das águas no Brasil parte 3: usuários da água no Brasil.** Brasília: ANEEL, 1999.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de Matas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.) **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 2000. p.33-44.

LIMA, E. B. N. R. **Modelagem integrada para gestão da qualidade da água na bacia do Rio Cuiabá.** 2001, 184 f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

MELLO, M.H.A.; PEDRO JUNIOR, M.J.; LOMBARDI NETO, F. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água.** Campinas: CATI, 1994. v.2.

MENDES, C. A. B. ; CIRILO, J. A. **Geoprocessamento em recursos hídricos, princípios, integração e aplicação.** Porto Alegre: ABRH, 2001. 536p.

MEYBECK, M. **River water quality global ranges, time and space variabilities, proposal for some redefinitions.** Verh. Internat. Verein. Limnol. Stuttgart. 1996. 81-96p.

MEYBECK, M.; HELMER R. An introduction to water quality In: CHAPMAN, D. **Water quality assessment.** Cambridge, University Press, 1992. 585p.

MOLINA, P. M. **Diagnóstico da qualidade e disponibilidade de água na microbacia do Córrego Água da Bomba no Município de Regente Feijó.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental.** Rio de Janeiro: ABES, 1997. 280 p.

ODUM, E. P. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

OLIVEIRA, W.E. Qualidade, impurezas e características físicas, químicas e biológicas das águas. Padrões de potabilidade. Controle da qualidade da água. In: OLIVEIRA, W.E. et al. **Técnica de abastecimento e tratamento de água.** 2.ed. São Paulo: CETESB, 1976. p. 29-43.

PITTER, P. Inorganic substances in the water. In: TOLGYESSY, J. (Ed.). **Chemistry and biology of water air and soil: environmental aspects.** Washington: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 1993. p. 66-105.

POLETO, C. **Monitoramento e avaliação da qualidade da água de uma microbacia hidrográfica no município de Ilha Solteira-SP.** 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.

PROSSIGA. Disponível em: <http://www.prossiga.com.br>. Acesso em: 22 abr. 2005.

REFOSCO, J. C. **Ecologia da paisagem e sistema de informações geográficas no estudo da interferência da paisagem na concentração de sólidos totais no reservatório da Usina de Barra Bonita-SP.** 1996, 129 f. (Dissertação de Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996.

RIGHETTO, A. M. **Hidrologia e recursos hídricos.** São Carlos: USP/EESC, 1998. 819p.

ROCHA, J.S.M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1991.

SANTOS FILHO, D.F. **Tecnologia de tratamento de água: água para indústria.** 2.ed. São Paulo: Nobel, 1983.

SANTOS, I. et al. **Hidrometria aplicada**. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001. 372p.

SEWELL, G. H. **Administração e controle da qualidade ambiental**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1978.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: Ed. Universidade, 2001. p.35-51.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1996. 243p.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. 2.ed. São Paulo: Rima, 2003. 248p.

UNIVERSIDADE DA ÁGUA. Disponível em: www.uniagua.org.br. Acesso em: 21 fev. 2007.