UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

DIAGNÓSTICO E MONITORAMENTO AMBIENTAL DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO QUEIMA-PÉ, MT.

CAETANO HENRIQUE GROSSI

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU-SP
Dezembro – 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

DIAGNÓSTICO E MONITORAMENTO AMBIENTAL DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO QUEIMA-PÉ, MT.

CAETANO HENRIQUE GROSSI

Orientadora: Profª. Drª. CÉLIA REGINA LOPES ZIMBACK

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU-SP
Dezembro – 2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO – SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

G878d

Grossi, Caetano Henrique, 1972-
Diagnóstico e monitoramento ambiental da microbacia hidrográfica do Rio Queima-Pé, MT / Caetano Henrique Grossi. - Botucatu : [s.n.], 2006.
xi, 122 f. : gráfs., tabs.

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2006
Orientador: Célia Regina Lopez Zimback
Inclui bibliografia.

1. Sistemas de informação geográfica. 2. Meio ambiente. 3. Água - Qualidade. 4. Bacias hidrográficas. 5. Monitoramento ambiental. I. Zimback, Célia Regina Lopez. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **"DIAGNÓSTICO E MONITORAMENTO AMBIENTAL DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO QUEIMA-PÉ, MT."**

ALUNO: CAETANO HENRIQUE GROSSI

ORIENTADORA: PROFA. DRA. CELIA REGINA LOPES ZIMBACK

Aprovado pela Comissão Examinadora

PROFA. DRA. CELIA REGINA LOPES ZIMBACK

PROF. DR. SERGIO LAZARO DE LIMA

PROF. DR. SERGIO CAMPOS

PROFA. DRA. MARIA DE LOURDES CONTE

DR. EDMILSON RENATO SILVA RUIZ

Data da Realização: 20 de dezembro de 2006.

OFEREÇO

À Deus que me deu saúde, paz e tranqüilidade para poder superar todos os obstáculos e vencer mais este desafio.

Aos meus pais, Renato Grossi e Rute de Lourenço Grossi, que sempre me deram apoio e incentivo em todas as etapas da minha vida.

Aos meus irmãos, José Grossi Neto, Renato Grossi Júnior, Rute Elizabete Grossi, Paulo Sérgio Grossi e Luís Carlos Grossi pelo convívio em família.

Às minhas sobrinhas, Larissa Dias Batagello, Rafaela Cristianini Grossi, Giovana Arrielo Grossi e Sophia Dias Batagello pela alegria e diversão compartilhadas em todos os momentos juntos.

DEDICO

A Evelin Maria Dias Grossi, minha esposa, pelo apoio, incentivo e sobretudo pela paciência e compreensão durante a elaboração deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Câmpus de Botucatu, pela oportunidade da realização do Curso de Pós-Graduação, em especial à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Energia na Agricultura.

À Professora Dr.ª Célia Regina Lopes Zimback pela orientação e acima de tudo pela amizade, confiança e pelo apoio no desenvolvimento dos trabalhos de Mestrado e Doutorado.

Aos Professores Dr.ª Maria de Lourdes Conte, Dr. Sérgio Lázaro de Lima e Dr. Sérgio Campos pelas sugestões apontadas e pela amizade compartilhada.

À Diretoria da Usinas Itamarati S/A, que permitiu com que pudéssemos conciliar as atividades profissionais com o desenvolvimento do presente trabalho.

Ao Setor de Topografia da Usinas Itamarati S/A que nos auxiliou nos trabalhos de campo, em especial aos colegas: Neivanildo Gomes de Souza Conserva, Renivaldo Costa Matias, Geraldo José da Silva, Agmar Machado Vieira, Márcio dos Santos, João Evangelista de Oliveira, Júlio Alves da Silva, Adelvane de Oliveira do Nascimento e José Aparecido Ferreira da Silva.

Ao amigo, o Professor M.Sc. Aramis Marengo Coutinho de Mendonça, Coordenador do Curso de Tecnologia em Construção Naval da Faculdade de Tecnologia de Jaú, SP, que possibilitou a nossa vinda para o Estado de Mato Grosso.

Ao amigo, o Engenheiro Agrônomo Carlos Pedro Alves dos Santos que sempre esteve junto conosco no desenvolvimento deste trabalho.

Ao amigo, o Engenheiro Agrônomo Dr. Rogério Pontes Xavier pelo auxílio no levantamento pedológico da área de estudo.

Ao amigo, o Engenheiro Agrônomo Dr. Edmilson Renato Silva Ruiz, pela amizade de longa data e pelo apoio no desenvolvimento dos trabalhos de Mestrado e Doutorado.

À todos os amigos da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Campus de Botucatu, em especial aos amigos do Grupo de Estudos e Pesquisas Agrárias Georreferenciadas (GEPAG).

À todos os funcionários da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Campus de Botucatu, em especial aos funcionários do Departamento de Recursos Naturais, Setor de Ciência do Solo.

Ao Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) de Tangará da Serra, MT, através de seus Diretores, o Engenheiro Sanitarista Jefferson Luiz Lima da Silva, e o Químico Industrial Carlito Oliveira Santos pelo apoio no monitoramento da qualidade das águas.

À Associação de Plantio Direto no Cerrado (APDC) em especial ao seu Presidente John Landers, a Gerente de Projetos Ervanda Timm, e também ao Engenheiro Agrônomo e Advogado José Airton Fidélis, a Advogada Claudilene Gonçalves Fidélis e a Engenheira Agrônoma Cristina Delicato.

À Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso, através da Superintendência de Recursos Hídricos, a qual nos indicou para compor o quadro do Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Ao Ministério de Meio Ambiente, através da Secretaria Nacional de Recursos Hídricos, a qual nos indicou como Membro Executivo da Comissão Executiva Regional da Bacia do Alto Paraguai, junto ao Plano Nacional de Recursos Hídricos.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS IX
LISTA DE TABELAS XI
1 RESUMO 01
2 SUMMARY 03
3 INTRODUÇÃO 05
4 REVISÃO DE LITERATURA 07
4.1 Bacia hidrográfica 07
4.1.1 Bacia hidrográfica como unidade de planejamento 09
4.1.2 Impactos decorrentes das atividades antrópicas 13
4.2 Sistema de informação geográfica (SIG) 18
4.2.1 Sistema de informação geográfica no monitoramento ambiental de bacias hidrográficas 24
4.3. Legislação ambiental federal 27
4.3.1 Áreas de preservação permanente (APP´s) 27
4.3.2 Classificação dos corpos de água 30
4.4 Legislação ambiental estadual 34
4.4.1 Código ambiental do Estado de Mato Grosso 34
4.4.2 Política estadual de recursos hídricos 35
4.5 Índice de qualidade da água (IQA) 36
5 MATERIAL E MÉTODOS 41
5.1 Descrição geral da área de estudo 41
5.1.1 O Estado de Mato Grosso 41
5.1.2 Localização geográfica 42
5.1.3 População 42
5.1.4 Clima 42
5.1.5 Economia 43
5.1.6 O Município de Tangará da Serra-MT 44
5.1.7 Localização do Município de Tangará da Serra-MT 44

5.1.8 Relevo 44
5.1.9 Hidrografia 45
5.1.10 Composição da flora e fauna 45
5.1.11 Clima 46
5.1.12 População 47
5.1.13 Solos 47
5.1.14 Economia 48
5.1.15 A microbacia hidrográfica do Rio Queima-Pé 48
5.2 Material 51
5.2.1 Material cartográfico 51
5.2.2 Interpretação de imagens de satélite 51
5.2.3 Equipamentos 52
5.2.4 Programas utilizados 53
5.3 Métodos 54
5.3.1 Banco de dados digital 54
5.3.2 Parâmetros de qualidade de águas 55
5.3.3 Índice de qualidade da água (IQA) 59
5.3.3.1 Temperatura 60
5.3.3.2 Oxigênio dissolvido (OD) 61
5.3.3.3 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) 61
5.3.3.4 Potencial hidrogeniônico (pH) 61
5.3.3.5 Turbidez 62
5.3.3.6 Nitrogênio total 62
5.3.3.7 Fosfato total 62
5.3.3.8 Sólidos totais 63
5.3.3.9 Coliformes termotolerantes 63
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO 64
6.1 Banco de dados digital 64
6.2 Monitoramento da qualidade da água 80
6.2.1 Enquadramento dos parâmetros químicos, físicos e biológicos 80
6.2.2 Temperatura da água 81

6.2.3 Oxigênio dissolvido (OD) 82
6.2.4 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) 83
6.2.5 Potencial hidrogeniônico (pH) 84
6.2.6 Turbidez 85
6.2.7 Nitrogênio total 85
6.2.8 Fosfato total 86
6.2.9 Sólidos totais 87
6.2.10 Coliformes termotolerantes 88
6.3 Índice de qualidade da água (IQA) 88
7 CONCLUSÕES 95
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 97
APÊNDICE 1 114
APÊNDICE 2 118

LISTA DE FIGURAS

Página

1. Precipitação pluviométrica no município de Tangará da Serra-MT 47
2. Nascente do Rio Queima-Pé 49
3. Lagoa de captação de água do SAMAE 49
4. Regiões hidrológicas nacionais 50
5. Localização da área de estudo 51
6. Receptor GPS Mobile Mapper CE Pós-Processado 53
7. Receptor GPS Magellan Promark 2 53
8. Amostragem de solos 55
9. Pontos de monitoramento de águas superficiais 56
10. Localização geográfica dos pontos de monitoramento de águas superficiais. 58
11. Curvas de variação da qualidade da água de acordo com o estado ou condição de cada parâmetro 60
12. Mapa altimétrico 65
13. Pontos de controle para o levantamento planialtimétrico 66
14. Rede de drenagem 67
15. Hierarquia fluvial 68
16. Estradas municipais 69
17. Estrada com sulcos em estágio avançado 70
18. Modelo digital de elevação do terreno (MDT) 71
19. A microbacia hidrográfica do Rio Queima-Pé em 3D 72
20. Escoamento superficial 73
21. Assoreamento na nascente e na lagoa de captação do Rio Queima-Pé 73
22. Degradação das áreas de preservação permanente. 74
23. Degradação ocasionada pelo gado 75
24. Criação de animais 75
25. Atividade agrícola exercida na área de estudo 76
26. Áreas de Preservação Permanente (APP´s) 77
27. Mapa de solos 78

28. Uso e ocupação do solo 80
29. Temperatura da água 82
30. Oxigênio dissolvido 83
31. Demanda bioquímica de oxigênio 84
32. Potencial hidrogeniônico 84
33. Turbidez 85
34. Nitrogênio total 86
35. Fosfato total 87
36. Sólidos totais 87
37. Coliformes termotolerantes 88
38. IQA da lagoa de captação de água do SAMAE 90
39. IQA do Córrego Uberabinha 90
40. IQA do Córrego Pedreira 91
41. IQA do Córrego Figueira 91
42. IQA do Córrego Cristalino 91
43. IQA da Ponte do Rio Queima-Pé 92
44. IQA do Córrego Tapera 92
45. IQA da nascente do Rio Queima-Pé 92

LISTA DE TABELAS

Página

1. Composição da flora 45
2. Composição da fauna 46
3. Pontos de monitoramento de águas superficiais 57
4. Peso dos parâmetros no cálculo do IQA 59
5. Uso e ocupação do solo 79
6. Limites máximos admissíveis, segundo a Classe 2 da Resolução CONAMA 357 81
7. Classificação do IQA para abastecimento público 89
8. Determinação do IQA 89
9. Classificação do IQA 90

1 RESUMO

A disponibilidade de água doce na natureza é muito restrita sendo imprescindível sua preservação, controle e utilização racional. A constante destruição das matas ciliares associadas ao aumento no uso de defensivos agrícolas tem colaborado para o aumento do transporte de resíduos químicos e sedimentos para os cursos de água, causando além do seu assoreamento, poluição e contaminação.

As estradas rurais, carreadores, bem como o manejo inadequado de terraços e curvas de nível têm impacto significativo no assoreamento de nascentes e córregos, servindo de caminho para o escoamento superficial ocasionando o início de processos erosivos.

As matas ciliares, representadas pelas Áreas de Preservação Permanente, são protegidas desde a década de sessenta pelo Código Florestal, o qual define as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação como bens de interesse comum a todos os habitantes do País.

Como a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação de políticas públicas de gerenciamento de recursos hídricos, o presente trabalho foi desenvolvido na microbacia hidrográfica do Rio Queima-Pé, única fonte de abastecimento de água do município de Tangará da Serra-MT. A área de estudo compreende 6.110,11 ha com um perímetro de 38 km.

O objetivo do presente trabalho foi a modelagem espacial da área de estudo, com a confecção de mapas temáticos para facilitar a interpretação das informações

ambientais. Em conjunto com a modelagem espacial, também foi realizado o monitoramento ambiental da qualidade das águas superficiais. Esse monitoramento teve como ferramenta, o Índice de Qualidade da Água (IQA).

O IQA é determinado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: Oxigênio dissolvido, Demanda bioquímica de oxigênio, Coliformes termotolerantes, Temperatura, pH, Nitrogênio total, Fosfato total, Sólidos totais e Turbidez.

Os resultados obtidos com o desenvolvimento do presente trabalho, permitiram concluir que: o levantamento dos atributos espaciais da bacia facilitou a tomada de decisão sobre a readequação do manejo da área de estudo; a má conservação de estradas rurais e carreadores, juntamente com a pecuária exercida sem um manejo adequado, foram as principais causas do assoreamento de nascentes e cursos de água; a ausência de matas ciliares nas Áreas de Preservação Permanente favoreceu o escoamento superficial no entorno de nascentes e represas; a degradação das matas ciliares nas margens do Córrego Figueira e o lançamento de esgotos domésticos em seu leito aumentaram a concentração de Coliformes termotolerantes e Sólidos totais, diminuindo a disponibilidade de Oxigênio dissolvido, influenciando dessa forma que o Córrego Figueira apresentasse o pior IQA; os Córregos da Pedreira, Córrego Tapera e a nascente do Rio Queima-Pé apresentaram os melhores IQA´s.

Palavras-chave: Sistema de informação geográfica, índice de qualidade da água, meio ambiente.

DIAGNOSIS AND ENVIRONMENTAL MONITORING OF THE RIVER QUEIMA-PÉ, MT HYDROLOGICAL MICRO-BASIN. Botucatu, 2006. 122p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: CAETANO HENRIQUE GROSSI

Adviser: CÉLIA REGINA LOPEZ ZIMBACK

2 SUMMARY

The availability of fresh water is very restricted in nature; it is therefore mandatory that it be preserved, controlled and used rationally. The constant destruction of the riparian forests in association with the increase in the utilization of pesticides has helped increase the movement of residual chemicals and sediments towards the water courses, thus causing, in addition to its silting, pollution and contamination.

The rural roads and internal roads, as well as the inappropriate handling of terraces and level curves has a significant impact in the silting of water springs and creeks; they serve as a track for the superficial flow, thus initiating the erosion processes.

The riparian forests, represented by the Permanent Preservation Areas are protected by the Forest Cde, which defines the forests existing in the national territory, as well as the other forms of vegetation, as a common interest property of all in habitants in the Brazil.

Since the hydrological basin is the territorial unit for the implementation of public policies for water resources, this work has been developed in the River Queima-Pé hydrological micro-basin, which is the only water supply for the city of Tangará da Serra-MT. The area under study encompasses 15,100 acres, with a perimeter of 23.6 miles.

The purpose of this work is to perform the spatial modeling of the River Queima-Pé hydrological micro-basin, also preparing the theme maps, thus facilitating the interpretation of the environmental information. We have also performed an environmental monitoring of the surface waters. This monitoring used the Water Quality Index, WQI ("IQA" in Portuguese) as a tool. The WQI is determined by calculating the weighted multiplication of

of the water qualities corresponding to the parameters: Dissolved Oxygen, Biochemical Oxygen Demand, Thermotolerant Coliforms, Temperature, pH, Total Nitrogen, Total Solids, and Turbidity.

The findings obtained with the development of the current work allowed us to conclude that: the surveying of the spatial attributes of the basin has helped making the decision regarding revising the study area handling; the bad conservation of rural roads and internal roads, along with the cattle-raising without the appropriate handling were the main causes of the silting of the water springs and the water courses; the absence of riparian forests in the Permanent Preservation Areas has favored the surface flow around water springs and dams; the decay of riparian forests on the River Figueira river banks and the dumping of domestic sewage in it have increased the concentration of Thermotolerant Coliforms and Total Solids, thus reducing the availability of Dissolved Oxygen, which in this way has influenced the fact that the River Figueira has the worst Water Quality Index; the River Pedreira and the River Tapera, and the water spring of the River Queima-Pé have had the best Water Quality Indices.

Keywords: geographic information system, water quality index, environment.

3 INTRODUÇÃO

Um estudo detalhado da microbacia hidrográfica do Rio Queima-Pé é de fundamental importância, pois o Rio Queima-Pé, principal curso de água da referida bacia, é a única fonte de abastecimento de água da cidade de Tangará da Serra-MT.

O crescimento urbano constante e desordenado e a expansão das atividades agropecuárias, principalmente as atividades de pastagem e de monocultura, trouxeram como benefícios alimentos em grandes quantidades, com qualidade superior e com baixos custos de produção. Como conseqüência houve o comprometimento da qualidade e da quantidade das águas.

Esse comprometimento qualitativo e quantitativo dos cursos de água se deve principalmente à destruição de áreas de mata naturais e principalmente, das matas ciliares para a utilização agropecuária. Também o uso intensivo de defensivos e insumos agrícolas, além das práticas conservacionistas inadequadas, tem contribuído para o aumento no transporte de resíduos químicos e sedimentos para os cursos de água.

Esses resíduos e sedimentos podem carrear diversos tipos de nutrientes para os rios causando problemas na fauna e flora aquática. As mudanças físico-químicas, como variações de pH, alto teor de matéria orgânica, dentre outros parâmetros, causam um aumento no valor da Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) reduzindo a concentração de Oxigênio dissolvido na água. Como resultado, ocorre o desaparecimento de peixes e outras formas de vidas aquáticas, além da produção de sabores e odores desagradáveis. A alta

concentração de sólidos nos cursos de água, tem impacto nas estações de tratamento de água, dificultado a filtragem da água, devido à obstrução dos filtros de areia.

Quanto menor a disponibilidade de água maior será a importância do seu monitoramento. Existem legislações ambientais que preconizam a utilização racional dos recursos hídricos, como o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, bem como padrões de lançamento de efluentes e limites de tolerância.

Para uma melhor caracterização físiográfica da bacia, as ferramentas do SIG servem como suporte às tomadas de decisão para um melhor gerenciamento dos recursos hídricos. A utilização de mapas temáticos para o monitoramento do manejo do solo e da água de uma bacia hidrográfica, permite identificar mais claramente os impactos ambientais gerados pelo manejo inadequado.

Informações quantitativas são obtidas à partir do banco de dados digital criado pelo SIG. Porém, para a aquisição de informações qualitativas é necessário que seja realizado o monitoramento ambiental da bacia hidrográfica.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi a confecção de um banco de dados digital utilizando as ferramentas de um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Também foi realizado o monitoramento ambiental, visando a determinação do Índice de Qualidade da Água (IQA) para a rede hidrológica da bacia.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Bacia hidrográfica

Considerada um dos elementos mais abundantes na natureza, a água ocupa aproximadamente 70% da superfície terrestre devendo-se ressaltar que 97% do total seja de água salgada, formando os oceanos e mares, e que 2% formam as geleiras, restando apenas 1% de água doce na forma de rios, lagos e as águas subterrâneas. O Brasil possui 8% de toda a reserva de água doce do mundo. A distribuição de água doce no Brasil se dá de maneira desigual, visto que, 80% da água doce do país estão em áreas da região Amazônica onde se concentra 5% da população e os 20% restantes são destinadas ao abastecimento das demais regiões onde se concentram 95% da população brasileira (DEFFUNE, 1994; ASSIS, 1997). A pequena disponibilidade de água doce no planeta associada ao consumo cada vez maior nos centros urbanos, industriais e agrícolas faz com que as bacias hidrográficas sejam valiosos objetos de estudos para o aproveitamento racional dos recursos hídricos.

Uma bacia hidrográfica é o conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes (GUERRA, 1993) cuja delimitação é dada pelas linhas divisoras de água que demarcam seu contorno.

Segundo Silveira (1993), a bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema físico, onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado, considerando-se como perdas intermediárias os volumes evaporados, transpirados e

também os infiltrados através do escoamento subterrâneo. O papel hidrológico da bacia hidrográfica é o de transformar uma entrada de volume concentrada no tempo (precipitação) em uma única saída de água (escoamento).

Dentre as regiões hidrológicas de importância prática destacam-se as bacias hidrográficas ou bacias de drenagem, devido à simplicidade que oferecem na aplicação do balanço de água. Uma microbacia hidrográfica compreende uma área de formação natural, drenada por um curso de água e seus afluentes, a montante de uma seção transversal considerada, para onde converge a água da microbacia (FREITAS; KER, 1996).

De acordo com Rocha (1997), bacia hidrográfica é a área que drena as águas de chuvas por ravinas, canais e tributários, para um curso principal, com vazão efluente convergindo para uma única saída e desaguando diretamente no mar, em um grande lago ou em outro rio.

Encostas, topos ou cristas e fundos de vales, canais, corpos de água subterrânea, sistemas de drenagem urbanos e áreas irrigadas, entre outras unidades espaciais, estão interligados como componentes de bacia de drenagem. A bacia de drenagem é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma única saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial. O limite de uma bacia de drenagem é conhecido como divisor de drenagem ou divisor de águas. Uma determinada paisagem pode conter um certo número de bacias drenando para um reservatório terminal comum, como os oceanos ou mesmo um lago. A bacia de drenagem pode desenvolver-se em diferentes tamanhos, que variam desde a bacia do rio Amazonas até bacia com poucos metros quadrados que drenam para a cabeça de um pequeno canal erosivo ou, simplesmente, para o eixo de um fundo de vale não-canalizado. Bacias de diferentes tamanhos articulam-se a partir dos divisores de drenagem principais e drenam em direção a um canal, tronco ou coletor principal, constituindo um sistema de drenagem hierarquicamente organizado (NETTO, 1998).

Segundo Christofoletti (1999), a bacia de drenagem compreende um conjunto de unidades estruturais, destacando-se as formas de relevo representadas pelas vertentes e as relacionadas diretamente com os canais fluviais. Em qualquer segmento ao longo de um rio, o uso de procedimentos para a ordenação fornece informações relacionadas com a escala de grandeza e a posição no conjunto da rede. Sob esta perspectiva, uma bacia de

drenagem de grande tamanho engloba diversos conjuntos de bacias fluviais de escalas menores.

Christofoletti (1999) ressaltou que, em geral, costuma-se considerar como pequenas bacias aquelas com área inferior a 100 km^2, como médias as situadas na grandeza entre 100 e 1.000 km^2 e como grandes, as que possuem área maior que 1.000 km^2.

Os resultados obtidos em um plano de manejo de bacia hidrográfica são influenciados pela caracterização espacial da mesma. As bacias hidrográficas menores facilitam o planejamento, devido à ampla participação popular no seu gerenciamento, além da facilidade das soluções técnicas.

4.1.1 Bacia hidrográfica como unidade de planejamento

As atuais tendências apontam para a descentralização dos poderes governamentais, para que possa ser viabilizada a prática do desenvolvimento sustentável e uma exploração racional dos recursos naturais, garantindo assim, a qualidade da vida humana.

A lógica do poder costuma considerar como recurso hídrico a parcela de água que flui visível pelos rios, enche os açudes, produz energia elétrica ou deságua nos lagos e pantanais. Entretanto, as obras de captação dessa águas, em geral custam muito dinheiro, o qual é obtido através de dotações orçamentárias ou empréstimos. Nesta forma de abordagem, as empresas públicas ou estatais de abastecimento parecem não ter preocupação com o custo da água disponível, a eficiência do seu fornecimento, os grandes desperdícios ou a degradação ambiental (REBOUÇAS, 2004).

As novas mudanças de paradigmas no contexto ambiental exigem gestão descentralizada e compartilhada para executar ações inerentes ao uso sustentável dos recursos naturais e realizar medidas administrativas previstas na legislação ambiental. Essas mudanças abordam a administração de unidades de conservação federal, movimentação de recursos da fauna e da flora, gerenciamento de recursos hídricos, programas de conservação do solo, dentre outras atividades relacionadas à gestão de recursos ambientais (BRITO; CÂMARA, 1998). Ainda, segundo os autores, é necessário que se consolide a descentralização estipulada pela Constituição Federal para o meio ambiente, redefina-se as

competências entre estados e municípios e promova-se a participação social nas decisões para solucionar problemas pontuais e regionais.

Os comitês de bacia são de extrema importância em um estado como o Mato Grosso. O estado é provedor de águas, sendo necessário criar mais comitês para ajudar a gerenciar os recursos hídricos (LOTUFO, 2004)[1].

Um comitê de bacia hidrográfica é um órgão colegiado que serve de instrumento para a implantação da política de gerenciamento das águas no Estado, compatível com as diretrizes estabelecidas na Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos. A formação dos comitês possibilita reafirmar os compromissos de gestão em parceria, indispensável ao desenvolvimento sustentável das bacias hidrográficas do estado (PANIZI, 2004)[2].

Hidalgo (1996), tendo como objetivo a apresentação de uma proposta para planejamento e gerenciamento de recursos naturais em escala de bacia hidrográfica, propôs as seguintes etapas: promoção, identificação, elaboração de projetos, execução, avaliação e sustentação. Ainda segundo o autor, estas etapas tem caráter integrador, participativo, educativo, interativo, interinstitucional e interdisciplinar, entre técnicos e agricultores, com uma linguagem de fácil compreensão. Todo o planejamento necessita também de apoio político de Prefeituras e das comunidades à serem atendidas, proporcionando uma maior integração entre as partes.

Zibetti (1985) relatou a experiência do projeto de controle da erosão realizado na microbacia hidrográfica São Judas Tadeu, localizada no Município de Barbosa Ferraz, no Estado do Paraná. Devido à exploração desenfreada e despreocupada com a capacidade de regeneração dos recursos naturais, esta Microbacia necessitava de algumas ações de combate aos processos erosivos, o assoreamento dos córregos e o uso indiscriminado de agrotóxicos. Com a participação efetiva dos produtores e proprietários rurais, e também da Prefeitura Municipal, reverteu-se o quadro de degradação ambiental. A adoção de práticas conservacionistas, diversificação das atividades e adoção de rotação de culturas passaram a ser

---

[1] LOTUFO, L. (Secretaria Estadual de Meio Ambiente, MT). Comunicação pessoal, 2004.

[2] PANIZI, A. (Secretaria Estadual de Meio Ambiente, MT). Comunicação pessoal, 2004.

ações cotidianas dos agricultores, sendo mais conscientes da necessidade da conservação dos recursos naturais.

A adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento é de aceitação universal. O critério de bacia hidrográfica é comumente usado porque constitui um sistema natural bem delimitado no espaço, composto por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso de água e seus afluentes, onde as interações, pelo menos físicas, são integradas e, assim, mais facilmente interpretadas.

Como alternativa para o planejamento e gerenciamento ambiental, Lanna (1995) adotou a bacia hidrográfica como unidade territorial. O autor ressaltou ainda, que a principal vantagem da adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial está no fato de que uma bacia pode ser capaz de refletir as relações de causa e efeito.

Ross e Del Prette (1998) ressaltaram que a gestão ambiental caminha progressivamente no sentido de adotar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento regional. Os autores advertem, ainda, a necessidade de políticas que contemplem além dos recursos hídricos, outros componentes dos recursos naturais, como solo, relevo, clima, geologia, flora e fauna. É imprescindível também a abordagem dos componentes sociais e econômicos, considerando a abrangência regional da bacia hidrográfica.

No modelo de gerenciamento de microbacias hidrográficas proposto por Costa (2000), o extensionismo rural e social atuam como agentes catalizadores, promovendo o envolvimento da comunidade local. Os extencionistas coletam dados e informações econômicas e sociais junto aos proprietários e produtores rurais, para que as ações em nível de propriedade possam ser planejadas.

Beltrame (1994), em uma proposta de diagnóstico físico de bacias hidrográficas, analisou os seguintes elementos: cobertura vegetal, clima, relevo e características geológicas e pedológicas. Dessa forma, pretendeu-se facilitar o desenvolvimento de ações que revertam as condições atuais de degradação ambiental.

Na França o sistema de planejamento e gerenciamento das bacias hidrográficas é descentralizado, contando com a participação da comunidade. São três entidades que atuam no sistema, (LANNA, 1995; SETTI, 1996): o Comitê da bacia, sendo responsável pelas ações normativas; a Agência da bacia, que é um órgão público responsável pela cobrança pelo uso da água, subsídios e empréstimos para a realização de obras, estudos e

pesquisas na bacia e as Comunas e Departamentos, que estabelecem os objetivos de qualidade para os cursos de água e executam as obras públicas na bacia. Acima destas três entidades está o Estado, que monitora as fontes poluidoras e consumidoras e exerce a tutela sobre os comitês.

O modelo francês de gerenciamento de recursos hídricos serviu como base para a elaboração Política Nacional de Recursos Hídricos. As primeiras experiências, segundo Assis (1996), se deram nas bacias do Alto Tietê e Cubatão, no estado de São Paulo.

Segundo Rebouças (2004) o grande desafio no Brasil não é a legislação, mas está na sua prática, do princípio da descentralização e a ação participativa dos comitês de bacia hidrográfica, os quais deverão ser formados em cada unidade de gerenciamento de recursos hídricos, por representantes dos governos, usuários e sociedade civil organizada.

Assis (1996) ressaltou que os comitês tendem a se desgastarem, devido principalmente a falta de poder deliberativo e de recursos financeiros. Semelhante opinião é dada por Panizi (2004)[2] que chama a atenção para as limitações das atribuições do comitê em função do seu foro municipal.

Cristofoletti (1996) apresentou uma proposta de gestão envolvendo microbacias hidrográficas, utilizando como áreas-piloto as microbacias do Ribeirão das Furnas e do Ribeirão Claro, localizadas em Araras e Rio Claro, respectivamente, no estado de São Paulo. A metodologia envolve as análises das características morfológicas, análise dos fluxos de matéria e energia, dinâmica dos processos atuantes e a análise da integração entre as características morfológicas e a dinâmica processual.

De acordo com Prochnow (1985), a bacia hidrográfica é a unidade de estudo funcional que mais favorece ao desenvolvimento de muitos conceitos hidrológicos e a que mais se ajusta aos objetivos do planejamento ambiental. Jenkins et al. (1994), também evidenciaram a bacia hidrográfica como uma unidade ecossistêmica e morfológica que melhor reflete os impactos das interferências antrópicas, como a ocupação das terras com atividades agrícolas.

4.1.2 Impactos decorrentes das atividades antrópicas

A ocupação do espaço para produção agropecuária se deu num período onde informações técnicas eram escassas, não havendo a preocupação na conservação do solo e das águas. Isso acarretou grandes áreas degradadas, erosões, solos compactados, poucas reservas legais, ausência quase total de mata ciliar e o comprometimento da qualidade e da quantidade dos mananciais hídricos.

O desenvolvimento da sociedade e da agricultura sempre esteve vinculado ao controle da água, especialmente para irrigação. Hoje são raros os sistemas de drenagem inteiramente naturais. As interferências nesses sistemas são efetuadas de forma inadequada no que diz respeito ao uso do solo e da água. São diversos os benefícios econômicos e sociais que explicam a interferência humana nos ciclos hidrológicos, como, a construção de represas, o desvio de rios, a drenagem de terras, os sistemas de irrigação e a extração de águas subterrâneas. Realizar modificações simples ou de grande porte podem afetar imensamente todo o funcionamento do sistema (BASTOS; FREITAS, 2000).

Ao provocar erosão, o homem interfere na geomorfologia do solo e com a adição de fertilizantes, altera a sua estrutura química. Com o uso de fertilizantes a base de potássio o solo se desenvolve com uma estrutura prismática ou colunar, isto é, duro e refratário quando seco e lodoso quando molhado. Já com os fertilizantes a base de sulfato de amônio, o solo se torna mais ácido (BASTOS; FREITAS, 2000). Ainda segundo os autores, o uso contínuo de herbicidas na agricultura, pode ocasionar o seu acúmulo no solo, podendo eventualmente afetar ou mesmo exterminar os microorganismos existentes. Os vegetais são afetados pelos herbicidas no que diz respeito à inibição de suas atividades fotossintéticas. O perigo torna-se maior quando são usados diversos produtos, os quais, aplicados em doses excessivas destroem além das espécies invasoras, outros vegetais. Com a ocorrência das chuvas, estes produtos são carreados para os córregos, rios e lagos, além de atingir também as águas subterrâneas.

Segundo Grossi (2003), com a crescente expansão demográfica e agrícola houve benefícios, como a produção de alimentos em grandes quantidades, alta qualidade e de custo reduzido. Em contra partida, houve o comprometimento da quantidade e qualidade das águas dos rios, lagos e reservatórios.

Os desmatamentos, construção de cercas, as obras de drenagem, arruamentos e a expansão de loteamentos em áreas impróprias, têm ação significativa na proliferação dos processos erosivos (KERTZMAN et al., 1991).

Fraisse et al. (1996) demonstraram que a atividade agropecuária tem ação significativa na degradação das águas superficiais e subterrâneas em diversas partes do mundo. Devido a esta degradação, pode ocorrer um aumento no custo da obtenção de água para abastecimento humano em virtude da má qualidade da água bruta enviada para estações de tratamento (LEÓN; CAVALLINI, 1996).

Em estudos sobre a disponibilidade hídrica realizados na bacia hidrográfica do Rio Araranguá, no Estado de Santa Catarina, foi observado que grande parte das águas próprias para o abastecimento e consumo humano, vem sendo utilizada para outros fins como irrigação, dessedentação de animais e abastecimento industrial (KREBS et al., 1997).

Com relação à utilização da Bacia Experimental do Rio Pardo-SP, no que diz respeito ao abastecimento da cidade de Botucatu, a mesma encontra-se no limite de sua capacidade hídrica. Isto se deve ao fato de que em determinadas ocasiões onde a vazão foi menor, a quantidade de água retirada para o abastecimento da cidade chegou a representar 96% da descarga gerada pela bacia (CONTE, 1999).

Souto e Crestana (2000) descreveram que os problemas relacionados com a erosão hídrica podem ser de distintas grandezas. Nos locais onde ocorrem os processos erosivos, verificou-se a perda da capacidade produtiva devido à remoção dos horizontes superficiais, por outro lado, os excedentes hídricos que chegam até a rede de drenagem da bacia hidrográfica, transportam sedimentos, nutrientes e agroquímicos que contaminam as águas superficiais.

Dependendo do tipo de sedimento, o impacto nos cursos de água pode ser desde o aumento da sua turbidez, que diminui a luminosidade da água e causa problemas à fauna aquática, como a concentração de nutrientes, patogênicos e metais pesados (NOVOTNY, 1993).

Os processos hidrológicos afetam direta e indiretamente a erosão do solo, o transporte de sedimentos erodidos, a deposição de sedimentos e as características físicas, químicas e biológicas, que coletivamente determinam a qualidade das águas

superficiais e subterrâneas. Práticas de manejo de bacias hidrográficas e uso do solo, também afetam diretamente a erosão, sedimentação e a qualidade das águas pelas variações nos processos hidrológicos (BROOKS et al. 1991).

A mobilização do solo, principalmente com o uso excessivo de gradagens superficiais e subsuperficiais sempre nas mesmas profundidades, provoca a desestruturação da camada arável, transformado-a em duas fases distintas: superficial pulverizada e subsuperficial compactada. Essas transformações reduzem a velocidade de infiltração de água no solo e o desenvolvimento radicular das plantas, aumentando o escoamento superficial e, reduzindo a produtividade das lavouras (BRAGAGNOLO, 1997).

As florestas são sistemas muito eficientes na reciclagem das águas das chuvas e no seu retorno a atmosfera, sendo responsáveis por cerca de 50% de toda a evapotranspiração. O desmatamento extensivo das florestas para a criação de pecuária tem sido apontado como causa desastrosa das mudanças climáticas (BASTOS; FREITAS, 2000). Ainda segundo os autores, a pecuária contribui com grandes quantidades de detritos de origem animal que chegam aos mananciais, como as águas provenientes da limpeza das instalações contendo materiais tóxicos e materiais fecais. Na decomposição destes compostos protéicos, o gás sulfúrico formado em elevadas concentrações é letal a fauna aquática. A amônia vem a ser muito solúvel na água, tóxica para biota aquática e para os animais terrestres.

A degradação das pastagens está associada a fatores ligados ao estabelecimento de forrageiras e as práticas de manejo, sendo que algumas das causas mais importantes dessa degradação são: estabelecimento insatisfatório da pastagem decorrente da ausência ou uso inadequado de práticas de preparo, conservação, correção e/ou adubação do solo após o uso parcial ou prolongado de pastejo, escolha inadequada da espécie forrageira, ausência ou uso inadequado de adubação de manutenção, ocorrência de pragas, doenças e plantas invasoras e a ausência ou aplicação incorreta de práticas de conservação do solo (NASCIMENTO JUNIOR; BRANCO, 2001).

Segundo Novotny (1993), a criação de animais pode impactar de diversas maneiras. Uma criação confinada produz uma carga do tipo pontual, enquanto criações em pastagens convencionais geram uma poluição que será carreada pelas águas das chuvas. Além disso, a movimentação dos animais no pasto ajuda na compactação do solo, diminuindo a capacidade de infiltração de água. Esta geração de cargas é afetada pela

localização dos animais em relação ao curso de água e seu acesso ao mesmo. Atividades que promovem o aumento da erosão, utilização de agroquímicos, como nutrientes e pesticidas, são fatores preocupantes no uso do solo para atividades agrícolas. O uso de pesticidas tem contribuído, e muito para a contaminação dos mananciais.

Amaral (1989) recomendou a reforma das pastagens através do plantio de culturas anuais, associando a agricultura e a pecuária, sistema que possibilita a reforma de pastagens a baixo custo e com proveito da correção e adubação das culturas pelas forrageiras.

Bellinazzi et al. (1981) sugeriram que as práticas conservacionistas a serem realizadas em algumas regiões, devem estar de acordo com a capacidade de uso do solo. Cada agricultor deve ser instruído a realizar o planejamento de sua propriedade, aumentando o conhecimento sobre a sua área. Os autores advertem ainda que, o uso indiscriminado de produtos químicos, utilizados no controle de doenças e pragas, nem sempre apresentam bons resultados, causando prejuízos à atividade agrícola com a concentração de resíduos no solo e nas plantas.

Henry e Gouveia (1993), analisando o Rio Pardo que compõe a Bacia Experimental do Rio Pardo-SP, constataram que 90% da carga de sedimentos ficou retida no reservatório da Represa de Jurumirim-SP.

Segundo Carvalho (1994), as partículas de solo transportadas aos cursos de água, além de provocar o assoreamento de reservatórios ou do próprio leito do rio, podem danificar equipamentos (bombas de recalque, turbinas), encarecendo os processos de tratamento de água ou de produção de energia elétrica.

As perdas de solo ocorridas na natureza têm sido aceleradas e intensificadas pelo uso inadequado do solo, desmatamentos e a urbanização (CARVALHO, 1994). O autor comenta ainda que o conhecimento de determinados mecanismos, como o transporte de sedimentos, é essencial para a solução de problemas de perdas de solo.

Segundo Grossi (2003), a quantificação dos fluxos de água e produção de sedimentos da bacia, bem como os demais parâmetros hidrológicos, têm importância significativa nos processos erosivos, que são responsáveis pelas transformações ocorridas no relevo sob diversas condições climáticas e geológicas.

Tornero (1996), em relação à ocupação da Bacia Experimental do Rio Pardo-SP, mostrou que as culturas anuais e reflorestamentos representavam, em 1962, 11,83%

da área da Bacia, e que, em 1977, essa área aumentou para 30,01%. Com relação às áreas de mata e mata ciliar houve uma redução de 0,07% e 2,17%, respectivamente.

Jonys (1973) afirmou que uso e conservação do solo e da água são as essências do manejo de uma bacia hidrográfica. Solo e água atuam interativamente e qualquer ação que cause efeito adverso num destes elementos afetará o outro. Como exemplo, o autor citou que a estabilidade ecológica dos ambientes aquáticos é freqüentemente modificada pela ruptura das seqüências temporais de escoamento superficial e de entrada de sedimentos. Esta entrada é causada pela erosão acelerada do solo na época chuvosa.

Para se executar o monitoramento agrícola de uma região é necessário o mapeamento das áreas em estudo, o qual se constitui instrumento imprescindível para representar as diferentes informações temáticas, e as potencialidades naturais relativas ao meio físico (FERRANTE, 1990).

Como medida de recuperação da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado, foi criado um Consórcio Municipal de Recuperação da Bacia do Ribeirão Lajeado, envolvendo os municípios de Penápolis, Alto Alegre e Barbosa, localizados no interior de São Paulo. Os trabalhos foram direcionados para a recuperação do solo, com obras de terraceamento, construção de curvas de nível, bacias de retenção de águas pluviais e recuperação de estradas, evitando assim que as enxurradas pudessem levar areia e sedimentos para os leitos dos rios, córregos e nascentes (CARVALHO, 1998).

A integridade de uma microbacia hidrográfica envolve não só as práticas de conservação do solo, como também a preservação de matas ciliares, a prevenção da compactação do solo, manutenção da biodiversidade e construção de estradas (LIMA; ZAKIA, 1998).

Na caracterização do manejo de solo na microbacia hidrográfica Ribeirão dos Apertados, localizada entre os municípios de Londrina e Arapongas, no norte do estado do Paraná, Machado e Stipp (2003) utilizaram, como técnicas conservacionistas a construção de terraços, para evitar o carreamento de nutrientes e sedimentos. Em seguida, iniciaram o restabelecimento da mata ciliar e a recuperação das estradas rurais em algumas áreas.

O terraceamento é essencial para o controle dos processos erosivos. Esse tipo de sulco ou canal visa além de interceptar a água da enxurrada, conduzir o excesso

pelo canal. Além de dificultar a instalação de processos erosivos e o carreamento de sedimentos para os cursos de água, os terraços proporcionam um maior armazenamento de água no solo, tornando o balanço hídrico positivo para as plantas em períodos secos (MACHADO; STIPP, 2003).

A degradação dos recursos naturais, principalmente do solo e da água, vem crescendo de forma alarmante. Esse crescimento reflete no assoreamento de nascentes e cursos de água, destruição de estradas, pontes e bueiros, na geração de energia, na disponibilidade de água para a irrigação e abastecimento, na redução da produtividade agrícola, na diminuição da renda líquida dos moradores e, conseqüentemente no empobrecimento da sociedade local, com reflexos danosos para a economia local (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

4.2 Sistema de informação geográfica (SIG)

O geoprocessamento vêm-se tornando uma ferramenta poderosíssima e, na maioria das vezes, indispensável à consecução de projetos relacionados à área de meio ambiente. As vastas áreas normalmente abrangidas por estes projetos, bem como o grande número de variáveis contempladas por eles, faz do uso do geoprocessamento o principal recurso para o manuseio das grandes bases de dados envolvidas neles, sejam elas de natureza espacial ou não (PETERSEN et al. 1995).

Em um contexto mais amplo, o Sistema de Informação Geográfica (SIG) incluem-se no ambiente tecnológico que se convencionou chamar de geoprocessamento, cuja área de atuação envolve a coleta e tratamento da informação espacial, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações. A tecnologia ligada ao geoprocessamento envolve equipamentos e programas de computador com diversos níveis de sofisticação destinados à implementação de sistemas com fins didáticos, de pesquisa acadêmica ou aplicações profissionais e científicas nos mais diversos ramos das geociências (TEIXEIRA et al., 1992).

Com a utilização do SIG é possível extrair os dados adequados, a partir de um banco de dados, tornando-os passíveis de serem manipulados e analisados automaticamente. Dessa forma, elimina-se as ações subjetivas, apresentando os resultados sob

a forma de mapas, permitindo-se, então, desenvolver metodologias mais versáteis e buscando novas soluções para o objeto de estudo (GROSSI, 2003).

A utilização de SIG´s possibilita a aquisição, manuseio e integração de dados temáticos proporcionando uma caracterização espacial e temporal de áreas submetidas à processos erosivos em bacias hidrográficas (VALÉRIO FILHO; ARAÚJO JÚNIOR, 1995).

Colocando-se como um importante conjunto de tecnologias de apoio ao desenvolvimento da agricultura, o geoprocessamento permite analisar grandes quantidades de dados georreferenciados, independentemente de serem estatísticos, dinâmicos ou atuando de maneira isolada ou em conjunto. Mais do que isto, o geoprocessamento permite o tratamento desses dados, gerando informações e possibilitando soluções através de modelagem e simulações de cenários (ROCHA; LAMPARELLI, 1998).

A utilização de técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas compõe o geoprocessamento. Esta tecnologia tem influenciado de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. Nos países de grande dimensão e com carência de informações adequadas para tomada de decisões sobre problemas urbanos e ambientais, o geoprocessamento apresenta um enorme potencial, principalmente se baseado em tecnologias de custo relativamente baixo. O objetivo principal do geoprocessamento é fornecer ferramentas computacionais para que sejam determinadas as evoluções espacial e temporal de um fenômeno geográfico e as inter-relações entre diferentes fenômenos (RODRIGUES, 1990; CÂMARA; MEDEIROS, 1998).

Segundo Dainese (2001), o geoprocessamento transfere as informações do mundo real para o sistema computacional. Esta transferência é feita sobre bases cartográficas, através de um sistema de referência adequado. Um sistema de geoprocessamento é, geralmente, destinado ao processamento de dados referenciados geograficamente (georreferenciados), desde a sua aquisição até a geração de saídas na forma de mapas, relatórios ou arquivos digitais.

Em seus estudos, Simões (2001), pode concluir que o geoprocessamento favorece a percepção holística do meio ambiente, principalmente quando aplicado a bacias hidrográficas. Identificação de áreas poluídas bem como qual estratégia de manejo deve ser adotada são algumas das vantagens do uso do geoprocessamento.

As ferramentas do geoprocessamento permitem análises complexas integrando dados de diversas fontes e criando bancos de dados georreferenciados.

Um SIG é um sistema de informações projetado para trabalhar com dados referenciados por coordenadas espaciais ou geográficas (STAR; ESTES, 1990).

De acordo com Teixeira et al. (1992), na fase de entrada de dados, as fontes utilizadas podem ser classificadas em primárias (dados obtidos diretos do campo) e secundários (mapas gerados a partir de dados estatísticos).

Para representar a informação espacial e temporal usa-se, geralmente, mapas de diversos tipos estabelecidos a partir de levantamentos de campo, de fotointerpretação, de análise da resposta espectral de uma imagem enviada por um satélite de observação da terra ou de qualquer outra fonte de informação geográfica. Para considerar a dimensão temporal, um mapa do mesmo parâmetro pode ser preparado para diversos intervalos de tempo. Durante os últimos anos, com a capacidade de geração desta informação espacial, foi necessário desenvolver ferramentas especiais para gerar e processar estes dados espaciais (CHEVALLIER, 1993).

Uma metodologia completa envolve a caracterização fisiográfica, hidrológica, sócio-econômica e ambiental da área. Normalmente uma metodologia sofre modificações quando aplicada em regiões com características diferentes. A caracterização fisiográfica inclui a elaboração de mapas básicos e temáticos da área e estes podem ser feitos mediante o uso dos SIG's. Diante da difusão e disponibilidade de computadores, nos dias atuais, torna-se cada vez mais crescente a disponibilização de mapas em formato digital (SCHWAB et al., 1993).

Dados geográficos descrevem objetos do mundo real em termos de posicionamento, com relação a um sistema de coordenadas, seus atributos não aparentes (como a cor, pH, custo, incidência de pragas, etc.) e das relações topológicas existentes. Portanto, um SIG pode ser utilizado em estudos relativos ao meio ambiente e recursos naturais, na pesquisa da previsão de determinados fenômenos ou no apoio a decisões de planejamento, considerando a concepção de que os dados armazenados representam um modelo do mundo real (BURROUGH, 1996, citado por CÂMARA; ORTIZ, 1998).

Visando basicamente o projeto e planejamento de um mapeamento, o SIG tem por objetivos adquirir, armazenar, combinar, analisar e recuperar informações

codificadas espacialmente, integrando em uma única base de dados informações espaciais provenientes de várias fontes de dados, como: mapas analógicos, fotografias aéreas, imagens de satélite, dados de análise e de campo (CASTRO, 1996; EASTMAN, 1999).

Segundo Burrough e Mcdonnell (1998), os SIG's são poderosos instrumentos para coletar, armazenar e recuperar informações, transformando e organizando os dados do mundo real para um conjunto particular de objetivo.

No SIG, o principal objetivo é o suporte à tomada de decisões, para gerenciamento de uso do solo, recursos hídricos, ecossistemas aquáticos e terrestres, ou qualquer entidade distribuída espacialmente (CALIJURI et al., 1998).

O termo SIG refere-se àqueles sistemas que efetuam tratamento computacional de dados geográficos. Armazenando a geometria e os atributos dos dados georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e numa projeção cartográfica qualquer. Os dados tratados em geoprocessamento têm como principal característica a diversidade de fontes geradoras e de formatos apresentados (CÂMARA; MEDEIROS, 1998). Ainda segundo os autores existem três principais maneiras de utilizar um SIG:

- como ferramenta para produção de mapas;
- como suporte para análise espacial de fenômenos; e
- como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação da informação espacial.

Num SIG, dados de variabilidade espacial de rendimento de cultura podem ser analisados conjuntamente com outros dados (ex.: solos, modelos digitais de elevação, restrições) para se modelar cenários futuros e se avaliar a efetividade de manejo, monitorado para cada área (ROCHA; LAMPARELLI, 1998). Além disso, as informações podem ser armazenadas e manipuladas de uma maneira flexível e os resultados podem ser documentados num formato mais adequado para tomadores de decisão como, produtor, consultores e prestadores de serviço.

Ainda segundo os autores, o SIG possui a plataforma ideal para tratamento de dados derivados de agricultura de precisão, pois seu conjunto de ferramentas possibilita uma ampla análise de dados. Embora os SIG's já existam desde a década de 60 e tenham apresentado uma evolução expressiva desde então, é consenso que ainda existe muito a fazer para tornar o seu uso mais acessível e confiável.

Segundo Christofoletti (1999), o SIG foi desenvolvido a partir da dificuldade que alguns pesquisadores encontraram para manipular diferentes tipos de dados em grande escala. A partir desta dificuldade, o SIG foi desenvolvido como um sistema capaz de extrair os dados adequados a partir de banco de dados, tornando-os acessíveis para análise e podendo apresentar os resultados sob a forma de mapas.

Discutindo novas técnicas de avaliação ambiental Crestana, 1994, citado por Ranieri (2000), afirmou que é possível observar, modelar, avaliar e simular o comportamento local de variáveis ambientais pela utilização do SIG.

É intensa a utilização da informática no SIG devido ao fato de o mesmo utilizar meios digitais de informação. Deve existir uma base de dados integrada, georreferenciados e com controle de erro. O SIG deve conter funções de análise destes dados, variando de álgebra cumulativa (soma, subtração, multiplicação e divisão) até álgebra não cumulativa (operações lógicas). Dessa maneira, segundo Silva (2000), os sistemas que compõe os SIG's podem ser divididos em:

- sistemas de entrada de dados: sistema de processamento digital de imagens, digitalização de mapas, sistema de posicionamento global, dados tabulares e dados estatísticos;
- sistemas de armazenamento de dados: banco de dados espacial (mapas digitais) e banco de dados de atributos (alfanuméricos);
- sistemas de análise de dados: sistema de análise geográfica (operações algébricas), sistema de análise estatística e sistema de gerenciamento de banco de dados; e
- sistema de saída de dados: sistema de exibição cartográfica (saída de mapas para a tela, impressora, plotter e arquivos digitais).

De acordo com Campos (2001), com a utilização do SIG é possível a elaboração de projetos de conservação de determinadas áreas. Os SIG's utilizam como bases de dados os mapas de solos, mapas topográficos, fotografias aéreas além de imagens de satélites. Ainda segundo o autor, os SIG's vêm sendo utilizados não apenas para substituir os trabalhos que antes eram realizados manualmente, mas sim, devido a sua grande eficiência.

Segundo Dainese (2001), existe um grande número de SIG's, diferenciando-se com relação aos tipos de estrutura de dados, modelos de banco de dados,

sistemas de análise e outras. Entretanto, a maioria dos SIG's possuí alguns módulos em comum:

- sistema de aquisição e conversão dos dados;
- banco de dados espaciais e de atributos;
- sistema de gerenciamento de banco de dados;
- sistema de análise geográfica;
- sistema de processamento de imagens;
- sistema de modelagem digital do terreno (MDT);
- sistema de análises estatísticas; e
- sistema de apresentação cartográfica.

De acordo com Eastman (1999) e Bonham-Carter (1994), a representação de dados espaciais em um SIG pode ser feita de dois formatos: o vetorial e o *raster*. No formato vetorial, os limites das feições são definidos por uma série de pontos que se agrupam formando linhas ou polígonos. Os pontos possuem coordenadas geográficas (X e Y). Os atributos das feições são armazenados separadamente no programa e a ligação entre ambos pode ser feita através de um número identificador. No formato *raster* a representação gráfica das feições e atributos é unificada. A área de estudo é dividida em uma malha de células ou pixels que armazenam os atributos da área. A cada célula é dado um valor numérico que pode representar tanto o identificador da feição quanto atributos qualitativos e quantitativos. Independentemente do formato utilizado, a principal função de um SIG é aumentar a velocidade de tomada de decisões.

Segundo Teixeira et al. (1992), a principal vantagem dos sistemas *raster* está em sua relativa simplicidade, não exigindo programas muito complexos para a manipulação dos dados, facilitando a elaboração de aplicações específicas. Além disso, as exigências em termos de equipamentos são menores, o que diminui os custos de implantação. Por outro lado, o sistema vetorial, além da qualidade visual da informação, apresenta um maior nível de precisão. Nesse caso, as formas de saída convencionais, como as impressoras permitem uma apresentação mais adequada dos resultados, não só do ponto de vista estético mas também pelo fato de que o produto final assemelha-se muito mais à forma convencional (analógica) de elaboração de mapas. Nas técnicas vetoriais, o espaço geográfico é admitido

como contínuo, seguindo a geometria Euclidiana enquanto que, nas técnicas matriciais o espaço geográfico é dividido em elementos discretos, o pixel.

Segundo Castro (1996), da manipulação e análise dos dados ocorrem operações que visam o tratamento, gerenciamento, confecção de modelos digitais do terreno, processamento de imagens, geração e confecção de mapas por computador.

4.2.1 Sistema de informação geográfica no monitoramento ambiental de bacias hidrográficas

Na análise das bacias de drenagem, a incorporação de uma base de dados em um sistema de informações geográficas (SIG) auxilia na formulação da diagnose ambiental, tendo em vista a grande quantidade de informações trabalhadas e de dados gerados, otimizados pela automação dos sistemas atualmente disponíveis. Além disso, o conhecimento das características ambientais de uma área é auxiliado pela realização de consultas e análises espaciais com o uso do geoprocessamento, permitindo a identificação de impactos causados pelas diferentes atividades humanas. O uso do geoprocessamento na gestão de bacias enfoca, principalmente, as operações de consulta e manipulação de dados geográficos. Tais funções utilizam os atributos espaciais e não espaciais dos objetos georreferenciados armazenados na base de dados, tendo como objetivo não apenas na espacialização, mas também na possibilidade de elaborar tendências e criar modelos sobre os fenômenos do mundo real (TEIXEIRA; CRUZ, 2005).

O desenvolvimento e a aplicação de ferramentas adequadas à gestão ambiental, com destaque para a aplicação das geotecnologias, que incluem os Sistemas de Informação Geográficas, se encontram num estágio avançado de desenvolvimento, permitindo grande acessibilidade re recursos, a custos relativamente baixos. Os SIG's têm papel relevante na gestão ambiental por facilitarem o gerenciamento de informações espaciais e permitirem a elaboração de diagnósticos e prognósticos, subsidiando a tomada de decisões (JACINTHO, 2003).

Os SIG's além de melhorar a organização e integração de dados, podem ser utilizados para estudos de variabilidade espacial e temporal bem como na avaliação da rede de drenagem de bacias hidrográficas (PETERSEN et al., 1991). O autor comentou

ainda que, a análise do modelo digital de elevação do terreno (MDT), produz informações que são importantes para descrever e modelar a paisagem geométrica, sendo de suma importância para eventuais processos envolvendo superfície e subsuperfície. Com a exploração do MDT são produzidos parâmetros importantes para aplicação em hidrologia.

McNamara et al. (1999) utilizaram o modelo digital de elevação do terreno (MDT) explorando a declividade do canal, a distribuição espacial de massa pela distribuição de área cumulativa e as características fractais da rede de canais na bacia.

O SIG tem se revelado uma importante ferramenta na integração de dados temáticos como solo, ocupação, vegetação, aptidão agrícola, declividade, clima dentre outros. Pela grande integração que o SIG apresenta, o mesmo proporciona uma maior produtividade da atividade agropecuária, diminuindo os riscos ao meio ambiente (OLIVEIRA; SANO 1993).

Visando o planejamento, manejo, conservação e exploração racional dos recursos naturais de uma bacia hidrográfica, Calijuri et al. (1994) utilizaram o SIG na bacia hidrográfica do Ribeirão e Represa do Lobo, em Itirapina, SP.

Em estudo sobre a aplicação de SIG em microbacia hidrográfica, Assad et al. (1998) puderam concluir que, para pequenas áreas, as principais vantagens decorrentes da utilização do SIG são a elevada precisão do produto final e a economia de tempo em relação aos métodos tradicionais de análise. Assim sendo, os planejamentos de manejo e de conservação de solo e água de uma microbacia hidrográfica, maior ou menor, podem ser executados com precisão e rapidez com a utilização de SIG's.

A implementação de um SIG, que visa diagnosticar e gerenciar estudos hidrológicos e hidrogeológicos exige a obtenção e manipulação de uma grande variedade de informações, tais como, parâmetros hidrológicos básicos, geologia, cobertura vegetal, climatologia, uso da água, dentre outras. Estes bancos de dados devem incluir características como, rede de transportes, limites municipais, erosão, escoamento de água subterrânea, produtividade de culturas, etc. Para o sucesso da implementação destes, é importante considerar as características fundamentais de um banco de dados ambientais que são a natureza normalmente estatística dos dados, o processo de atualização pouco freqüente e a resolução espacial relativamente baixa. Estes estudos normalmente cobrem grandes áreas a

custos razoáveis e os requisitos de equipamentos de informática são modestos para implementação desses sistemas (CALIJURI et al., 1998).

Silva (1998), ressaltou que, quando apoiados em SIG´s, os cenários ambientais ganham grande complexidade e uma enorme aplicabilidade. Análises de redes de drenagem, uso de modelos tridimensionais para visualização do terreno e estimativas de impactos ambientais são alguns exemplos do uso integrado de conhecimentos geomorfológicos em SIG's.

Segundo Becker e Braun (1999), a utilização do sensoriamento remoto na identificação das formas de uso da terra mostrou-se eficiente, particularmente quanto ao emprego combinado das classificações digitais e do geoprocessamento. As imagens do sensor digital dos satélites possibilitaram a classificação digital do uso da terra na microbacia de forma rápida, confiável e atual, tendo em vista a deficiência de informações sobre este tema na carta topográfica.

Segundo Ranieri (2000), em trabalhos de planejamento ou previsão de impactos ambientais cujo enfoque é a erosão do solo, percebe-se o crescente uso dos SIG's. Além da rapidez na manipulação dos dados, os SIG's permitem um diagnóstico mais criterioso da situação da área, por tratar as informações de forma espacial. No caso da erosão, a posição geográfica das áreas de maior perda ou acúmulo de terra, principalmente em bacias hidrográficas, é uma informação de suma importância para apoiar decisões de intervenção na área.

Mellerowicz et al. (1994) citados por Ranieri (2000) enfatizaram a importância do SIG para o planejamento do solo e da água. Os autores mostram ter havido um aumento da aplicação do SIG para este fim devido a diversos fatores como a melhora da qualidade, facilidade de manipulação dos sistemas, o aumento da disponibilidade de informações básicas para alimentar o sistema e o aumento da demanda por trabalhos de planejamento que exijam eficiência e rapidez. Semelhante opinião é dada por Gomes et al. (1993) que descreveram que a busca de maior agilidade na manipulação de dados propiciou o surgimento dos sistemas computacionais para aplicações gráficas, como s SIG's, que imprimem maior dinâmica, objetividade e rapidez na obtenção dos resultados.

Para se executar o monitoramento agrícola de uma região é necessário o mapeamento das áreas em estudo, o qual se constitui instrumento imprescindível para

representar as diferentes informações temáticas, as potencialidades naturais relativas ao meio físico e o uso atual do solo (BUCENE, 2002).

Portanto, para que se obtenha êxito na implementação de um SIG, é fundamental a participação de profissionais de áreas específicas e qualificados, em todas as etapas do processo, desde a estruturação de um banco de dados, que caracterize da forma mais fiel possível a realidade, até a interpretação e implementação adequadas dos produtos gerados.

4.3. Legislação ambiental federal

4.3.1 Áreas de preservação permanente (APP´s)

O Código Florestal foi instituído através da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Segundo o Art. 1º da referida Lei, as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação são bens de interesse comum a todos os habitantes do País. O Art. 2º da referida Lei dispõe sobre os limites das Áreas de Preservação Permanente ao longo dos cursos de água, lagos, lagoas, reservatórios de água naturais ou superficiais, nascentes, dentre outras formas de vegetação e situações e condições topográficas especiais (BRASIL, 1965).

As matas ciliares, representadas pelas APP´s, são áreas de vegetação natural situadas entre áreas cultivadas e os cursos de água. Podem ser definidas ainda, como a interface entre os ecossistemas aquático e terrestre e são identificadas, basicamente, pelas características do solo e comunidades vegetais únicas, adaptadas a cheias de alta magnitude e curta duração (SIMÕES, 2001).

Considerando a necessidade da regulamentação do Art. 2º da Lei nº 4.771, no que concerne às APP´s, foi publicada a Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2002). Segundo o Art. 1º, constitui objeto da referida Resolução o estabelecimento de parâmetros, definições e limites referentes às APP´s. O Art. 3º estabelece os limites das APP´s:

I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

a) trinta metros, para o curso de água com menos de dez metros de largura;
b) cinqüenta metros, para o curso de água com dez a cinqüenta metros de largura;
c) cem metros, para o curso de água com cinqüenta a duzentos metros de largura;
d) duzentos metros, para o curso de água com duzentos a seiscentos metros de largura;
e) quinhentos metros, para o curso de água com mais de seiscentos metros de largura;

II - ao redor de nascente ou olho de água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinqüenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

III - ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de:

a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;
b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos de água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinqüenta metros.

IV - em vereda e em faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de cinqüenta metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado;

V - no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação a base;

VI - nas linhas de cumeada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação à base, do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros;

VII - em encosta ou parte desta, com declividade superior a cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive;

VIII - nas escarpas e nas bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a cem metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa;

IX - nas restingas:

a) em faixa mínima de trezentos metros, medidos a partir da linha de preamar máxima;

b) em qualquer localização ou extensão, quando recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues;

X - em manguezal, em toda a sua extensão;

XI - em duna;

XII - em altitude superior a mil e oitocentos metros, ou, em Estados que não tenham tais elevações, à critério do órgão ambiental competente;

XIII - nos locais de refúgio ou reprodução de aves migratórias;

XIV - nos locais de refúgio ou reprodução de exemplares da fauna ameaçadas de extinção que constem de lista elaborada pelo Poder Público Federal, Estadual ou Municipal;

XV - nas praias, em locais de nidificação e reprodução da fauna silvestre.

Parágrafo único. Na ocorrência de dois ou mais morros ou montanhas cujos cumes estejam separados entre si por distâncias inferiores a quinhentos metros, a APP abrangerá o conjunto de morros ou montanhas, delimitada a partir da curva de nível

correspondente a dois terços da altura em relação à base do morro ou montanha de menor altura do conjunto, aplicando-se o que segue:

I - agrupam-se os morros ou montanhas cuja proximidade seja de até quinhentos metros entre seus topos;
II - identifica-se o menor morro ou montanha;
III - traça-se uma linha na curva de nível correspondente a dois terços deste; e
IV - considera-se de preservação permanente toda a área acima deste nível.

4.3.2 Classificação dos corpos de água

A Política Nacional do Meio Ambiente foi instituída pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Segundo o Art. 8º, inciso VII a Política Nacional do Meio Ambiente tem por finalidade estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os recursos hídricos (BRASIL, 1981).

A Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, em seu Art. 9º dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água. No Art. 10º é descrito que as classes dos corpos de água serão estabelecidas por uma legislação ambiental específica (BRASIL, 1997).

Em 18 de junho de 1986 entrou em vigor a Resolução CONAMA nº 20, que classificou os corpos de água segundo os seus usos mais preponderantes, em nove classes, sendo águas doces, salobras e salinas (BRASIL, 1986).

A Resolução CONAMA nº 20, foi substituída em 17 de março de 2005 pela Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005). Esta Resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. No Art. 3º as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade. No Art. 4º as águas doces são classificadas em:

I - Classe especial: águas destinadas:

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

II - Classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
b) à proteção das comunidades aquáticas;
c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 29 de novembro 2000;
d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - Classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
b) à proteção das comunidades aquáticas;
c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 29 de novembro de 2000;
d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
e) à aqüicultura e à atividade de pesca.

IV - Classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;

c) à pesca amadora;

d) à recreação de contato secundário; e

e) à dessedentação de animais.

V - Classe 4: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2, as salinas e salobras Classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente, segundo o Art. 42º da Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.

Segundo o Art. 14°, as águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - Condições de qualidade de água:

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

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

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

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

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) Coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 Coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras,

coletadas durante o período de um ano, com freqüência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro Coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) DBO 5 dias a 20°C até 3 $mg.L^{-1}$ O_2;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 $mg.L^{-1}$ O_2;

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

l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg $Pt.L^{-1}$; e

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

Segundo o Art 15°, aplicam-se às águas doces de Classe 2 as condições e padrões da Classe 1, à exceção do seguinte (APÊNDICE 1).

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

II - Coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA n° 274, de 29 de novembro de 2000 (BRASIL, 2000). Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 Coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com freqüência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro Coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

III - cor verdadeira: até 75 mg $Pt.L^{-1}$;

IV - turbidez: até 100 UNT;

V - DBO 5 dias a 20°C até 5 $mg.L^{-1}$ O_2;

VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 $mg.L^{-1}$ O_2;

VII - clorofila a: até 30 $\mu g.L^{-1}$;

VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 $cel.mL^{-1}$ ou 5 $mm3.L^{-1}$; e,

IX - fósforo total:

a) até 0,030 $mg.L^{-1}$, em ambientes lênticos; e,
b) até 0,050 $mg.L^{-1}$, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

4.4 Legislação ambiental estadual

4.4.1 Código ambiental do Estado de Mato Grosso

O Código Ambiental do Estado de Mato Grosso foi instituído pela Lei Complementar nº 38, de 21 de novembro de 1995. Esta Lei estabelece as bases normativas para a Política Estadual do Meio Ambiente. No seu Art. 58º são estabelecidos os limites de abrangências das APP´s no âmbito estadual (FEMA, 1995):

a) ao longo de qualquer curso de água, desde o seu nível mais alto, em faixa marginal, cuja largura mínima será:

1 - de 50m (cinqüenta metros), para os cursos de água de até 50m (cinqüenta metros) de largura;

2 - de 100m (cem metros), para os cursos de água que tenham de 50m (cinqüenta metros) a 200m (duzentos metros) de largura;

3 - de 200m (duzentos metros), para os cursos de água que tenham de 200m (duzentos metros) a 600m (seiscentos metros) de largura;

4 - de 500m (quinhentos metros), para os cursos de água que tenham largura superior a 600m (seiscentos metros).

b) ao redor das lagoas ou lagos e reservatórios de água naturais ou artificiais, represas hidrelétricas ou de uso múltiplo, em faixa marginal, cuja largura mínima será de 100m (cem metros);

c) nas nascentes, ainda que intermitentes, nos chamados "olhos de água", qualquer que seja sua situação topográfica, nas veredas e nas cachoeiras ou quedas de água, num raio mínimo de 100m (cem metros);

d) no topo dos morros, montes e serras;

e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45 (quarenta e cinco) graus;

f) nas bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100m (cem metros) em projeção horizontal.

4.4.2 Política estadual de recursos hídricos

O Governo do Estado do Mato Grosso, sancionou em 11 de maio de 1997, a Lei de Política Estadual de Recursos Hídricos, onde foi instituído o Sistema Estadual de Recursos Hídricos (FEMA, 1997).

No Art. 2º, a Política Estadual de Recursos Hídricos, ressalva que a água exerce funções natural, social e econômica:

- Função natural: quando desempenha os seguintes papéis:

a) manutenção do fluxo da água nas nascentes e nos cursos de água perenes;
b) manutenção das características ambientais em áreas de preservação natural;

c) manutenção de estoques de fauna e flora dos ecossistemas dependentes do meio hídrico;
d) manutenção do fluxo e da integridade das acumulações de águas subterrâneas; e
e) outros papéis naturais exercidos no ambiente da bacia hidrográfica onde não se faça sentir a ação antrópica.

- Função social: quando seu uso objetivar garantir as condições mínimas de subsistência dentro dos padrões de qualidade de vida assegurados pelos princípios constitucionais, tais como:

a) abastecimento humano;
b) qualquer atividade produtiva com fins de subsistência, conceito a ser definido no regulamento desta lei para cada região hidrográfica do Estado, levando-se em conta suas peculiaridades climatológicas, fisiográficas e socioeconômicas.

- Função econômica: refere-se a todos os demais usos da água. No Art. 3º, esta Lei proclama os princípios básicos do setor de recursos hídricos, sendo:

a) Usos múltiplos: todos os tipos de uso terão acesso aos recursos hídricos, devendo a prioridade de uso obedecer a critérios sociais, ambientais e econômicos;
b) Adoção da unidade hidrográfica: a bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos;
c) Valor econômico da água: os recursos hídricos constituem um bem econômico, dotado, portanto, de valor econômico.

O abastecimento humano e a dessedentação de animais terão prioridade sobre todos os demais usos.

4.5 Índice de qualidade da água (IQA)

Para a determinação da qualidade da água existem vários parâmetros que podem ser analisados. Como nem sempre é fácil assimilar e disseminar informações

referentes à qualidade da água foram desenvolvidos diversos índices de qualidade de água em diversos países. Um índice é um número, calculado a partir dos dados de qualidade que pode ser considerado como uma nota atribuída à água, em termos de qualidade.

Deve-se considerar que esse índice é apenas uma estimativa, uma simplificação da realidade, pois nem todos os parâmetros de qualidade da água são considerados no cálculo do índice. Portanto, sempre existem limitações na utilização dos valores dos índices de qualidade das águas, pois nem sempre representam a realidade da qualidade das águas.

Para uma interpretação ecológica da qualidade das águas superficiais e/ou para estabelecer um sistema de monitoramento, é necessário a utilização de métodos simples e que dêem informações objetivas e interpretáveis, partindo para critérios próprios que considerem as características peculiares dos recursos hídricos (PINEDA; SCHAFER, 1987). Neste aspecto, o uso de índices de qualidade de água é uma tentativa que todo programa de monitoramento de águas superficiais prevê como forma de acompanhar, através de informações resumidas, a possível deterioração dos recursos hídricos ao longo da bacia hidrográfica ou ao longo do tempo.

Na busca de indicadores de qualidade de água, várias técnicas têm sido utilizadas sendo a mais empregada o IQA, desenvolvido pela *National Sanitation Foundation Institution* e usado em países como EUA, Brasil e Inglaterra (OLIVEIRA, 1993; OREA, 1998).

Estes índices contemplam um grau de subjetividade, pois dependem da escolha das variáveis que constituirão os indicadores principais das alterações da qualidade da água. Índices baseados em técnicas estatísticas favorecem a determinação dos indicadores mais característicos do corpo de água em estudo, embora não permitam generalizações para outros corpos de água. Por outro lado, como instrumento de avaliação ao longo do tempo ou do espaço, estes índices permitem acompanhar as alterações ocorridas no eixo hidrográfico (TOLEDO et al. 2002).

Uma forma de avaliar e monitorar os efeitos das atividades antrópicas da bacia hidrográfica sobre a qualidade da água é o emprego do IQA, que se baseia principalmente em fatores limnológicos e físico-químicos. Índices de qualidade da água são aplicados em várias regiões dos Estados Unidos, na Escócia, na Polônia e em vários estados

do Brasil, (OTTO, 1978; BALL; CHURCH, 1980). Embora o IQA tenha sido elaborado para condições regionais do hemisfério norte, no Brasil ele tem sido aplicado como índice geral de qualidade das águas em corpos de água (CETESB, 2006).

Conte et al., (2001) utilizaram o IQA como ferramenta para uma avaliação preliminar da qualidade das cachoeiras mais freqüentadas da região de Botucatu, SP. O trabalho teve também como objetivo tornar as análises periódicas, afim de monitorar a qualidade das águas e a preservação ambiental.

Segundo Carvalho et al. (2000), a DBO e o IQA são instrumentos fundamentais para o diagnóstico da qualidade ambiental de águas interiores, sendo importantes também no controle e gerenciamento dos recursos hídricos. Estão entre os indicadores mais usados mundialmente na aferição da poluição hídrica. Enquanto a DBO evidencia o lançamento de esgotos domésticos na água, o IQA é um indicador mais genérico, revelador do processo de eutrofização das águas. Associados a outras informações ambientais e socioeconômicas são bons indicadores de desenvolvimento sustentável.

A criação do IQA pela *National Sanitation Foundation*, se baseou em uma pesquisa feita a 142 pesquisadores de diversas especialidades da hidrologia. Esses profissionais indicaram os parâmetros de qualidade da água que deveriam ser medidos, o peso relativo dos mesmos e a condição em que se apresentava cada parâmetro, segundo uma escala de valores. Dos 35 parâmetros de qualidade da água indicados inicialmente 9 foram selecionados. Foram estabelecidas curvas de variação da qualidade da água de acordo com o estado ou condição de cada parâmetro.

O IQA é determinado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: Oxigênio dissolvido, Demanda bioquímica de oxigênio, Coliformes termotolerantes, Temperatura, pH, Nitrogênio total, Fosfato total, Sólidos totais e Turbidez (CETESB, 2006).

$$IQA = \prod_{i=1}^{n} q_i^{\,wi} \qquad \textbf{(1)}$$

Onde:

IQA: índice de qualidade das águas, um número entre 0 e 100;

q_i: qualidade do iésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido a partir do gráfico de qualidade em função de sua concentração ou medida;

w_i: peso correspondente ao iésimo parâmetro, atribuído em função da importância desse parâmetro para a conformação global da qualidade, um número entre 0 e 1.

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1 \qquad \textbf{(2)}$$

Sendo "n" o número de parâmetros que entram no cálculo.

No cálculo do IQA não são levados em conta os elementos tóxicos. Estes são considerados indiretamente através de uma variável binária que assume valor zero. A rigor, a nota final de uma amostra extraída num determinado ponto de amostragem será o resultado do produto do IQA pelo IT (índice de toxicidade), representado pela variável binária (0 ou 1).

O índice de Toxicidade não inclui todas as substâncias tóxicas potencialmente poluidoras presentes em águas naturais, mas apenas algumas das mais representativas.

Carvalho et al. (2000), em seus estudos sobre a relação da atividade agropecuária com os parâmetros físicos e químicos da água, observaram que foram detectados compostos organoclorados nos cursos de água do referido estudo, mesmo o IQA apresentando resultados que permitissem a utilização dos mananciais. Dessa forma, o IQA ainda é um índice

aproximado, cujo cálculo não considera outros contaminantes potenciais e, portanto não atinge uma abordagem multidimensional, limitando seu poder de discriminação.

Uma avaliação rigorosa da qualidade de corpos de águas não pode ficar restrita apenas aos resultados do IQA, uma vez que esse índice leva em consideração apenas os parâmetros que podem afetar as propriedades organolépticas, o equilíbrio ecológico (por exemplo, eutrofização) e os riscos sanitários mais imediatos. Com efeito, outras substâncias tais como hidrocarbonetos tóxicos e metais pesados precisam ser igualmente consideradas, as quais podem ocorrem em concentrações potencialmente danosas à saúde e bem estar dos seres vivos, mesmo em águas que dêem IQA na faixa do ótimo, conforme (MELO JÚNIOR, 2003).

Segundo Haase e Possoli (1993), embora existam diferentes contribuições do ambiente terrestre ao aquático, o IQA medido na porção final não retrata as alterações ao longo do canal, sendo um índice útil, porém pouco abrangente. Para viabilizar a avaliação da qualidade por índices, já foi utilizada análise fatorial com bons resultados em áreas sujeitas à diferentes regimes hidrológicos.

Um dos métodos usados na formulação de índices de qualidade de água baseia-se na técnica multivariada da análise fatorial, principalmente devido à possibilidade de interpretação dos dados (SHOJI et al., 1966; LOHANI; MUSTAPHA, 1982; HAASE; POSSOLI, 1993). Esse método representa uma forma exploratória de conhecer o comportamento dos dados a partir de uma dimensão reduzida do espaço original dos parâmetros. As variáveis mais representativas do corpo hídrico são selecionadas, favorecendo a definição de indicadores mais sensíveis, tanto para adoção de um programa de monitoramento como para avaliação das alterações ocorridas nos recursos hídricos.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Descrição geral da área de estudo

A descrição das informações referentes ao Estado de Mato Grosso, e do município de Tangará da Serra, onde está localizada a área de estudo, foram obtidas à partir de trabalho realizado pela Prefeitura Municipal de Tangará da Serra (PREFEITURA MUNICIPAL DE TANGARÁ DA SERRA, 2002).

5.1.1 O Estado de Mato Grosso

Terceiro maior estado do país, Mato Grosso possui um planalto com grandes chapadas e grandes áreas de planície pantaneira. São três os principais ecossistemas da região: pantanal, cerrado e floresta Amazônica, que ocupa metade da área do estado. No pantanal, vivem inúmeras espécies de animais, incluindo centenas de tipos de aves aquáticas.

A procura por áreas para criação de gado e para o desenvolvimento da agricultura - especialmente soja e algodão - provocou desmatamento e queimadas, que resultaram em graves danos ambientais. Segundo o IBAMA, entre 1996 e 1999, foram derrubadas aproximadamente 900 mil hectares de floresta, sendo que 40 % dos focos de incêndio registrados no país, em 1999, se localizavam em Mato Grosso.

No início da década de 90, a economia do estado cresceu em ritmo acelerado, com o desenvolvimento da agroindústria e com a política de benefícios fiscais do

governo, que atraiu muitos imigrantes para a região. O desenvolvimento econômico multiplicou o número de municípios no estado, que incorporaram costumes de populações vindas de diversas partes do país.

Em todo o estado, constata-se um agrupamento desigual da população: em algumas cidades, como Cuiabá, o adensamento é superior a 100 pessoas por km^2, enquanto que em outros municípios não chega a 2 habitantes por km^2.

5.1.2 Localização geográfica

Encontra-se situado na região Centro-Oeste do Brasil entre os paralelos 08º 00 a 18º 00 S e Meridianos 50º 00 a 62º 00 W, cuja extensão territorial é de 906.806,9 Km^2, limitando-se ao Norte com os Estados do Amazonas e Pará, ao Sul com o Estado de Mato Grosso do Sul; a Leste com os Estados de Goiás e Tocantins e a Oeste com o Estado de Rondônia e com a Bolívia.

5.1.3 População

A população de Mato Grosso é de 2.749.145 habitantes, segundo o último levantamento feito pelo IBGE em julho de 2004. Esta população representa um aumento em 3,69% em relação à 1º de julho de 2003, desigualmente distribuídas pela extensão territorial do estado. Algumas áreas são densamente povoadas, como a capital, Cuiabá, e o município de Várzea Grande, onde a densidade demográfica é de, respectivamente, 102 e 180 $hab.km^{-2}$. Em áreas pouco habitadas, como a região Norte do Estado, a densidade demográfica é de 1,8 $hab.km^{-2}$.

5.1.4 Clima

O Estado de Mato Grosso apresenta um clima tipicamente tropical, destacando apenas duas categorias quanto ao regime térmico, sendo a de clima quente na região do Pantanal e Norte do Estado e sub-quente nas regiões de chapadas. Com relação aos

aspectos pluviométricos o Estado apresenta duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca.

A precipitação pluviométrica varia de 1.100 a 2.200 $mm.ano^{-1}$. A maior concentração de chuvas ocorre no período de novembro a março, os meses mais secos são de junho a setembro. A temperatura média anual situa-se entre 20 a 26ºC, com máximas de 42ºC e mínimas de 8ºC.

5.1.5 Economia

A economia do Estado de Mato Grosso está baseada principalmente no setor produtivo e extrativista primário, sendo que os setores de mineração, comércio e indústria de transformação ocupam uma posição de menor importância econômica.

Na agricultura destacam-se as culturas mecanizadas, principalmente a soja, e outras como: arroz, milho, cana-de-açúcar e algodão. Em menor escala são cultivadas culturas de mandioca, banana e seringueira. Recentemente novas culturas vem sendo implantadas com sucesso, a exemplo de frutíferas como a uva e o abacaxi.

A atividade pecuária caracteriza-se pelo predomínio da bovinocultura de corte, sendo o rebanho do Estado um dos maiores do Brasil. A bovinocultura leiteira encontra-se em fase de crescimento, as maiores bacias leiteiras estão localizadas na região de Rondonópolis, Cuiabá e Cáceres.

A suinocultura e avicultura também encontram-se em fase de expansão, impulsionadas pela implantação no Estado de indústrias frigoríficas de grande porte.

O desmatamento ainda ocupa lugar de destaque na economia estadual, devido a grande disponibilidade de madeira com potencial para beneficiamento.

A mineração apresenta-se em gradativo declínio causado pela exaustão dos recursos minerais devido à intensa exploração ocorrida nos últimos anos.

Os setores do comércio e da indústria apresentam uma relação estreita com o setor primário de produção do Estado. A maioria dos produtos visa atender às atividades agropecuárias.

5.1.6 O Município de Tangará da Serra-MT

Tangará da Serra polariza uma região de alto índice produtivo, que é o Médio Norte e também o Noroeste de Mato Grosso. Tangará da Serra consolida-se como a sexta economia de Mato Grosso, devido principalmente às atividades agro-industriais e comerciais.

O município de Tangará da Serra conta com uma área de mais de 10 mil quilômetros quadrados de extensão geográfica no alto da Serra de Tapirapuã.

Localiza-se no degrau anterior à Serra dos Parecis, divisor de águas entre as bacias do Rio Amazonas e do Rio Paraguai. O solo teve origem de rochas basálticas cuja formação geológica data de aproximadamente 120 milhões de anos, tendo como características marcantes o basalto chumbo-cinzento e diabásios intercalados.

5.1.7 Localização do Município de Tangará da Serra-MT

- **Coordenadas Geográficas**: Latitude 14º 04' 38" S e Longitude 57º 03' 45" W.

- **Área Geográfica**: A área do Município abrange 11.423,04 km². As Reservas Indígenas ocupam cerca de 51,15% do território, em uma área de aproximadamente 5.843 m².

5.1.8 Relevo

O município esta situado em área de planalto com rochas entalhadas na parte alta da bacia do Rio Sepotuba. A localização de Tangará da Serra é entre as serras de Tapirapuã e dos Parecis, que por sua vez delimitam dois ecossistemas importantes no território brasileiro: o Pantanal (Sul) e o Chapadão dos Parecis (Norte).

O relevo é distribuído da seguinte forma: 95% de relevo plano, 3% de relevo ondulado e 2% de relevo montanhoso, com uma altitude média de 423 metros acima do nível do mar.

5.1.9 Hidrografia

A hidrografia de Tangará da Serra é muito rica, sendo o Rio Sepotuba, afluente do Rio Paraguai, o seu principal rio. Dentre outros rios importantes, podemos destacar o Rio Formoso e o Rio Juba, que se unem ao Sepotuba. Também há rios menores, como o Rio do Sapo, o Rio Russo, além dos rios, Ararão, Estaca, Tarumã, Água Limpa, Bezerro Vermelho e o Rio Queima-Pé, que é objeto do presente estudo.

5.1.10 Composição da flora e fauna

A cobertura vegetal do município é representada em 55% por matas, sendo do tipo Equatorial semi-decídua. Os outros 45% da cobertura são representados pelos campos e cerrados. Na Tabela 1 estão representadas as espécies arbóreas existentes na área de estudo e na Tabela 2 as espécies animais (PREFEITURA MUNICIPAL DE TANGARÁ DA SERRA, 2002).

Tabela 1. Composição da flora.

Nome Comum	Nome Científico
Angico	*Anadenanthera columbrina*
Aricá	*Physocalymma scaberrium*
Aroeira	*Myraeroduon urundeuva*
Buriti	*Mauritia vinifera*
Chico magro	*Guazuma ulmifolia*
Cumbarú	*Dipteryx alata*
Embaúba	*Cecropia hololeuca*
Figueira	*Ficus sp*
Genipapo	*Genipa americana*
Gonçaleiro	*Astronium fraxinifolium*
Ingá	*Ingá edulis*
Ipê Amarelo	*Tabebuia vellosi*
Ipê Roxo	*Tabebuia impetiginosa*
Jangada, escova-de-macaco	*Apeiba tibourbou*
Jatobá	*Hymenaea courbaril*
Paineira	*Chorisia speciosa*
Pau-de-Óleo	*Copaifera langsdorffli*
Periquiteira	*Trema micrantha*
Pinho cuiabano	*Enterolobium contorticilicum*
Sucupira-Branca, Faveira	*Pterodon emarginatus*

Tarumarana, Mirindiba	*Terminalia tomentosa*
Vinhático	*Plathymenia reticulata*

Tabela 2. Composição da fauna.

Nome Comum	Nome Científico
Anta	*Tapirus terrestris*
Anu branco	*Guira guira*
Anu preto	*Crotophaga ani*
Arara amarela	*Ara ararauna*
Arara vermelha	*Ara chloroptera*
Ararinha azul	*Cyanopsitta spixii*
Capivara	*Hydrochoerus hydrochoeris*
Cateto	*Tayassu pecari*
Coelho/preá	*Cavia aperea*
Cutia	*Dasyprocta aguti Linnaeus*
Garça branca (boiadeira)	*Egreta thula*
Gavião carcará	*Anacardium othonianum*
Gavião quiquiri	*Falco sparverius*
Inhambu-xintã	*Crypturellus tataupa*
Lobete ou cachorro do mato	*Cerdocyon thous*
Macaco sauim	*Saguinus bicolor*
Marreco	*Anas Acuta*
Paca	*Agouti paca*
Papagaio	*Amazona brasiliensis*
Pássaro preto	*Gnorimopsar chopi*
Perdiz	*Rhynchotus rufescens da América do Sul*
Periquito	*Brotogeris veiridissimus*
Pomba juriti	*Leptotila verreauxi*
Pomba Rolinha	*Columbina minuta*
Quero-quero	*Vanellus chilensis*
Rãs	*Rana pipiens*
Rato-do-mato	*Kunsia fronto*
Sabiá	*Turdus rufiventris*
Seriema	*Cariama cristata*
Tatu	*Euphractus sexcintus*

5.1.11 Clima

De acordo com a classificação de “Koppen”, o clima da região pertence ao grupo A, ou Tropical. Neste grupo, o tipo climático que mais se identifica com a área é o Am, clima de monção ou intermediário entre cerrado e floresta (clima com pequeno

período de seca, mas com total de chuvas suficiente para suportar uma floresta tropical), acompanhado do índice "i" (diferença de temperatura entre o mês mais frio e o mais quente, menor que 5ºC) resultando no clima Ami. A temperatura média oscila entre os 16 e 36ºC e a média da umidade relativa do ar é de 80%.

Segundo Vela et al. (2006), o regime pluviométrico é caracterizado por uma estação chuvosa, de outubro a março e outra seca, de abril a setembro. No ano de 2005 a precipitação pluviométrica atingiu 1.370,60 mm (Figura 1).

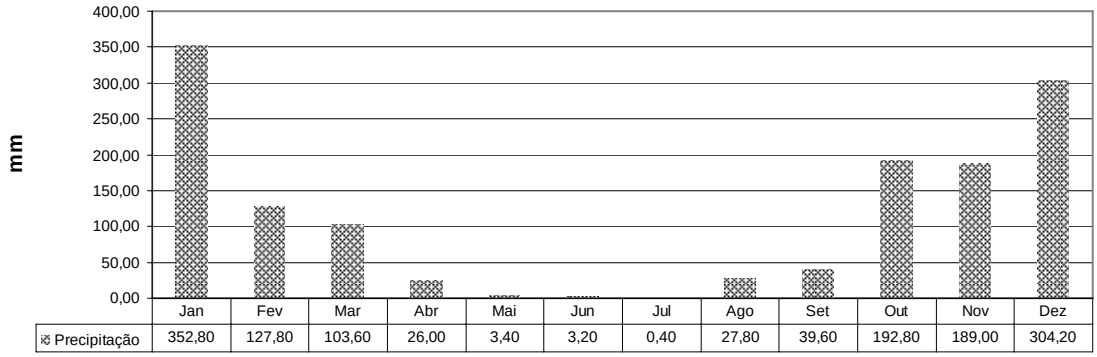


Figura 1. Precipitação pluviométrica no município de Tangará da Serra-MT.

5.1.12 População

A população do município de Tangará da Serra, conforme os dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do senso de 2005 é de 70.259 habitantes (IBGE, 2005).

5.1.13 Solos

Os solos do município, em sua grande maioria, são representados pelos Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho-Amarelo. Ocorrem, também, Nitossolos Vermelhos e Neossolos Quartzarênicos.

5.1.14 Economia

A economia do município de Tangará da Serra tem como base principal a agricultura e a pecuária.

A agricultura vem sendo desenvolvida em uma área de cerca de 160.000 ha, destacando-se as culturas da soja, milho, arroz, algodão, cana-de-açúcar, dentre outras.

O município conta com uma área de 255.000 ha de pastagem cultivada. Apresenta um rebanho bovino extensivo de cerca de 217.000 cabeças e um rebanho leiteiro de cerca de 20.000 cabeças.

Dentre outras atividades podemos destacar a produção de frangos de corte, a piscicultura, a suinocultura, dentre outras atividades.

5.1.15 A microbacia hidrográfica do Rio Queima-Pé

O Rio Queima-Pé nasce ao sul do Município de Tangará da Serra junto as Glebas Esmeralda, Santa Fé e Aurora, margeando parte da Sede do Município. A área de estudo tem início na nascente do Rio Queima-Pé até lagoa de captação de água do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE), (Figuras 2 e 3).

Figura 2. Nascente do Rio Queima-Pé.

Figura 3. Lagoa de captação de água do SAMAE.

O Rio Queima-Pé tem por afluentes, na sua margem direita, os córregos Figueira e Cristalino, os quais atravessam loteamentos urbanos (Vila Alta; Jardim Presidente; Vila Emeralda e San Diego). Na margem esquerda do Rio Queima-Pé, existem três afluentes, os córregos da Pedreira, Tapera e Uberabinha, que atravessam diversas propriedades rurais.

A Lei 9.433/97 define a bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A gestão dos recursos hídricos deve-se dar de forma integrada, descentralizada e participativa, considerando as diversidades sociais, econômicas e ambientais do País. Baseado nisso definiu-se a divisão hidrográfica adotada no Plano Nacional de Recursos Hídricos - PNRH, apoiando-se em uma metodologia que proporciona o referenciamento de bases de dados para a sistematização e compartilhamento de informações (BRASIL, 1997). Foram definidas 12 regiões hidrográficas para o território brasileiro, compostas por bacias hidrográficas próximas entre si, com semelhanças ambientais, sociais e econômicas (Figura 4).

A área de estudo está localizada na região hidrográfica do Paraguai. Esta região hidrográfica apresenta importância no contexto nacional, pois inclui o Pantanal, uma das maiores extensões úmidas contínuas do planeta, considerado Patrimônio Nacional pela Constituição Federal de 1988 e Reserva da Biosfera pela UNESCO no ano de 2000. A área de estudo está geograficamente localizada entre as coordenadas 14º36’59” e 14º43’30” de latitude sul e, 57º26’45” e 57º33’25” de longitude oeste de Greennwich (Figura 5).

Figura 4. Regiões hidrológicas nacionais (BRASIL, 1997).

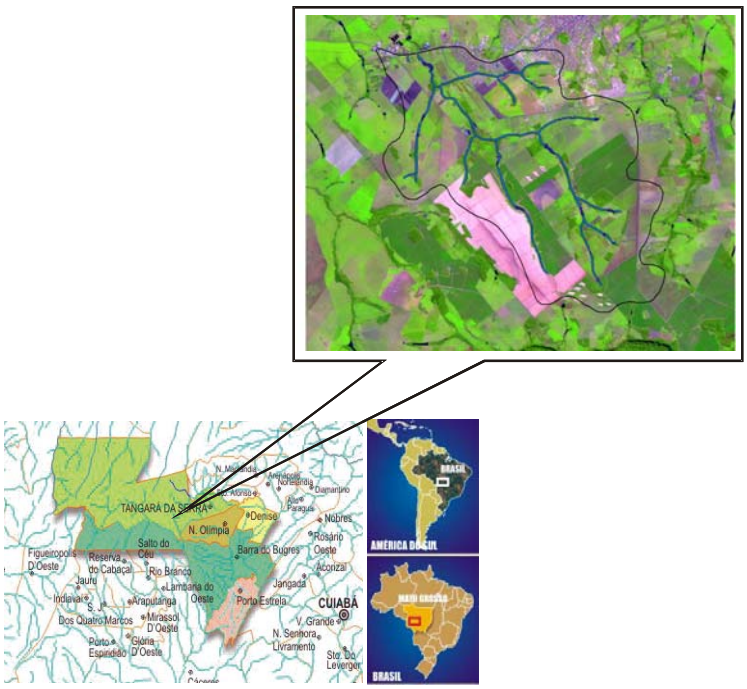


Figura 5. Localização da área de estudo.

5.2 Material

5.2.1 Material cartográfico

Para a vetorização da rede de drenagem e estradas municipais, foram utilizadas as cartas planialtimétricas do Exército Brasileiro em escala 1:100.000, com eqüidistância vertical entre as curvas de nível de 50 m.

5.2.2 Interpretação de imagens de satélite

Para o mapeamento de uso e ocupação do solo e das formações vegetais, foram interpretadas as imagens orbitais do satélite Landsat - TM 5, bandas 3, 4 e 5, em formato digital, com passagem em 2004, geradas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE. O Sistema *Thematic Mapper* (TM) é um sensor de varredura multiespectral, que opera simultaneamente em sete bandas espectrais, sendo três no visível (bandas 1, 2 e 3), uma no infravermelho próximo (banda 4), duas no infravermelho médio (bandas 5 e 7) e uma

no infravermelho termal (banda 6). Nas bandas 3, 4 e 5, utilizadas nas imagens deste trabalho, o sensor TM possui uma resolução espacial de 30 metros. A área total coberta por este sensor em cada imagem é de 185 km x 185 km na terra.

A combinação de composições coloridas das bandas 3, 4 e 5, foi utilizada para a interpretação do uso das formações vegetais, permitindo uma melhor discriminação entre as categorias do tema.

5.2.3 Equipamentos

Neste trabalho todos os procedimentos envolvidos para a entrada, manipulação e armazenamento dos dados, foram realizados através dos seguintes equipamentos de informática:

- Computador Pentium IV, 2.8 GHz, 512 MB de memória RAM, disco rígido de 40 GB, monitor SVGA de 17”, impressora HP Deskjet 840 C e um scanner HP Scanjet 3400C.

Para o levantamento planialtimétrico da área, foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Receptor GPS Garmim, modelo GPS76 para navegação;
- Receptor GPS Mobile Mapper CE Pós-Processado, em plataforma Windowns CE com 14 canais independentes rastreando a portadora L1 e C/A, memória interna de 128 MB, memória RAM de 64 MB, processador ARM9, precisão de 50 cm com correção utilizando o código C/A (Figura 6);
- Receptor GPS Magellan Promark 2, para base com canais independentes de L1 e C/A, 8 MB de memória, coleta de dados em modo estático, precisão esperada (rms): horizontal: 5 mm + 1ppm e vertical: 10 mm + 2ppm (Figura 7).

Figura 6. Receptor GPS Mobile Mapper CE Pós-Processado.

Figura 7. Receptor GPS Magellan Promark 2.

5.2.4 Programas utilizados

Para a entrada dos dados, armazenamento, manipulação e geração de mapas temáticos, foi utilizado o programa ArcView GIS 3.2 (ESRI, 2000).

5.3 Métodos

5.3.1 Banco de dados digital

Para a criação do banco de dados digital foi utilizada a imagem georreferenciada do satélite Landsat - TM 5, bandas 3, 4 e 5. Para a manipulação da imagem foi utilizado o programa ArcView GIS 3.2 (ESRI, 2000).

No próprio ArcView GIS 3.2 (ESRI, 2000) foi realizada a vetorização de alguns mapas temáticos como: Curvas de nível, Rede de drenagem, Perímetro, Hierarquia fluvial, Estradas municipais, APP´s, Mapa de solos e Mapa de Uso e Ocupação do solo.

Para a criação do mapa das curvas de nível foi necessário realizar o levantamento planialtimétrico da área de estudo. As informações referentes às coordenadas geográficas, bem como as cotas altimétricas para a realização da interpolação dos dados planialtimétricos, possibilitou a geração de um mapa com as curvas de nível da bacia. A partir do mapa com as curvas de nível foi gerado o Modelo Digital de Elevação do Terreno (MDT), que apresenta a magnitude altimétrica da bacia. Para facilitar a visualização da conformação topográfica da bacia, foi gerado também o mapa 3D da área de estudo.

Utilizando a imagem do Satélite Landsat 5 bandas TM 3,4 e 5, foi realizada a classificação supervisionada identificando as APP´s. Em conjunto com a classificação supervisionada foi realizado um levantamento de campo com o auxílio de um GPS, visando a constatação das informações adquiridas a partir da imagem do satélite.

Os dados físicos e químicos referentes à tipologia dos solos da área estudada, foram obtidos através de coleta de amostras de solo em duas profundidades, de zero a 20 cm e de 21 a 40 cm. Ao todo foram coletadas 13 amostras, totalizando 26 amostras nas duas profundidades citadas (Figura 8). Para o georreferenciamento da localização dos pontos de amostragens de solo, foi utilizado um Receptor GPS Garmin 76 – Mariner Navigator.

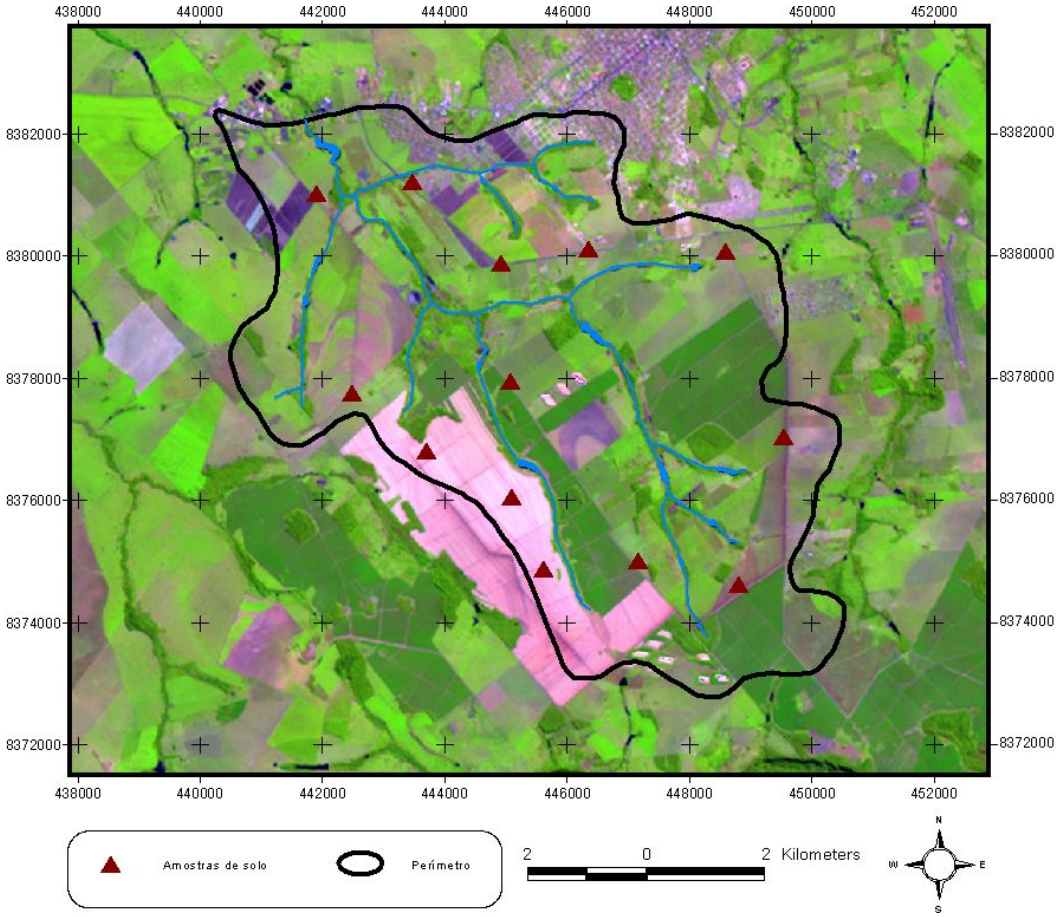


Figura 8. Amostragem de solos.

5.3.2 Parâmetros de qualidade de águas

A coleta de amostras para a determinação da qualidade das águas é considerada, algumas vezes, como sendo uma atividade simples e que não requer maiores critérios técnicos. Por definição, uma amostra deve representar a síntese do comportamento do universo estudado, e, assim, a sua coleta exige o mesmo rigor científico que as demais etapas de um programa de amostragem. Dessa forma, a consideração básica na determinação das características da qualidade da água da área de estudo é a obtenção de uma série de amostras que representem o todo. Isto é relativamente simples para o caso idealizado de um corpo de água homogêneo e em movimento permanente. Todavia, poucos corpos hídricos podem ser assumidos como completamente homogêneos e, essencialmente, em todos haverá variação por completo da qualidade da água de tempos em tempos.

Deste modo, seguindo a metodologia proposta pela Cetesb (1987), foi realizada a coleta de amostras de águas superficiais em diferentes pontos, visando o monitoramento da sua qualidade (Figura 9).

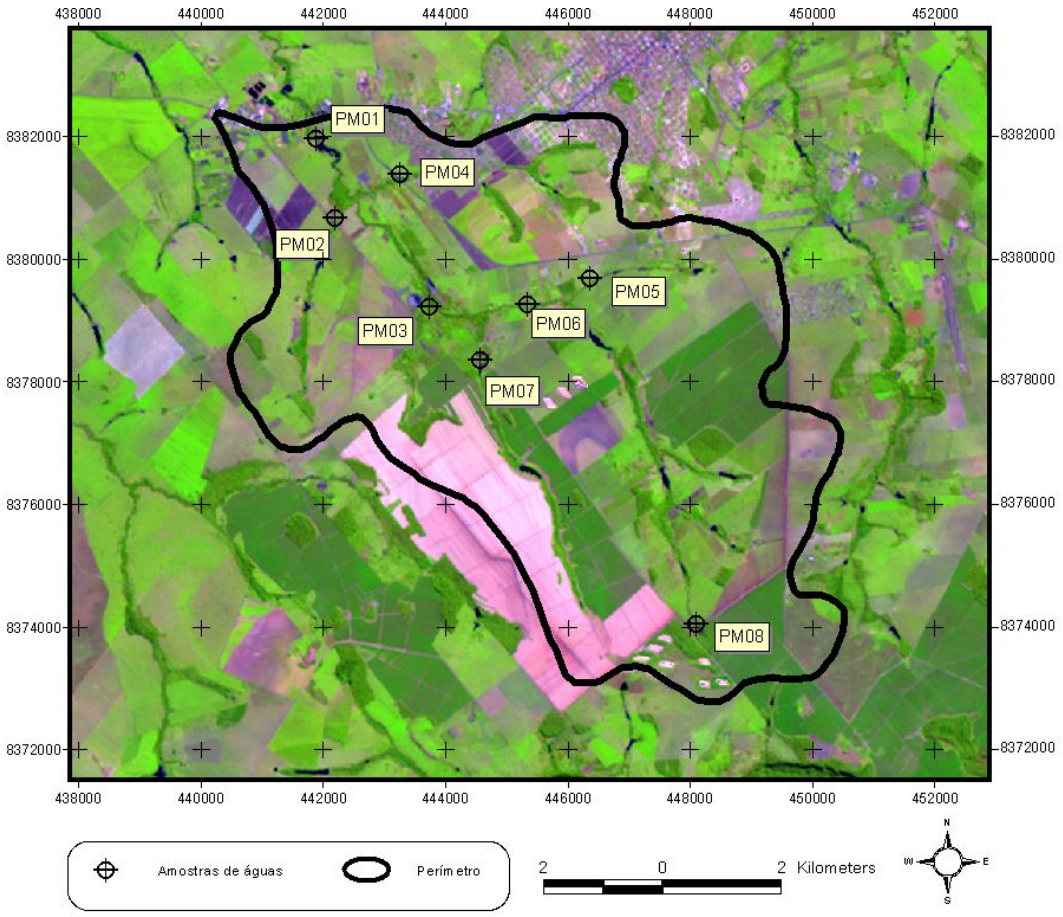


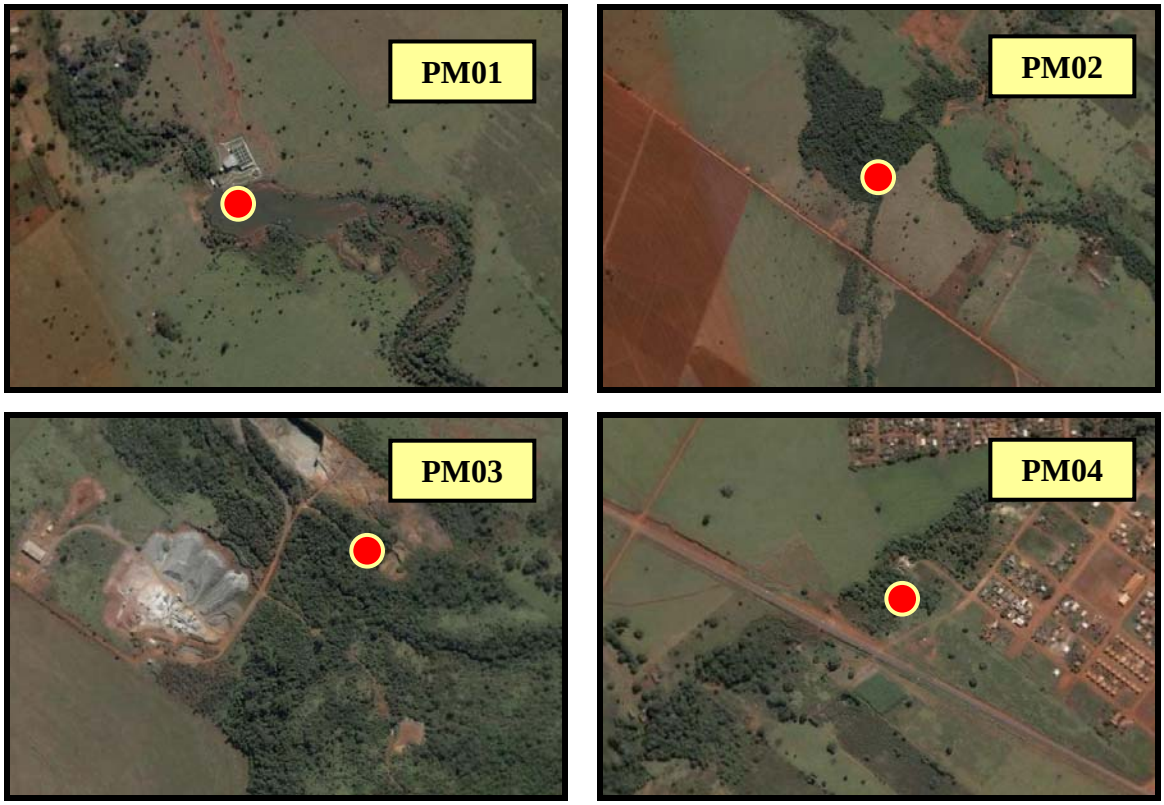
Figura 9. Pontos de monitoramento de águas superficiais.

As amostragens foram realizadas entre os meses de janeiro à dezembro de 2005, sempre no período da manhã, no horário compreendido entre às 6:00h as 8:00h. As amostragens contemplaram todos os rios e córregos afluentes do Rio Queima-Pé, o principal curso de água da bacia, desde a sua nascente até a lagoa de captação de água para o abastecimento urbano (Tabela 3).

Tabela 3. Pontos de monitoramento de águas superficiais.

Pontos de Monitoramento	Local
PM01	SAMAE
PM02	Córrego Uberabinha
PM03	Córrego da Pedreira
PM04	Córrego Figueira
PM05	Córrego Cristalino
PM06	Ponte do Rio Queima-Pé
PM07	Córrego Tapera
PM08	Nascente do Rio Queima-Pé

Os pontos de monitoramento de qualidade de água da área de estudo estão geograficamente localizados (Figura 10).



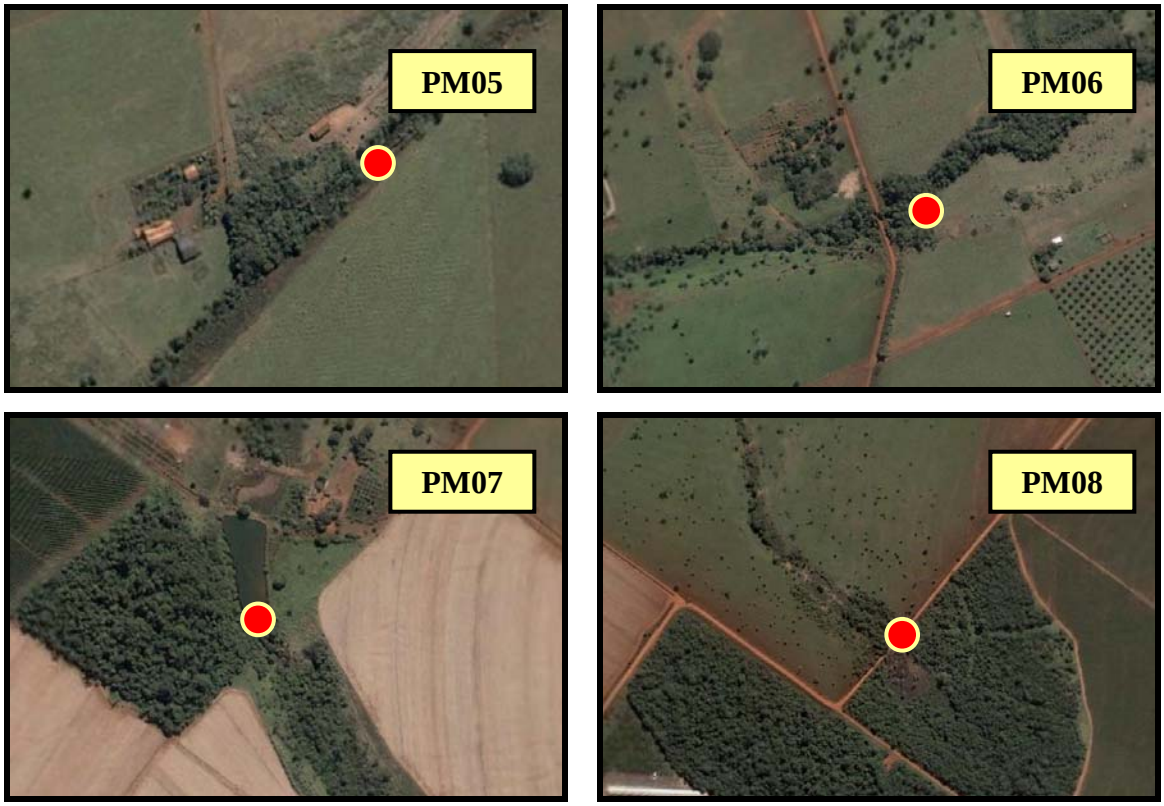


Figura 10. Localização geográfica dos pontos de monitoramento de águas superficiais.

As amostras foram acondicionadas em frascos esterilizados e encaminhadas em caixas térmicas, à temperatura de 4ºC, para serem feitas as respectivas análises em Laboratório credenciado pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente, localizado em Cuiabá-MT. As amostras foram analisadas segundo a metodologia proposta pelo *Standard Methods* (APHA,1989), e contemplaram os seguintes parâmetros:

- Demanda bioquímica de oxigênio (DBO);
- Oxigênio dissolvido (OD);
- pH;
- Temperatura da água;
- Turbidez;
- Nitrogênio total;
- Fosfato total;
- Sólidos totais e;
- Coliformes termotolerantes.

5.3.3 Índice de qualidade da água (IQA)

Vários parâmetros podem ser analisados visando a determinação da qualidade da água de uma rede de drenagem. Para um monitoramento ambiental eficaz, é imprescindível que as ferramentas utilizadas sejam simples e que forneçam resultados satisfatórios. O IQA é uma dessas ferramentas, pois, calculado a partir dos dados resultantes das amostras de qualidade das águas, o mesmo atribui uma nota à água, em termos de qualidade.

Na caracterização do IQA foram atribuídos pesos aos parâmetros, de acordo com sua importância relativa no cálculo do IQA, (Tabela 4).

Tabela 4. Peso dos parâmetros no cálculo do IQA.

Parâmetro Peso	w_i
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
PH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fosfato total	0,10
Temperatura da amostra	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos totais	0,08

Para o cálculo do IQA foram utilizadas as curvas de variação da qualidade da água de acordo com o estado ou condição de cada parâmetro (CETESB, 2006). As curvas de variação são utilizadas para os nove parâmetros que compõe o IQA (Figura 11).

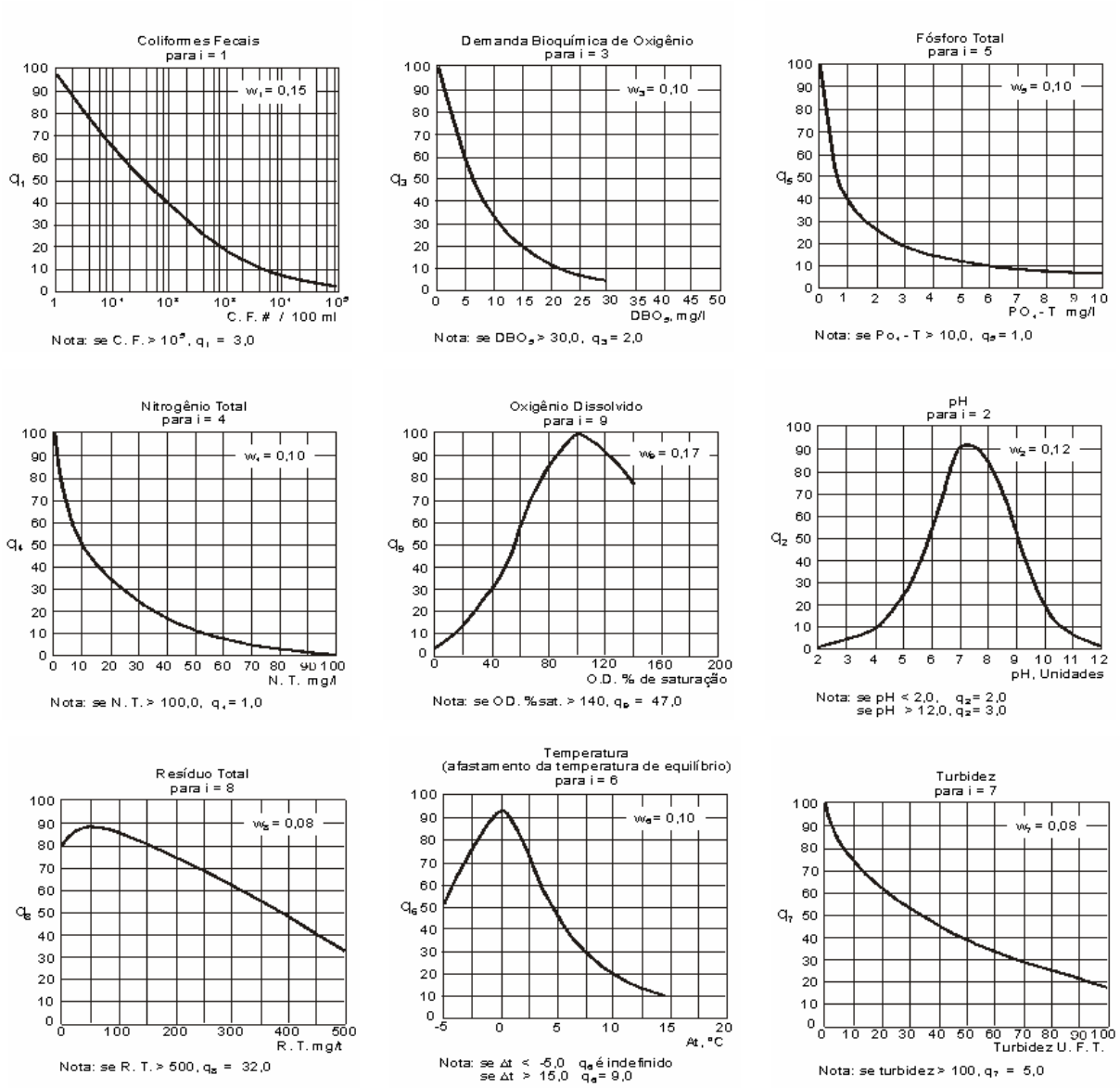


Figura 11. Curvas de variação da qualidade da água de acordo com o estado ou condição de cada parâmetro.

A seguir são descritos os nove parâmetros necessários para a determinação do IQA:

5.3.3.1 Temperatura

A temperatura foi considerada no cálculo do IQA como um desvio, seja qual for o nível da temperatura de equilíbrio. A temperatura de equilíbrio ocorre

naturalmente, quando ocorre despejo de efluentes aquecidos ou resfriados, alterando a temperatura natural dos cursos de água. Não havendo influência de lançamentos de efluentes que alterem a temperatura do curso de água, a temperatura de equilíbrio foi igual a zero.

5.3.3.2 Oxigênio dissolvido (OD)

O Oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgotos. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio. A quantidade de Oxigênio dissolvido em águas naturais varia, uma vez que depende da temperatura, salinidade, turbulência (mistura) da água, e pressão atmosférica (decrescente com a altitude). A concentração de Oxigênio dissolvido está sujeita a flutuações diárias e sazonais que foram devidas, em parte, a variações de temperatura, atividade fotossintética e vazão do rio.

5.3.3.3 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

A DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica pela decomposição microbiana aeróbia. A DBO é normalmente referida como a quantidade de oxigênio consumida durante um determinado período de tempo, a uma temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias, numa temperatura de incubação de 20°C, é freqüentemente utilizado e referido como DBO_{5-20}. Os despejos de origem orgânica são os maiores responsáveis pelo aumento da DBO.

5.3.3.4 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH define o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução. Os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade e, em conseqüência, alterações bruscas do pH de um curso de água podem ocasionar o desaparecimento de espécies da ictiofauna presente. Em cursos de água com grande população

de algas e em dias ensolarados, ocorre a elevação do pH. As algas ao realizarem a fotossíntese, retiram o gás carbônico, que é a principal fonte natural de acidez da água.

5.3.3.5 Turbidez

A turbidez é uma medida das partículas suspensas como: silte, argila, matéria orgânica, plâncton e organismos microscópicos, os quais normalmente são mantidos em suspensão por fluxo turbulento e movimento Browniano. A quantidade de materiais sólidos em suspensão na água pode resultar de erosão natural e ser agravada pelo escoamento superficial, na época das chuvas.

5.3.3.6 Nitrogênio total

A atmosfera é composta de 78% de nitrogênio, além de estar presente também nas rochas sedimentares. Os compostos de nitrogênio estão presentes na maioria das plantas e animais e, conseqüentemente, na matéria orgânica em decomposição. Os nitratos constituem um importante índice na presença de despejos orgânicos em cursos de água.

5.3.3.7 Fosfato total

O fósforo é originado naturalmente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica. Uma vez que o fósforo é um nutriente essencial para as plantas, pode ser um fator limitante para o seu desenvolvimento. Na água, a forma combinada do elemento varia continuamente devido aos processos de decomposição e síntese entre formas associadas organicamente e formas inorgânicas oxidadas. O fósforo é raramente encontrado em concentrações significativas em águas superficiais, já que é ativamente absorvido pelas plantas. Altas concentrações de fósforo nos cursos de água indicam despejos domésticos e industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes. A presença de fósforo nos corpos de água desencadeia o desenvolvimento de algas ou outras plantas aquáticas indesejáveis, principalmente em reservatórios ou águas paradas, podendo conduzir ao processo de eutrofização.

5.3.3.8 Sólidos totais

Os sólidos presentes nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado.

Os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem se sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia.

5.3.3.9 Coliformes termotolerantes

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

As bactérias Coliformes termotolerantes reproduzem-se ativamente a 44,5ºC. O uso das bactérias Coliformes termotolerantes para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme total, porque as bactérias termotolerantes estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Banco de dados digital

Na Figura 12 estão representadas as cotas altimétricas do terreno, obtidas das cartas do Exército Brasileiro, escala 1:100.000, com uma eqüidistância vertical entre as curvas de nível de 50 metros. Para melhor representar a área de estudo foi realizado um levantamento topográfico mais detalhado das curvas de nível. Foi utilizado um receptor GPS *Magellan Promark* 2 como base para a correção dos pontos levantados. Esse equipamento ficou em um local com latitude, longitude e altitude conhecidas. A marcação dos pontos em toda a área da bacia foi realizada com o Receptor GPS *Mobile Mapper*. Esse levantamento identificou 173 coordenadas geográficas localizadas no interior da área de estudo, bem como algumas coordenadas fora do seu perímetro, para melhorar a qualidade da informação. O levantamento consistiu dos dados referentes às coordenadas planas, x, y, e z (Figura 13).

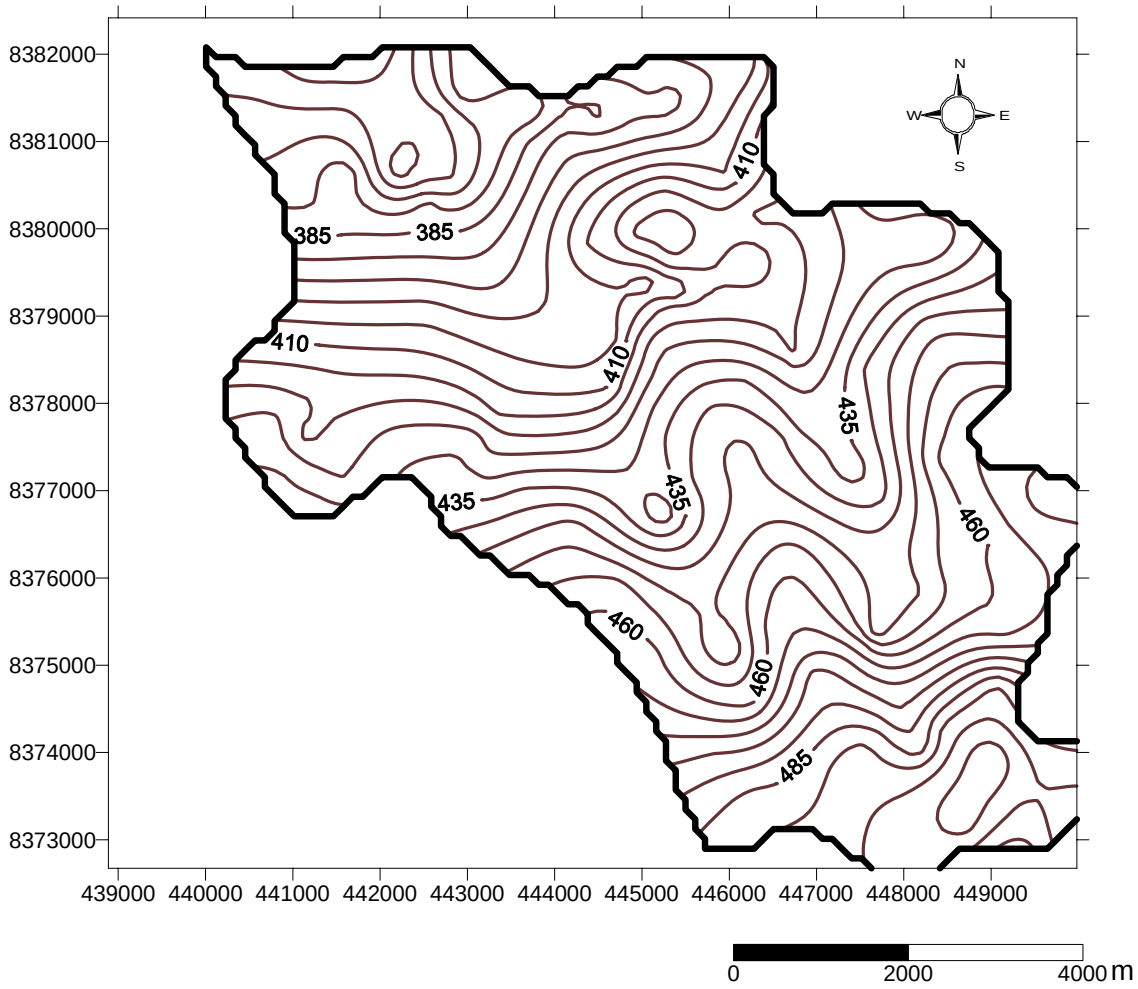


Figura 12. Mapa altimétrico.

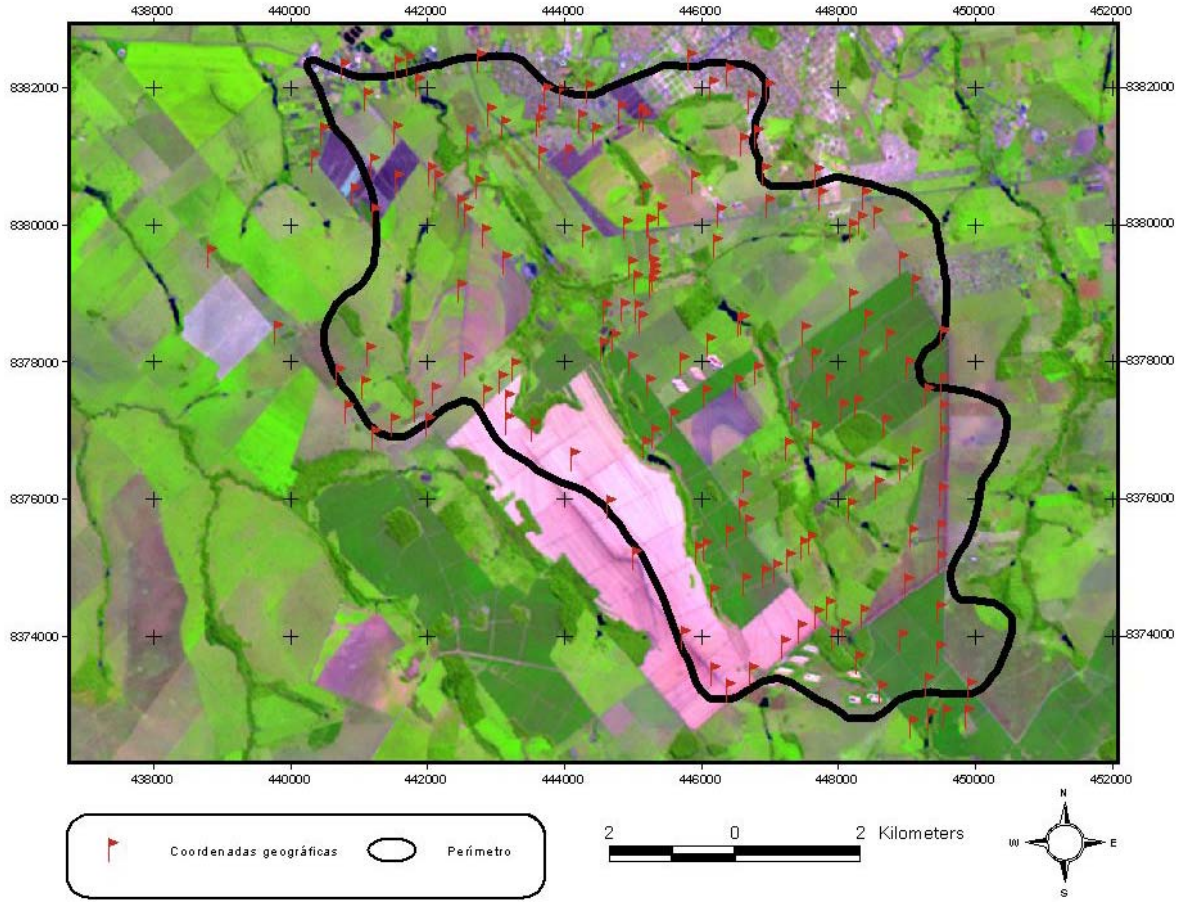


Figura 13. Pontos de controle para o levantamento planialtimétrico.

Na vetorização da rede de drenagem foram considerados os cursos de água perenes. A vetorização da rede hidrográfica totalizou uma extensão de aproximadamente 37 km (Figura 14).

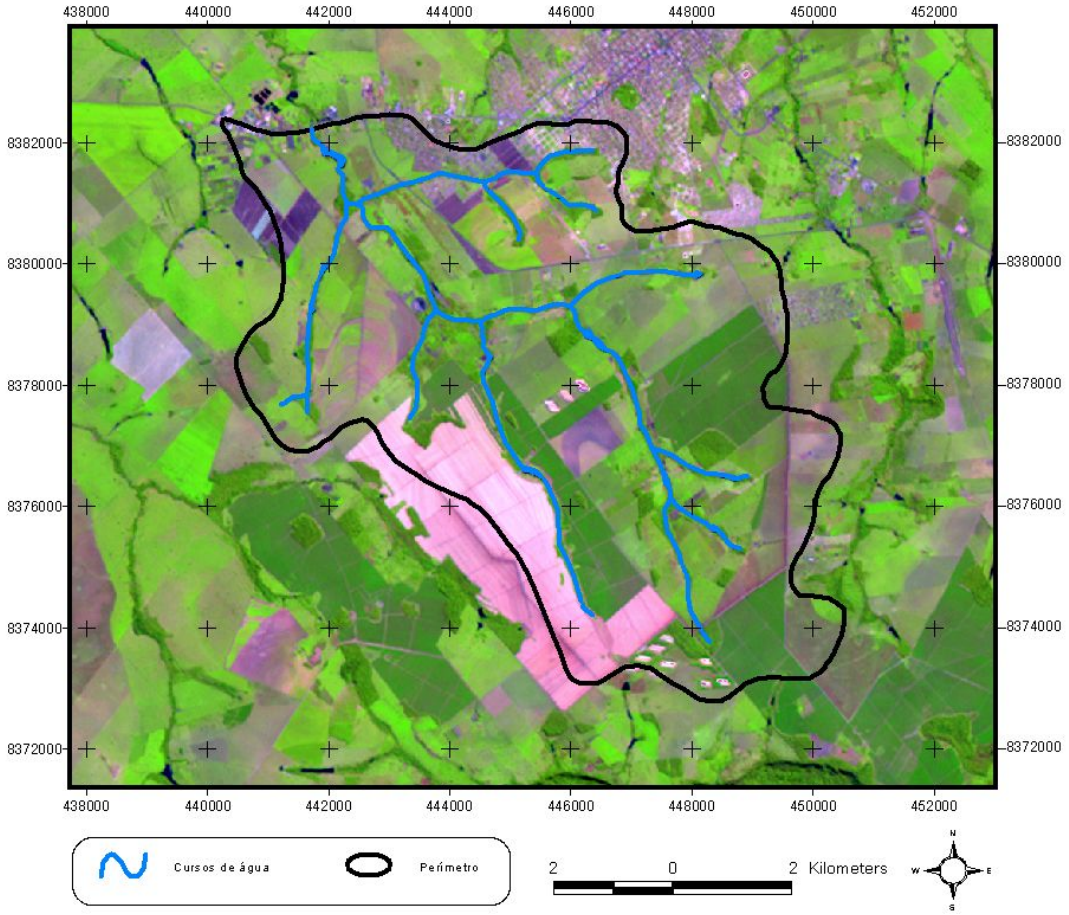


Figura 14. Rede de drenagem.

A hierarquia fluvial é um processo que consiste em uma classificação para cada curso de água no conjunto total da bacia hidrográfica. Ela consiste em numerar os cursos de água em ordem crescente, a partir da nascente até a foz. Os menores canais são os canais de primeira ordem. A união de dois canais de primeira ordem gera um canal de segunda ordem, e assim sucessivamente. Esse procedimento facilita os estudos morfométricos sobre as bacias hidrográficas, tais como análise linear, hipsometria e área. Permite também entender o grau de organização e a complexidade do sistema hidrográfico.

O Rio Queima-Pé, principal curso de água da bacia, percorre um trecho de aproximadamente 12,5 km, da sua nascente até a lagoa de captação para o abastecimento urbano do Município de Tangará da Serra-MT. A área de estudo foi classificada como sendo uma bacia de 3ª Ordem de Ramificação, segundo a classificação de Strahler

(1956), possuindo uma distribuição espacial da sua rede de drenagem do tipo paralela (Figura 15).

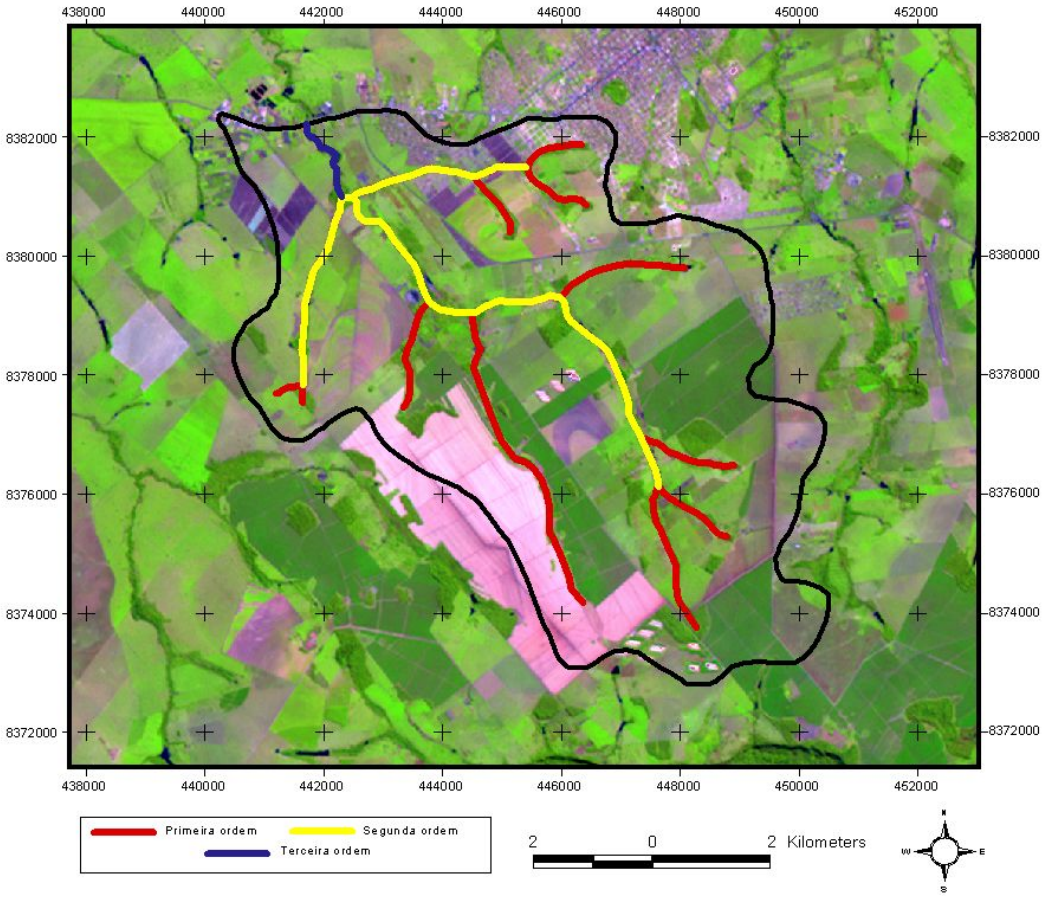


Figura 15. Hierarquia fluvial.

Na Figura 16, foram vetorizadas as estradas municipais que estão localizadas no interior da microbacia, totalizando 31,3 km. As estradas e carreadores estão servindo de caminho para o escoamento superficial, vindo a ocasionar o início de processos erosivos (Figura 17). Na estação chuvosa este problema se agrava, pois a velocidade e quantidade de fluxo aumentam. Em vários locais foi constatado o assoreamento de nascentes e córregos, causados principalmente pelo transporte de resíduos e sedimentos através das estradas e carreadores.

Costa (2000) em seus estudos também destacou que uma das principais maneiras de se combater a erosão provocada pela chuva, é a correção e recuperação de

estradas vicinais. Em alguns casos, o trajeto das estradas sofreu alterações para se adequar às práticas de conservação do solo. Na definição dos trechos de estradas a serem recuperadas, a participação dos agricultores é de fundamental importância. Dessa forma evita-se que haja ingerência política, além da garantia de que as decisões sejam tomadas com base em critérios técnicos, e principalmente, que sejam atendidos os interesses explicitados pela comunidade local, uma vez que são os agricultores os principais beneficiados pelas ações.

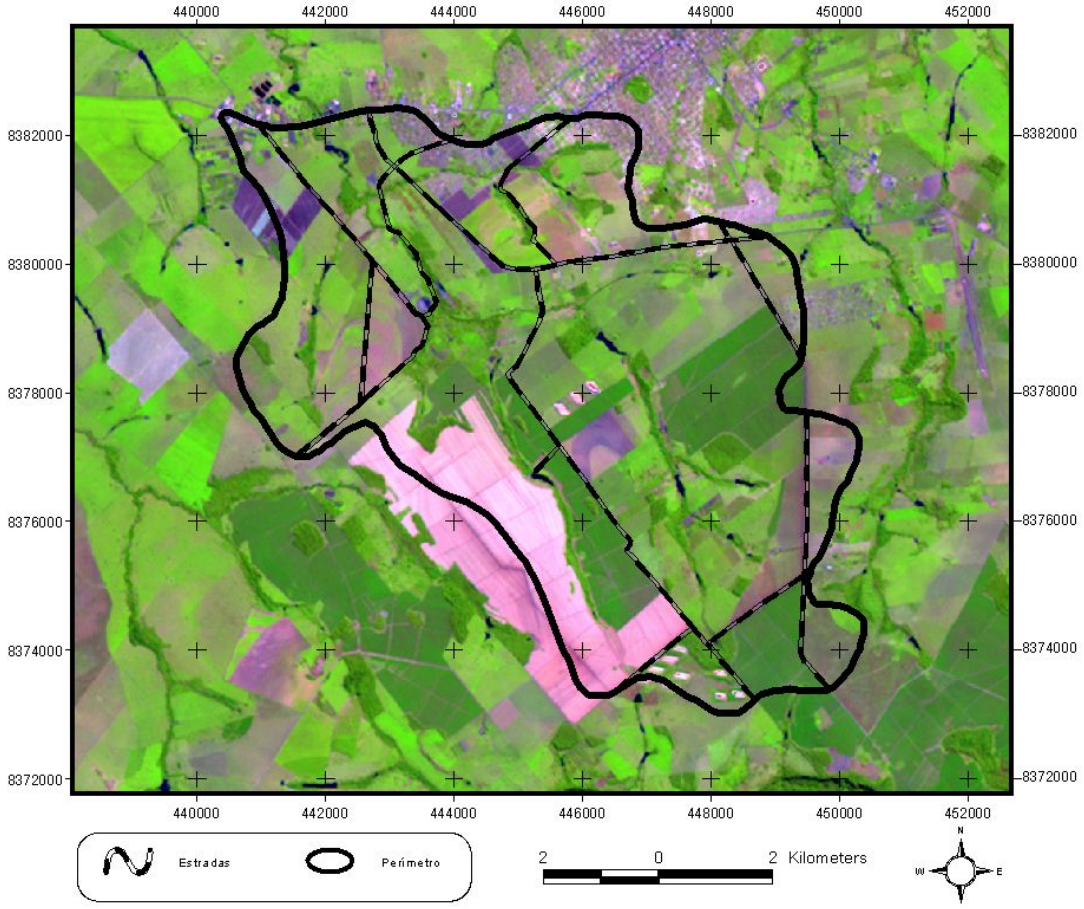


Figura 16. Estradas municipais.

Figura 17. Estrada com sulcos em estágio avançado.

Na Figura 18 é exibido o Modelo Digital de Elevação do Terreno (MDT) da área de estudo. O MDT foi obtido a partir da interpolação dos dados de altimetria, em metros. O MDT simboliza a magnitude altimétrica da área de estudo. Para a área estudada as cotas altimétricas variaram entre 352,70 e 504,30 metros, com uma amplitude de 151,60 metros. Com a imagem em 3D, podemos observar melhor as conformações topográficas da bacia em estudo (Figura 19).

Grossi (2003) obteve resultados semelhantes quando gerou o MDT a partir da interpolação dos dados de altimetria. Como as curvas de nível apresentavam uma eqüidistância vertical de vinte metros, considerando as cartas planialtimétricas em escala 1:50000, foi necessário levantar a altitude em todos os pontos da bacia hidrográfica.

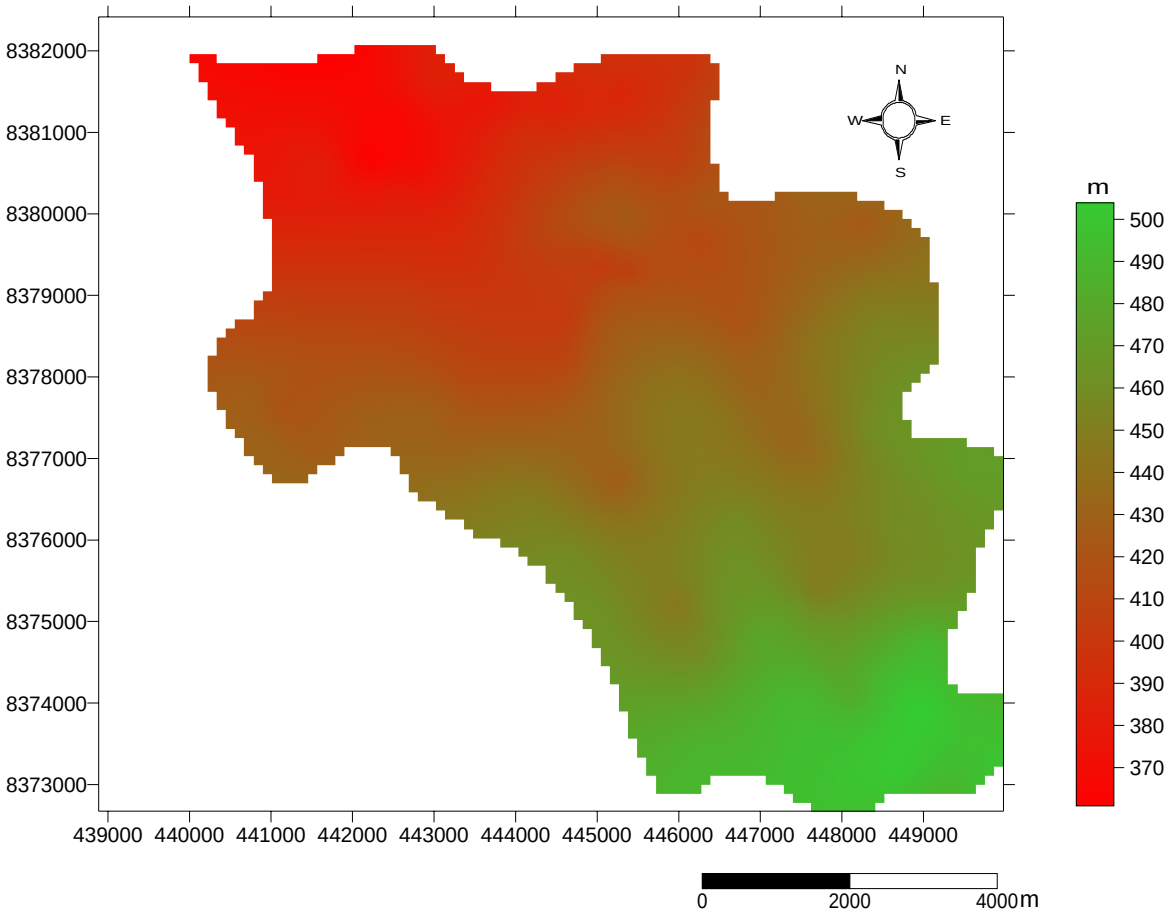


Figura 18. Modelo digital de elevação do terreno (MDT).

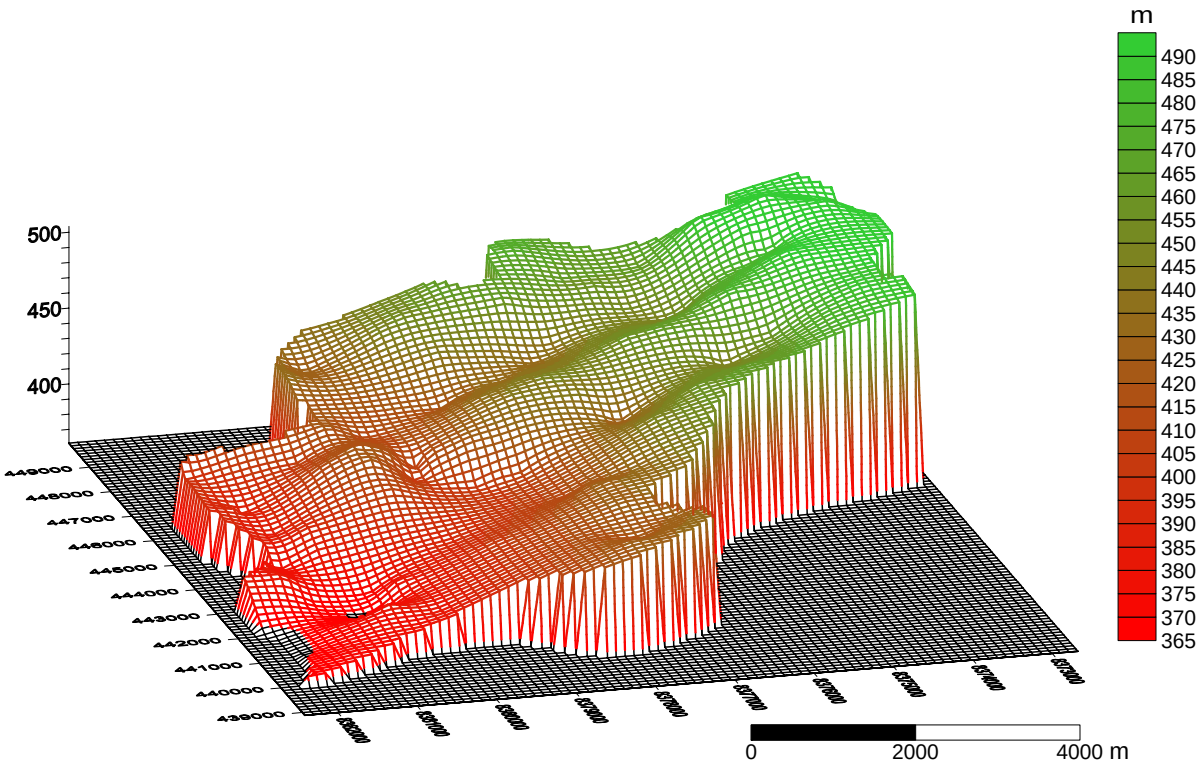


Figura 19. A microbacia hidrográfica do Rio Queima-Pé em 3D.

Na Figura 20 é representado esquematicamente o escoamento superficial da área estudada. Na região das nascentes do Rio Queima-Pé e Tapera, no córrego Figueira, bem como na foz da bacia, na lagoa de captação, podemos perceber uma maior tendência para a ocorrência do fluxo superficial. Esse fluxo é responsável pelo transporte de resíduos químicos e sedimentos até os cursos de água.

O escoamento superficial é a parte do ciclo hidrológico em que a água se desloca na superfície da bacia até encontrar uma calha definida, como pode ser observado na Figura 21, onde o sedimento foi carreado para a lagoa de captação do SAMAE. Quando se trata de uma bacia rural, o escoamento na superfície sofre influência da cobertura vegetal e grande parte dele se infiltra. Tucci (1998) e Grossi (2003) analisaram sistemas de drenagem, onde discutiram também a relação entre o escoamento superficial e a cobertura vegetal.

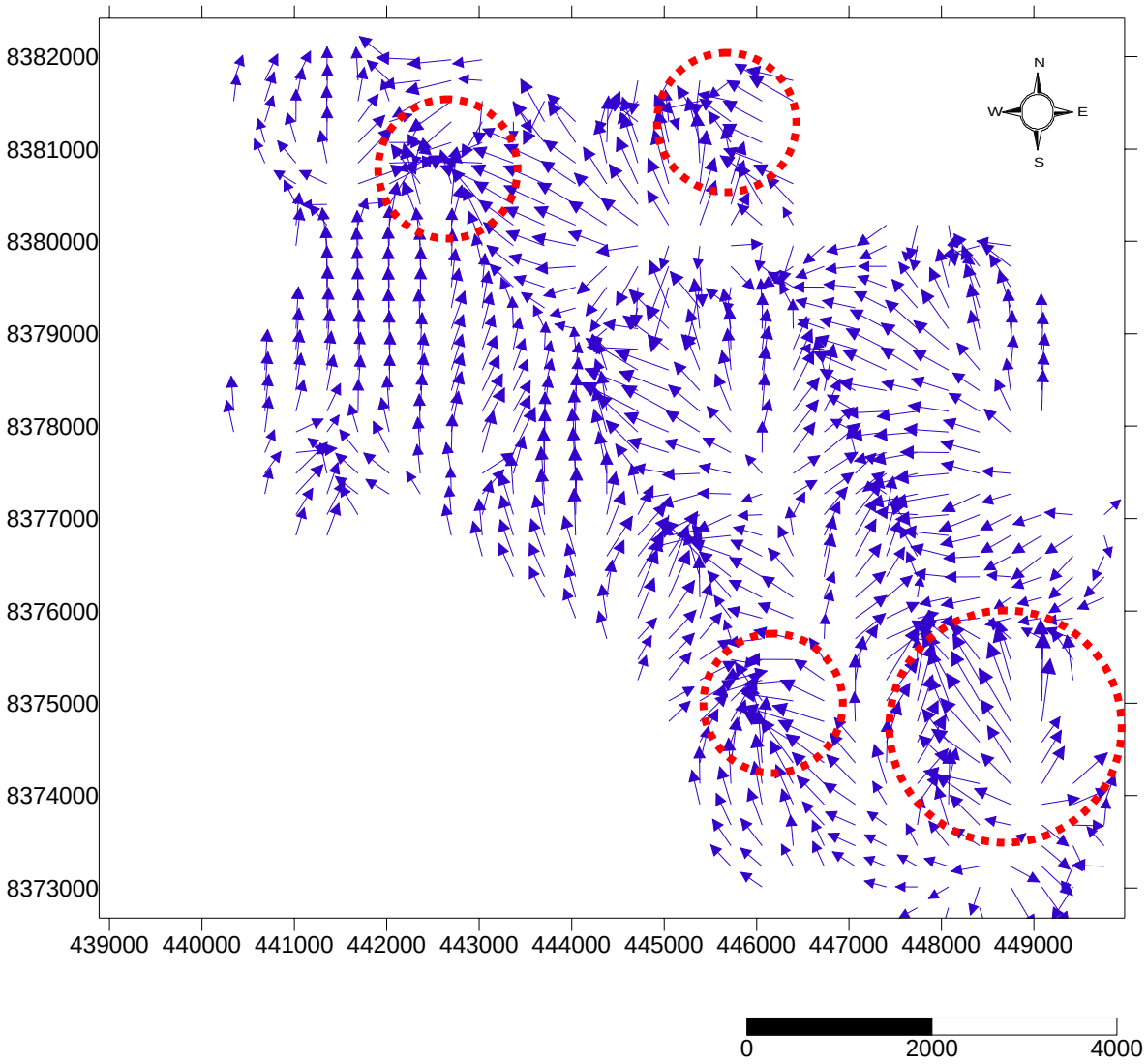


Figura 20. Escoamento superficial.

Figura 21. Assoreamento na nascente e na lagoa de captação do Rio Queima-Pé.

Em situações onde ocorre o escoamento superficial, a mata ciliar atua como barreira vegetativa, diminuindo a capacidade de transporte de sedimentos. A maior parte dos sedimentos em suspensão nos rios provém das próprias margens, confirmando a importância da mata ciliar, como agente estabilizador. Quando da sua ausência, os cursos de água ficam vulneráveis à ocorrência do escoamento superficial e do assoreamento (Figura 22).

Outro fator importante quanto à mata ciliar é que sua presença aumenta a rugosidade da superfície da bacia, aumentando o tempo de permanência da água na superfície do solo, aumentando, assim, a sua infiltração (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

Figura 22. Degradação das áreas de preservação permanente.

Em face de uma cobertura vegetal densa que amortize o impacto das gotas de chuva e da baixa velocidade de escoamento superficial, não é de se esperar grandes perdas de solo por erosão (BOMFIM, 2001). Simões (2001) afirmou que a presença de mata ciliar em áreas de pastagem atua como obstáculo ao acesso do gado às margens, reduzindo a destruição das mesmas. Entretanto, na área estudada ocorre um excessivo pastoreio, tornando o solo descoberto pela retirada de vegetação pelos animais, ocasionando assim um maior volume de enxurrada e um maior transporte de sedimentos, ocorrendo a formação de sulcos (Figura 23).

Figura 23. Degradação ocasionada pelo gado.

A criação de gado predomina na microbacia, sendo também observadas algumas criações de ovinos. Vale ressaltar que a atividade de suinocultura é, em grande parte da área de estudo, exercida sem as mínimas condições de sanidade animal e humana (Figura 24).

Figura 24. Criação de animais.

Além da poluição causada pelo transporte de sedimentos, acarretando o assoreamento de nascentes e cursos de água, é comum o lançamento de excrementos e descarte de animais mortos, modificando o equilíbrio orgânico dos cursos de água atingidos. A atividade agrícola na área de estudo é diversificada (Figura 25). Dessa forma, é comum o uso constante de produtos químicos para o manejo da mesma. Semelhante opinião é dada por Muscutt et al. (1993) que afirmou que a destruição de áreas de matas ciliares para a utilização agrícola e o largo uso de defensivos agrícolas, para o aumento da produtividade, tem contribuído para o aumento do transporte de resíduos químicos e sedimentos para os cursos de água.

Figura 25. Atividade agrícola exercida na área de estudo.

A Legislação Ambiental do Estado de Mato Grosso é mais restritiva que a Legislação Federal. O Código Ambiental do Estado de Mato Grosso (FEMA, 1995) prevê uma APP de no mínimo 50 metros para cursos de água com menos de 10 metros de

largura e uma APP de 100 metros para nascentes e represas. O Código Florestal, instituído pela Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, prevê uma APP de no mínimo 30 metros para cursos de água com menos de 10 metros de largura e uma APP de 50 metros para nascentes e represas (BRASIL, 1965). Porém, nesta situação a Legislação que prevalece é a mais restritiva. Dessa forma, foi adotado o Código Ambiental do Estado de Mato Grosso (FEMA, 1995), para a determinação das APP´s.

Na Figura 26 estão representadas as APP's que estão dentro dos limites legais, totalizando 496,93 ha, e as APP´s degradadas, que totalizaram 273,88 ha.

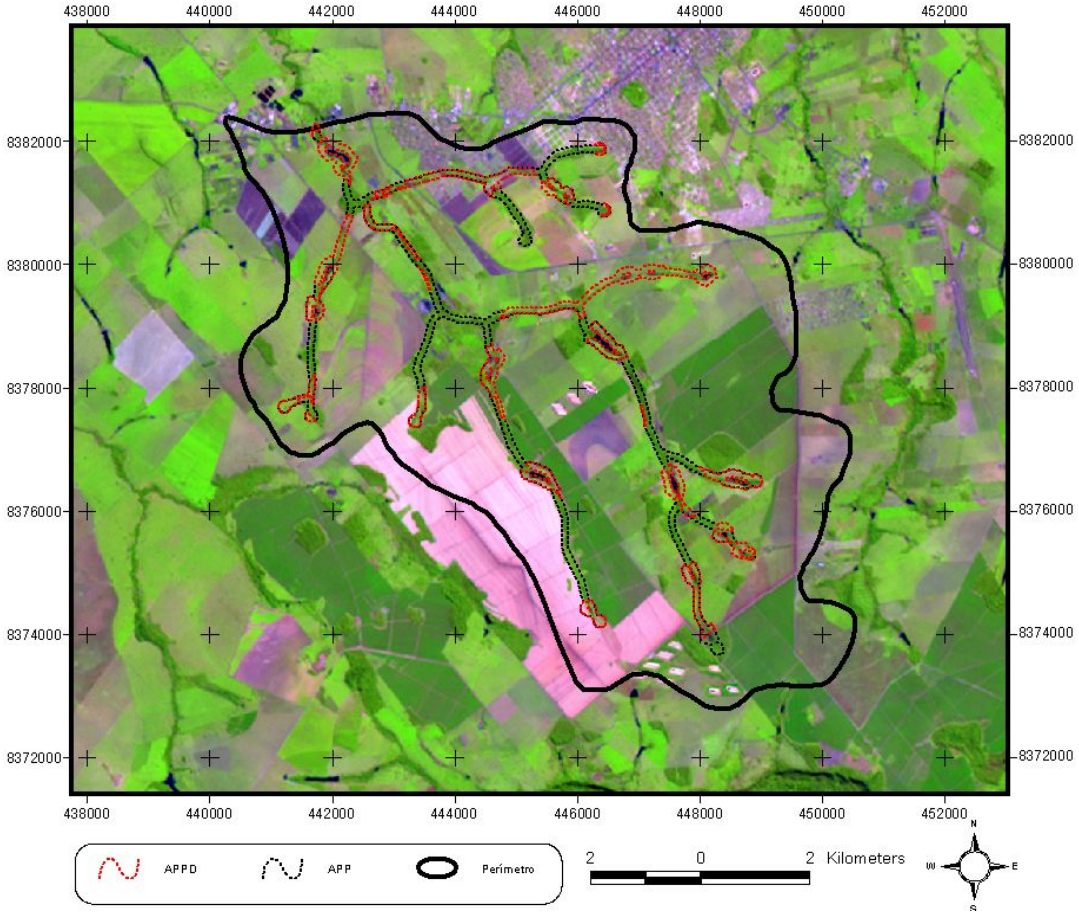


Figura 26. Áreas de Preservação Permanente (APP´s).

Star e Estes (1990), Langran (1993) e Elias et al. (1998) estudaram a aplicação de Sistema de Informação Geográfica na área agrícola, principalmente em mapeamento de características dos solos. Dessa forma, o SIG foi utilizado para a confecção do

mapa de solos da área de estudo a partir das informações obtidas com a amostragem de solos da microbacia e segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). Segundo o levantamento pedológico realizado, o solo que predomina na área de estudo é o Latossolo Vermelho ácrico e algumas manchas de Latossolo Vermelho acriférrico (Figura 27).

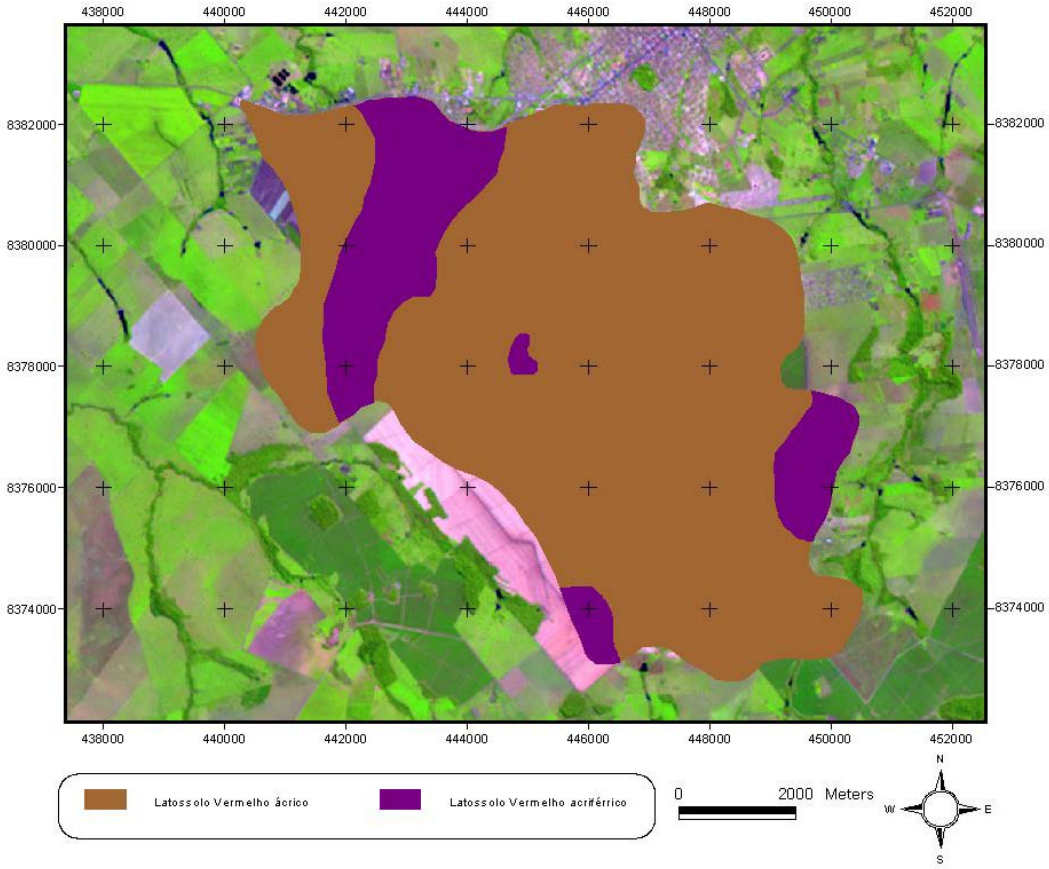


Figura 27. Mapa de solos.

Muitos métodos tradicionais de levantamento do uso do solo podem ser melhorados ou até novas metodologias podem surgir, em decorrência da disponibilidade de informações sobre o meio ambiente (RIBEIRO, 1998). Na Tabela 5 está representado o uso e ocupação do solo da área de estudo. A pastagem aparece na área de estudo com o maior percentual de ocupação, 47,97%, seguida da cultura da cana-de-açúcar com 36,69%. A ocupação florestal está com apenas 8,26% de toda a cobertura vegetal da microbacia. As outras culturas, que juntas representam 0,98% da cobertura vegetal, são compostas por

culturas como: arroz, soja, café, tomate e milho. Como outros usos, destacam-se as granjas, indústrias e pedreiras, representando 1,76%. A área urbana é representada por 4,34%, sendo que a sua maior concentração está localizada nas margens do Córrego Figueira. Na Figura 28 está representada a distribuição espacial do uso e ocupação do solo em toda a Microbacia Hidrográfica do Rio Queima-Pé.

Tabela 5. Uso e ocupação do solo.

Uso e Ocupação	Área (ha)	%
Pastagem	2.931,0937	47,97
Cana-de-açúcar	2.241,6569	36,69
Floresta	504,8906	8,26
Outras culturas	60,1354	0,98
Outros usos	107,7364	1,76
Área urbana	264,5996	4,34
Total	**6.110,1126**	**100**

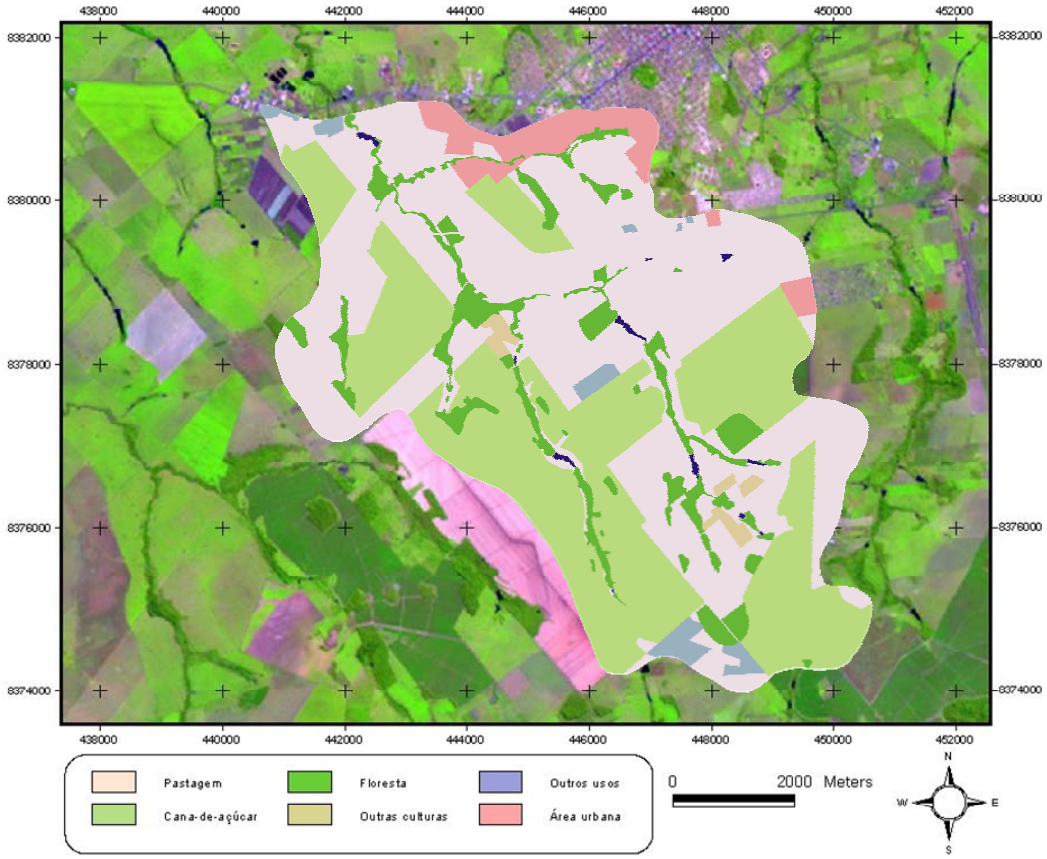


Figura 28. Uso e ocupação do solo.

6.2 Monitoramento da qualidade da água

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

6.2.1 Enquadramento dos parâmetros químicos, físicos e biológicos

A Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2005). Segundo o Art. 42 dessa Resolução, enquanto não forem aprovados os respectivos

enquadramentos dos cursos de águas localizados em todo o território nacional, as águas doces serão enquadradas na Classe 2. Portanto, para efeito de enquadramento legal, consideraremos a rede hidrológica da microbacia hidrográfica do Rio Queima-Pé, como Classe 2 (Tabela 6).

Os resultados da qualidade da água obtidos a partir das amostras efetuadas nos oito Pontos de Monitoramento foram dispostos mensalmente em gráficos. No final deste trabalho estão dispostos os resultados das análises das águas (APÊNDICE, 2).

Tabela 6. Limites máximos admissíveis, segundo a Classe 2 da Resolução CONAMA 357.

Parâmetro	Limite máximo admissível
Oxigênio dissolvido	> 5 $mg.L^{-1}$
Demanda bioquímica de oxigênio	< 5 $mg.L^{-1}$
Potencial hidrogeniônico	6 – 9
Turbidez	100 NTU
Nitrogênio total	3,70 $mg.L^{-1}$
Fosfato total	0,10 $mg.L^{-1}$
Sólidos totais	500 $mg.L^{-1}$
Coliformes termotolerantes	1.000 NMP.100 mL^{-1}

6.2.2 Temperatura da água

A Temperatura da água se manteve constante durante todo o período amostrado. Ocorreu apenas uma pequena variação no mês de novembro. As variações da temperatura são parte do regime climático natural. Essas variações podem ocorrer de maneira sazonal e diurna. A temperatura de águas superficiais é uma função da latitude, altitude, estação do ano, hora do dia, taxa de vazão, profundidade, dentre outros fatores.

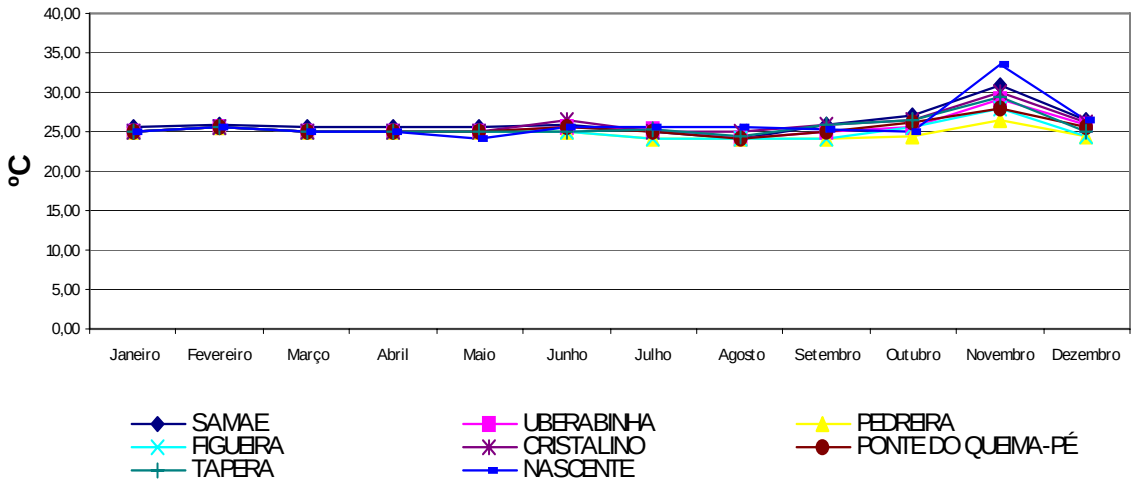


Figura 29. Temperatura da água.

6.2.3 Oxigênio dissolvido (OD)

A quantidade de OD em águas naturais varia, uma vez que depende da temperatura, salinidade, turbulência (mistura) da água, e pressão atmosférica (decrescente com a altitude). A concentração de OD está sujeita a flutuações diárias e sazonais que são decorrentes, em parte, a variações de temperatura, atividade fotossintética e vazão do rio. Ocorreu uma variação da concentração de OD nos meses de agosto à outubro. Essa variação ocorreu devido ao aumento da vazão dos cursos de água, em função das chuvas ocorridas no período. Nas análises efetuadas verificou-se que as concentrações de OD se mantiveram dentro dos padrões legais estabelecidos.

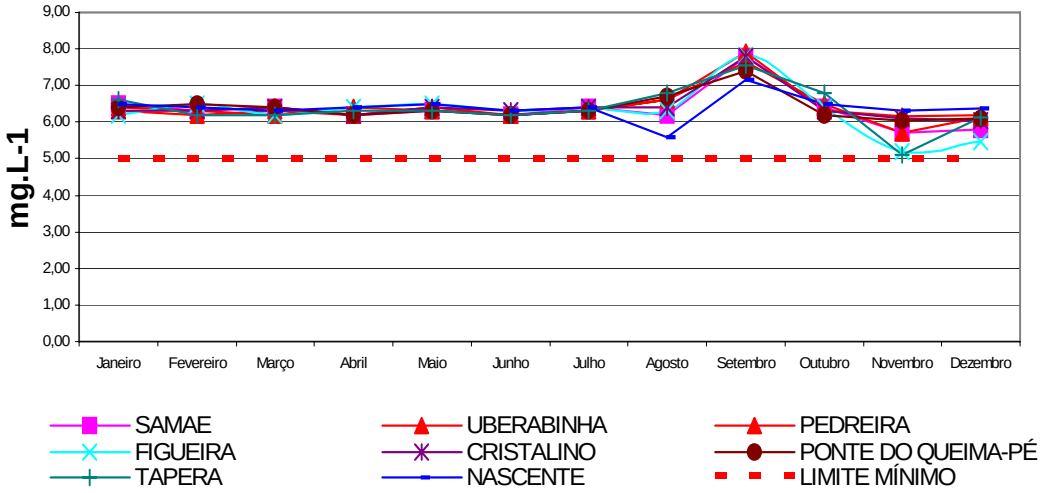


Figura 30. Oxigênio dissolvido.

6.2.4 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

A DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica pela decomposição microbiana aeróbia. A DBO é normalmente referida como a quantidade de oxigênio consumida durante um determinado período de tempo, a uma temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias, numa temperatura de incubação de 20°C, é freqüentemente utilizado e referido como $DBO_{5\text{-}20}$. A DBO é um indicativo de poluição orgânica, podendo acarretar a eutrofização dos cursos de água. Nas amostragens realizadas verificou-se que a DBO teve um acréscimo nos meses chuvosos. Esse acréscimo nos meses chuvosos é devido ao escoamento superficial, que carreia para os cursos de água resíduos orgânicos, provenientes da atividade agrícola desenvolvida na área de estudo.

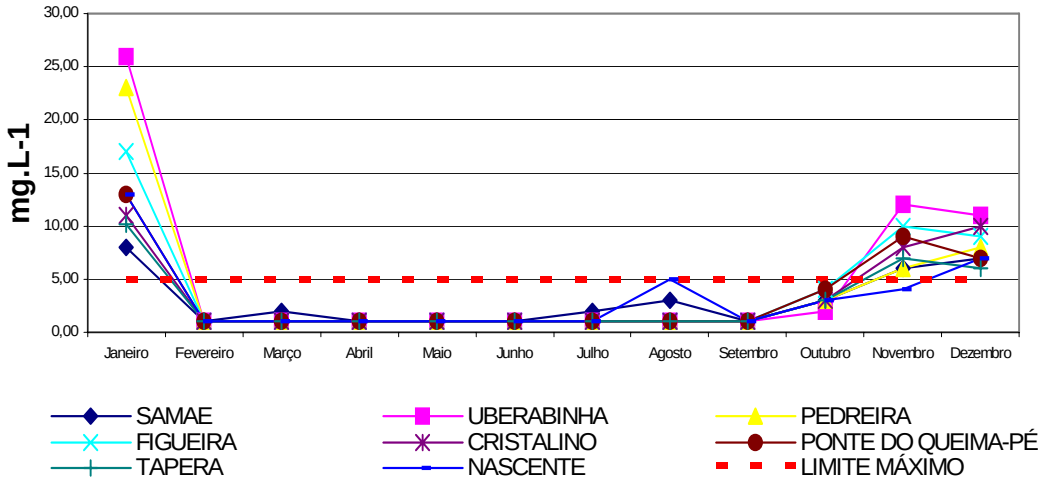


Figura 31. Demanda bioquímica de oxigênio.

6.2.5 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH indica o balanço entre os ácidos e bases na água, sendo uma medida da concentração de íons hidrogênio em solução. Os valores de pH refletem o poder solvente de uma água e, dessa forma, indicam suas possíveis reações químicas com rochas e solos. Em cursos de água com grande população de algas e em dias ensolarados, ocorre a elevação do pH. As algas ao realizarem a fotossíntese retiram o gás carbônico, que é a principal fonte natural de acidez da água. Nas amostragens realizadas verificou-se que o pH se manteve dentro dos padrões legais estabelecidos.

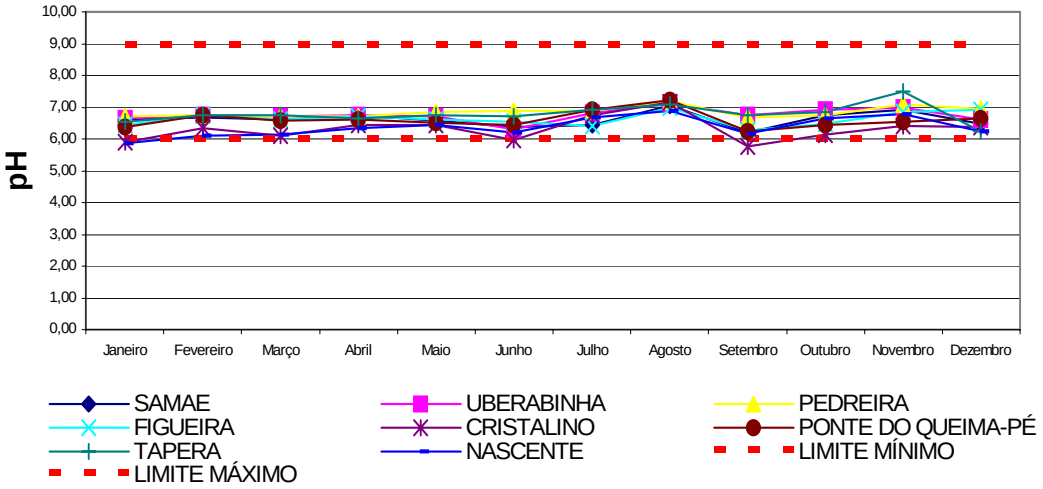


Figura 32. Potencial hidrogeniônico.

6.2.6 Turbidez

A turbidez é uma medida que indica a quantidade de partículas suspensas como: silte, argila, matéria orgânica, plâncton e organismos microscópicos, os quais normalmente são mantidos em suspensão por fluxo turbulento e movimento Browniano. A quantidade de materiais sólidos em suspensão na água pode resultar de erosão natural e ser agravada pelo escoamento superficial. Nas amostragens realizadas verificou-se que a Turbidez se manteve constante ao longo do período, ocorrendo um aumento no mês de janeiro, devido ao escoamento superficial ocasionado pelas chuvas.

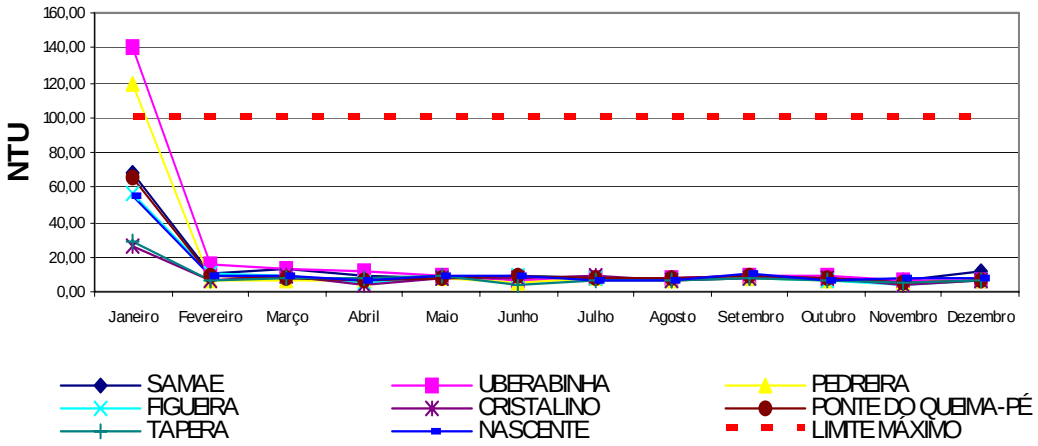


Figura 33. Turbidez.

6.2.7 Nitrogênio total

A atmosfera é composta de 78% de nitrogênio. Sedimentos e rochas também contêm nitrogênio. Os compostos de nitrogênio estão presentes na maioria das plantas e animais e, conseqüentemente, na matéria orgânica em decomposição. Os nitratos constituem um importante índice na presença de despejos orgânicos em cursos de água. Nas amostragens realizadas verificou-se que o Nitrogênio total está dentro dos padrões legais estabelecidos.

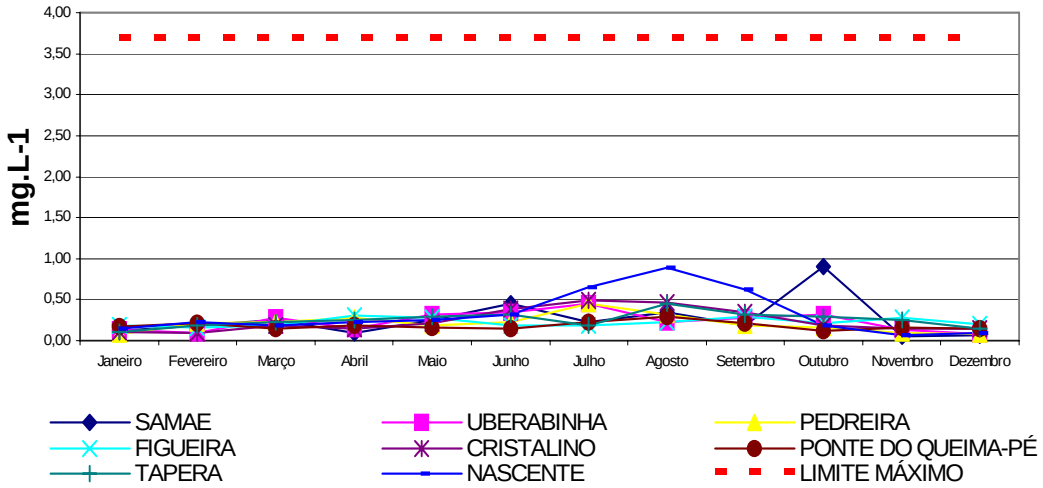


Figura 34. Nitrogênio total.

6.2.8 Fosfato total

O Fósforo pode ocorrer em várias formas orgânicas ou inorgânicas e pode estar presente na água como espécie dissolvida ou particulada. Uma vez que o fósforo é um nutriente essencial para as plantas, pode ser um fator limitante para o seu desenvolvimento. Na água, a forma combinada do elemento varia continuamente devido aos processos de decomposição e síntese entre formas associadas organicamente e formas inorgânicas oxidadas. O fósforo é raramente encontrado em concentrações significativas em águas superficiais, já que é ativamente absorvido pelas plantas. Nas amostragens realizadas verificou-se que a concentração de Fosfato fotal aumentou nos meses chuvosos, ultrapassando o limite legal estabelecido. Esse acréscimo nos meses chuvosos é devido ao escoamento superficial, que carreia para os cursos de água resíduos químicos provenientes da atividade agrícola desenvolvida na área de estudo.

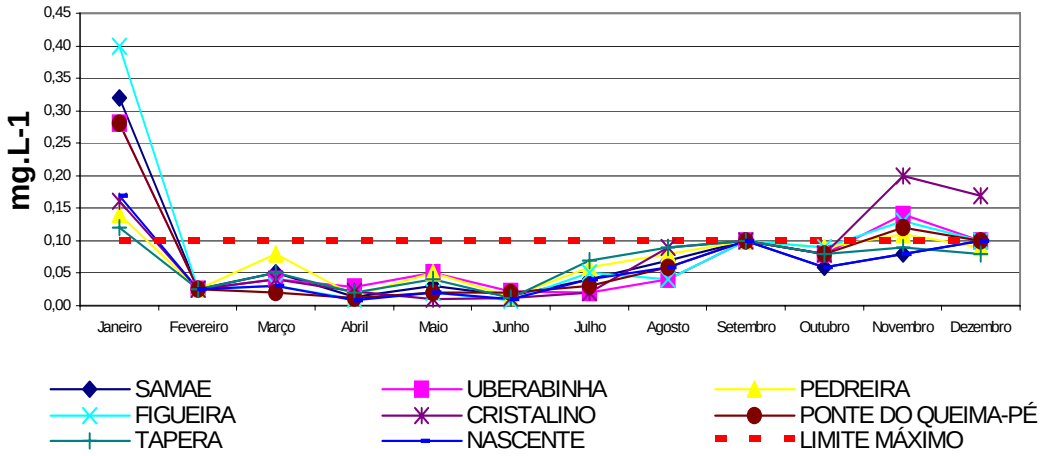


Figura 35. Fosfato total.

6.2.9 Sólidos totais

Os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem se sedimentar no leito dos rios, destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia. Nas amostragens realizadas verificou-se que os Sólidos totais ultrapassaram o limite legal estabelecido apenas no mês de junho, no córrego Figueira. Nos demais cursos de água, verificou-se que a concentração de Sólidos totais está dentro dos padrões legais estabelecidos.

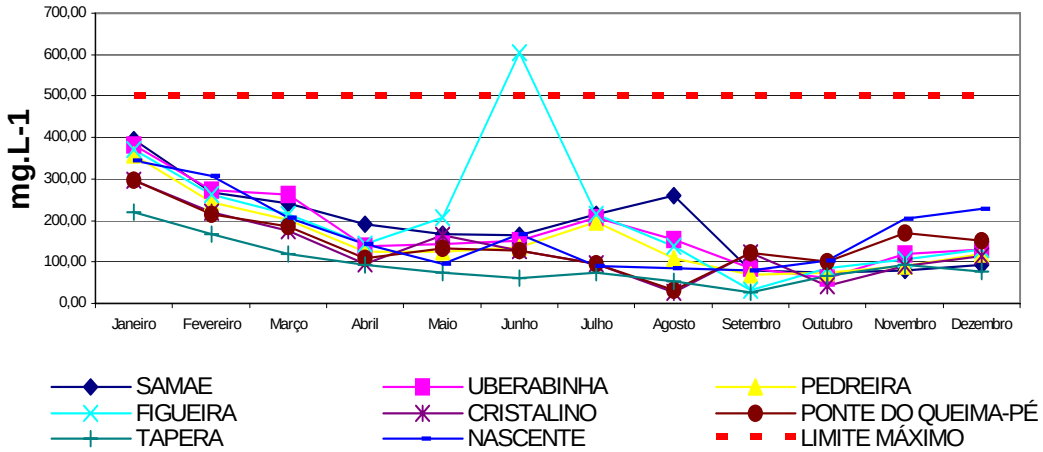


Figura 36. Sólidos totais.

6.2.10 Coliformes termotolerantes

Para a avaliação das condições sanitárias de curso de água, utilizam-se bactérias do grupo coliforme, que atuam como indicadores de poluição fecal. Estas bactérias são encontradas no trato intestinal humano e de outros animais de sangue quente, sendo eliminadas em grandes números pelas fezes. Nas amostragens realizadas verificou-se que os Coliformes termotolerantes ultrapassaram o limite legal estabelecido na maioria dos meses do ano, para todos os cursos de água. O córrego Figueira por ser o único córrego urbano da bacia, apresentou os maiores valores de Coliformes termotolerantes, devido ao lançamento de esgoto doméstico em suas águas. A concentração de Coliformes ao longo dos meses do ano apresentou uma grande sazonalidade. Nos meses chuvosos a concentração diminuiu, devido à capacidade de autodepuração dos córregos e rios que tiveram a sua vazão acrescida.

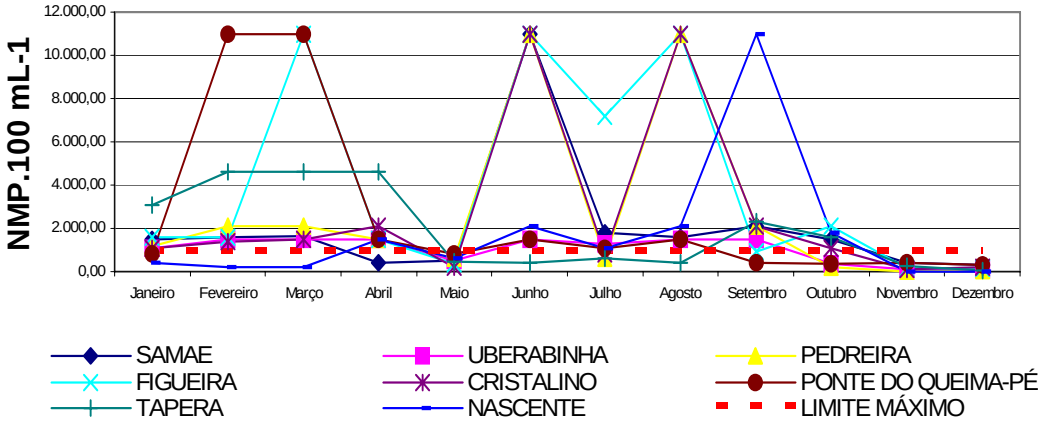


Figura 37. Coliformes termotolerantes.

6.3 Índice de qualidade da água (IQA)

Na caracterização da qualidade da água, utilizam-se alguns parâmetros que representam suas características físico-químicas e biológicas. Esses parâmetros foram utilizados para se obter o IQA para os cursos de água da microbacia estudada.

O IQA, adaptado pela Cetesb (2006), foi determinado através de pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área ambiental, para o desenvolvimento de um índice que representasse a qualidade da água. Dessa forma, nove parâmetros foram

considerados mais representativos: Oxigênio dissolvido, Coliformes termotolerantes, pH, Demanda bioquímica de oxigênio, Nitrogênio total, Fosfato total, Temperatura da água, Turbidez e Sólidos totais. Para cada parâmetro foram traçadas curvas médias da variação da qualidade da água em função das suas respectivas concentrações.

A qualidade das águas brutas, indicada pelo IQA numa escala de 0-100, pode ser classificada para abastecimento público, segundo a Tabela 7:

Tabela 7. Classificação do IQA para abastecimento público.

	Valor	Qualidade da água
	80-100	Ótima
	52-79	Boa
	37-51	Aceitável
	20-36	Imprópria para tratamento convencional
	0-19	Imprópria

Com os parâmetros obtidos através das amostragens realizadas nos oito pontos de monitoramento da área estudada, efetuou-se a determinação e a classificação do IQA (Tabelas 8 e 9).

Tabela 8. Determinação do IQA.

MESES/ 2005	PM01	PM02	PM03	PM04	PM05	PM06	PM07	PM08
Janeiro	54,50	47,80	51,00	48,80	55,10	53,00	55,70	54,10
Fevereiro	66,90	66,60	66,80	67,50	67,20	60,70	64,50	71,80
Março	65,80	66,80	66,50	59,70	66,10	60,50	64,40	72,70
Abril	72,50	67,90	69,00	69,00	67,20	68,60	64,50	67,80
Maio	71,50	71,90	72,00	72,50	74,80	69,90	73,00	71,20
Junho	59,60	67,00	61,50	60,50	58,80	67,60	73,80	65,40
Julho	65,70	68,60	71,20	61,20	71,00	70,50	72,70	70,00
Agosto	65,80	69,50	62,10	61,50	61,90	70,10	74,60	63,30
Setembro	67,10	69,90	69,00	69,90	65,10	72,00	68,50	59,80
Outubro	67,20	73,50	74,20	64,40	66,30	69,80	68,20	66,60
Novembro	69,50	68,10	80,10	67,00	71,90	65,50	69,00	81,70
Dezembro	66,70	68,50	75,30	68,10	66,40	67,90	72,70	75,00
Total	**792,80**	**806,10**	**818,70**	**770,10**	**791,80**	**796,10**	**821,60**	**819,40**

Tabela 9. Classificação do IQA.

MESES/ 2005	PM01	PM02	PM03	PM04	PM05	PM06	PM07	PM08
Janeiro	Boa	Aceitável	Aceitável	Aceitável	Boa	Boa	Boa	Boa
Fevereiro	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Março	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Abril	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Maio	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Junho	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Julho	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Agosto	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Setembro	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Outubro	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Novembro	Boa	Boa	Ótima	Boa	Boa	Boa	Boa	Ótima
Dezembro	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa

A seguir, os IQA´s são representados graficamente para cada ponto de monitoramento, durante todo o período de amostragem, de janeiro a dezembro de 2005.

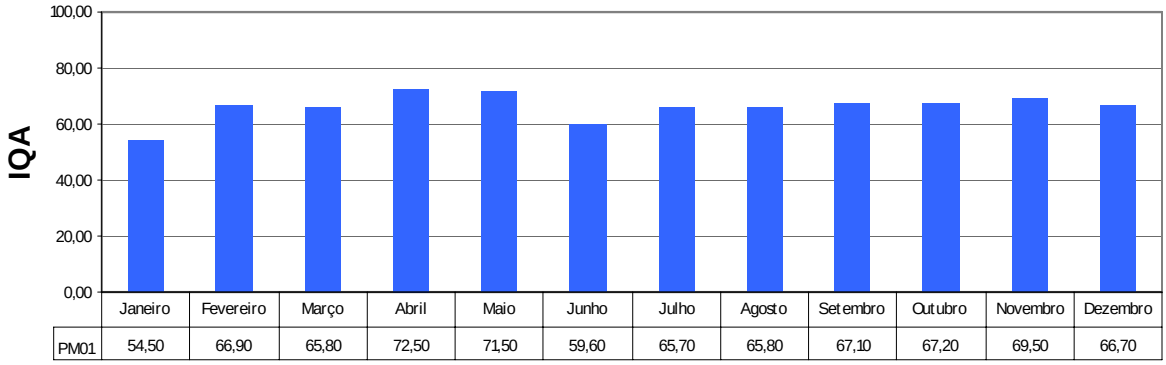


Figura 38. IQA da lagoa de captação de água do SAMAE.

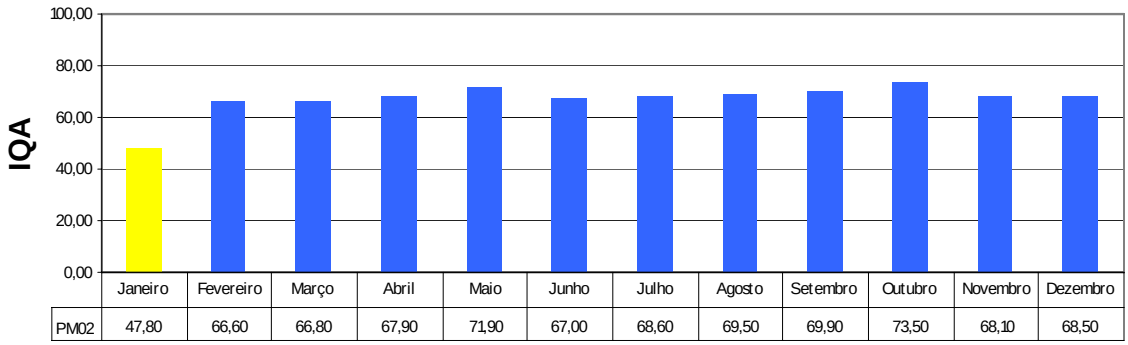


Figura 39. IQA do Córrego Uberabinha.

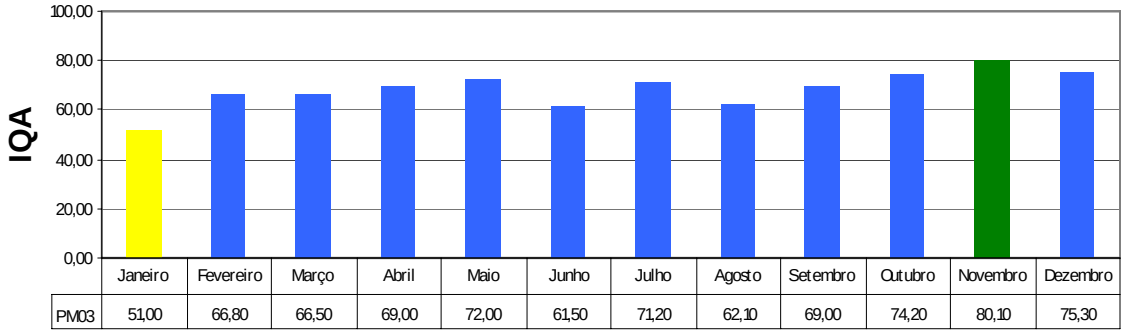


Figura 40. IQA do Córrego Pedreira.

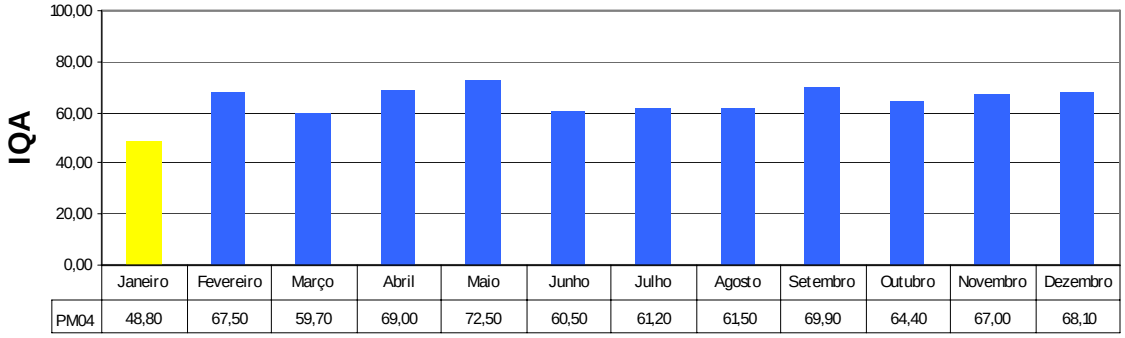


Figura 41. IQA do Córrego Figueira.

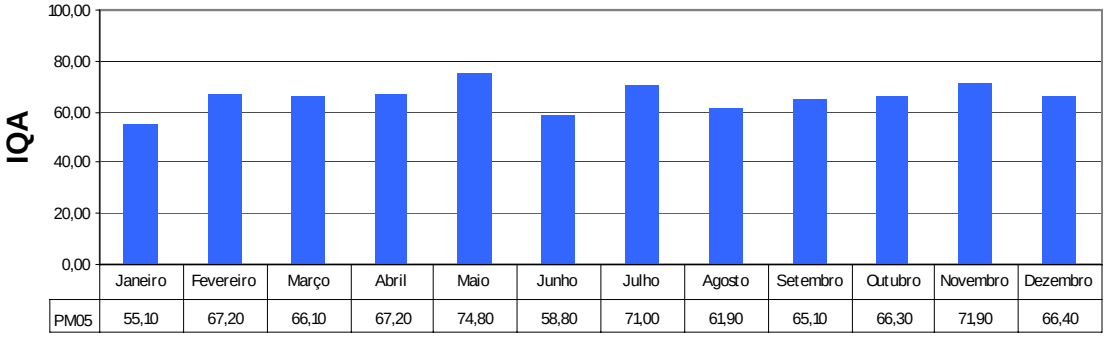


Figura 42. IQA do Córrego Cristalino.

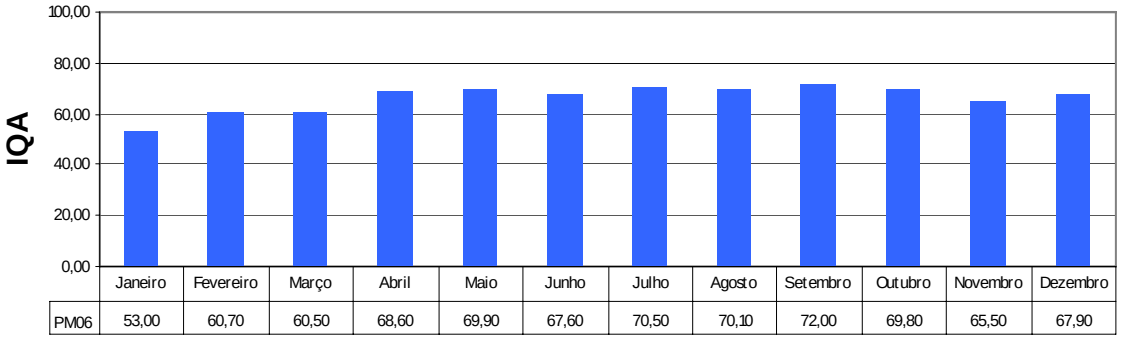


Figura 43. IQA da Ponte do Rio Queima-Pé.

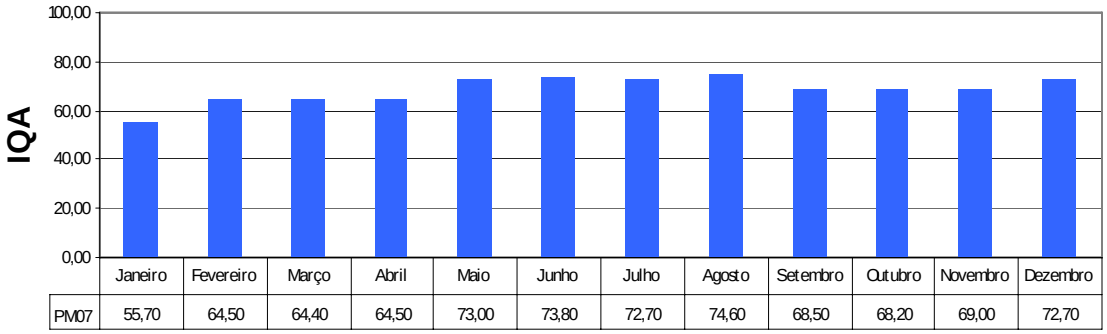


Figura 44. IQA do Córrego Tapera.

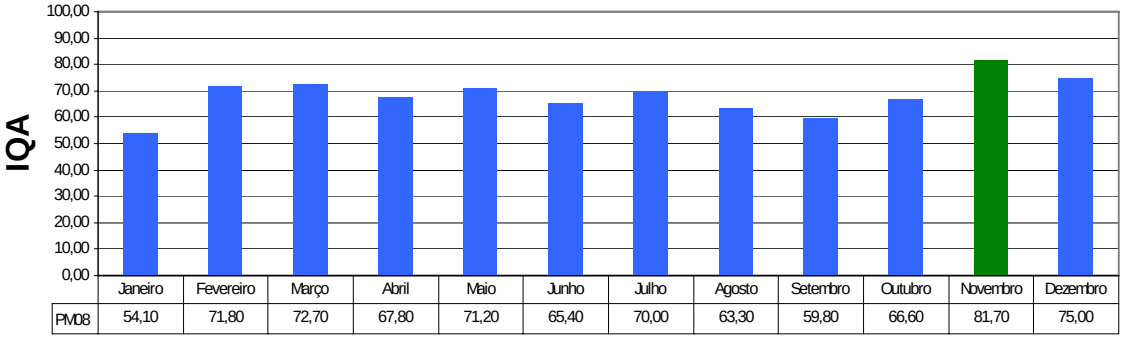


Figura 45. IQA da nascente do Rio Queima-Pé.

Os resultados obtidos através dos cálculos do IQA para cada ponto de monitoramento, mostraram que os cursos de água da área estudada têm predominância de água de boa qualidade.

Devido às fortes chuvas que ocorreram no mês de janeiro na área de estudo, o IQA para este mês se manteve inferior aos outros meses, em todos os pontos de monitoramento, sendo classificado como bom e aceitável em algumas situações. Esse IQA classificado para o mês de janeiro, é resultado do escoamento superficial que ocorre na área de estudo. Esse fenômeno ocasiona o transporte de resíduos químicos, orgânicos e sedimentos para os cursos de água, o que demonstra a necessidade da implantação de práticas conservacionistas mais adequadas em toda a bacia. Branco (1986) e Conte-Castro et al. (1998) analisaram a qualidade da água destacando que, também por ocasião da ocorrência de chuvas, as águas chegam aos rios transportando grandes quantidades de partículas de solo, restos de cultura, lixo e outros poluentes, podendo causar ainda a contaminação por resíduos de produtos agrícolas e a eutrofização dos cursos de água.

Durante os outros meses do ano tem-se a ocorrência da poluição difusa, ou seja, aquela que não tem uma origem determinada, podendo ocorrer em qualquer local da bacia. Devido à sazonalidade dessa poluição difusa, o IQA para os demais meses do ano manteve uma tendência de queda nos meses mais secos, devido à vazão reduzida dos cursos de água, dificultando a autodepuração da carga poluidora.

O IQA foi classificado como ótimo somente na nascente do Rio Queima-Pé e no Córrego da Pedreira, no mês de novembro de 2005. O índice subiu de qualidade neste mês devido à queda na concentração de Coliformes termotolerantes e Nitrogênio total.

O Córrego Figueira apresentou a pior classificação do IQA. A razão é em função deste Córrego ser o único contribuinte urbano da área de estudo. São comuns lançamentos "*in natura*" de esgotos domésticos em seu leito. Salomão e Iwasa (1995), afirmaram também que com a ocupação humana tem início o desmatamento, o cultivo da terra, a construção de estradas e a criação e expansão das vilas e cidades. Estas atividades quando desenvolvidas de modo desordenado se constituem como as principais causas da aceleração dos processos de erosão e contaminação. Por esta razão que o Córrego Figueira apresentou a maior concentração de Coliformes termotolerantes, podendo conter microorganismos causadores de doenças. Conseqüentemente a concentração de Fósforo também se elevou, podendo levar ao crescimento exagerado de algas e acarretar a eutrofização do córrego.

A disponibilidade de Oxigênio dissolvido para o Córrego Figueira ficou abaixo da média dos outros córregos. Águas com baixos teores de Oxigênio dissolvido indicam que receberam matéria orgânica. A decomposição da matéria orgânica por bactérias aeróbias é, geralmente, acompanhada pelo consumo e redução do Oxigênio dissolvido na água. Dependendo da capacidade de autodepuração do manancial, o teor de Oxigênio dissolvido pode alcançar valores muito baixos, ou zero, extinguindo-se os organismos aquáticos aeróbios.

O Córrego Figueira apresentou também uma alta concentração de Sólidos totais, podendo acarretar danos a ictiofauna e a vida aquática em geral. As partículas sólidas podem acumular-se no leito dos rios e córregos, além de assorear as nascentes. Essas partículas são carreadas para os cursos de água devido ao escoamento superficial e a degradação das APP´s. As partículas sólidas transportam além de sedimentos, resíduos químicos e orgânicos resultantes da atividade agrícola da bacia.

Já os Córregos da Pedreira e Tapera, além da nascente do Rio Queima-Pé, apresentaram os melhores IQA´s. Esses mananciais encontram-se mais protegidos que os demais pelas APP´s. As matas ciliares atuam como filtros, impedindo que resíduos químicos e sedimentos cheguem até os cursos de água. Segundo Muscutt et al. (1993), as matas ciliares reduzem a relação entre a fonte poluidora e o curso de água, fornecendo uma barreira física e bioquímica contra a entrada de poluição de fontes distantes dos cursos de água. Também atuam como proteção contra o impacto das gotas de chuva diretamente no solo, evitando o desprendimento e o carreamento de partículas de solo através do escoamento superficial até os leitos dos canais.

Outro fator importante a ser considerado, é que estes cursos de água atravessam propriedades onde predomina a cultura da cana-de-açúcar. A cultura da cana-de-açúcar é uma das culturas que apresentam um dos menores índices de perda de solo. A cultura apresenta uma perda de solo por erosão de 12,4 $ton.ha^{-1}$, enquanto que a soja e o arroz apresentam uma perda de solo de 20,1 $ton.ha^{-1}$ e 25,1 $ton.ha^{-1}$, respectivamente (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

7 CONCLUSÕES

O estudo e modelagem da microbacia hidrográfica do Rio Queima-Pé permitiu as seguintes conclusões:

- com o levantamento dos atributos espaciais da bacia, as informações de campo foram transferidas para um banco de dados digital facilitando a tomada de decisão sobre a readequação do manejo da área de estudo;

- com o levantamento planialtimétrico realizado no campo foi elaborado um mapa temático com as curvas de nível da área de estudo em menor escala, dessa forma as conformações topográficas do relevo puderam ser melhor conhecidas;

- as estradas estão com má conservação, uma das principais causas do assoreamento de nascentes e cursos de água;

- a pecuária exercida sem um manejo adequado, onde o gado tem livre acesso às APP´s, também tem colaborado para o aumento da poluição e contaminação dos cursos de água;

- as APP´s degradadas totalizaram 273,88 ha, segundo os limites estabelecidos pelo Código Ambiental do Estado de Mato Grosso;

- no entorno das nascentes do Rio Queima-Pé, nas represas naturais e/ou artificiais, bem como na represa de captação de água do SAMAE, percebeu-se uma condição mais favorável para o escoamento superficial;

- os cursos de água da área estudada apresentaram uma predominância de água de boa qualidade;

- o IQA foi classificado como ótimo somente no mês de novembro de 2005, na nascente do Rio Queima-Pé e no Córrego da Pedreira;

- no mês de janeiro foi verificado os piores IQA´s em comparação com os demais meses do ano, devido à concentração das chuvas;

- nos meses mais secos do ano, no período compreendido entre abril a setembro, houve uma tendência de piora do IQA, devido à queda da capacidade de autodepuração dos cursos de água e a ocorrência da poluição difusa;

- a degradação das matas ciliares no interior das APP´s devido à ocupação humana desordenada das margens do Córrego Figueira e, conseqüentemente o lançamento de esgotos domésticos em seu leito aumentaram a concentração de Coliformes termotolerantes e Sólidos totais, diminuindo a disponibilidade de Oxigênio dissolvido, influenciando dessa forma com que o Córrego Figueira apresentasse o pior IQA;

- os Córregos da Pedreira, Córrego Tapera e a nascente do Rio Queima-Pé apresentaram os melhores IQA´s, devido à presença de mata ciliar no interior das suas APP´s.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio do tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, Ouro Preto, v. 33, n. 2, p. 117-24, 2003.

AMARAL, N. A. D. **Noções de conservação do solo**. São Paulo: Nobel, 1989. 120p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and waterwater. 17. ed. New York: American Public Health Association, 1989. p. 4-173.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E.; MEIRELLES, M. L.; MOREIRA, L. Estruturação de dados geoambientais no contexto de microbacia hidrográfica. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas**: aplicações na agricultura. 2. ed. Planaltina: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1998. p. 119-37.

ASSIS, J.C. Recursos hídricos: gestão participativa e descentralizada. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS, 1., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CREA-RJ, 1997. p. 4-7.

ASSIS, R. B. Estagio da política estadual de recursos hídricos e do comitê de bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. In: WORKSHOP DO PROJETO PIRACEMA, 2., 1996, Nazaré Paulista. **Anais...** Piracicaba: Cena, 1996. p. 18-25.

BALL, R. O.; CHURCH, R. L. J. **Journal of the Environmental Engineering Division,** , [S.L.], v. 8, p. 106, 1980.

BASTOS, A. C. S.; FREITAS, A. C. Agentes e processos de interferência, degradação e dano ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Avaliação e perícia ambiental**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 17-75.

BECKER, A.; BRAUN, P. Disaggregation, aggregation and spatial scaling in hydrological modelling. **Journal of Hydrology,** , [S.L.], v. 217, p. 239-52, 1999.

BELLINAZI JUNIOR, R.; BERTOLINI, D.; LOMBARDI NETO, F. A ocorrência de erosão rural no estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 2., 1981, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABGE, 1981. p. 117-37.

BELTRAME, A.V. **Diagnóstico do meio físico em bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994. 112p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p.

BIGARELLA J. J.; SUGUIO K.; BECKER R. D. **Ambiente fluvial**: ambientes de sedimentação, sua interpretação e importância. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 1979. 183 p.

BOMFIM, E.R.P. **Tratamento físico associado à adubação na recuperação de pastagem degradada de braquiaria**. 2001. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

BONHAM-CARTER, G. F. **Geographic information systems for geoscientists**: modelling with 7GIS. Oxford: Pergamon Press, 1994. 414 p.

BRAGAGNOLO, N. **Solo**: uma experiência em manejo e conservação. Curitiba, 1997. 102 p.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 3. ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986. 640 p.

BRASIL. Lei n° 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm>. Acesso em: 28 ago. 2006.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938org.htm>. Acesso em: 28 ago. 2006.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 28 ago. 2006.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/port/CONAMA/res/res86/res2086.html>. Acesso em: 28 ago. 2006.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. Revisa os critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/port/CONAMA/res/res00/res27400.html>. Acesso em: 28 ago. 2006.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/CONAMA/res/res02/res30302.html>. Acesso em: 28 ago. 2006.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Ministério da Agricultura**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/CONAMA/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2006.

BRITO, F. A.; CAMARA, J. B. D. **Democratização e gestão ambiental**: em busca do desenvolvimento sustentável. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1998. 332 p.

BROOKS, K. N. et al. **Hydrology and the management of watersheds**. Ames: Iowa State Universety Press, 1991. 392 p.

BUCENE, L.C. **Sistema de informação geográfica na classificação de terras para irrigação, em Pardinho-SP**. 2002. 177 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)–Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

BURROUGH, P. A.; McDONNELL, R. A. **Principles of geographical information systems**. Oxford: Oxford University Press, 1998. 356 p.

CALIJURI, M. L. et al. Implantação de um sistema de informação geográfica na bacia hidrográfica do ribeirão e Represa do Lobo (Broa) – Estado de São Paulo. In: GIS BRASIL 94: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO, 1., 1994, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SAGRES, 1994. p. 35-43.

CALIJURI, M. L.; MEIRA, A. D.; PRUSKI, F. F. Geoprocessamento aplicado aos recursos hídricos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Cartografia, sensoriamento e geoprocessamento**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1998. p. 167-225.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E. D., SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas**: aplicações na agricultura. 2. ed. Planaltina: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1998. p. 3-11.

CÂMARA, G.; ORTIZ, M. J. Sistemas de informação geográfica para aplicações ambientais e cadastrais: uma visão geral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA: CARTOGRAFIA, SENSORIAMENTO E GEOPROCESSAMENTO, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais**... Lavras: UFLA, 1998. p. 59-88.

CAMPOS, S.P. **Planejamento agroambiental de uma microbacia hidrográfica utilizando um sistema de informações geográficas.** 2001. 137 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)–Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos da água. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 5, p. 618-22, 2000.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1994. 372 p.

CARVALHO, V.S. Consórcio intermunicipal de recuperação da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado. In: FUJIWARA, L. M. ; ALESSIO, N. L. N.; FARAH, M. F. S. **20 experiências de gestão pública e cidadania**. São Paulo: Gestão Pública e Cidadania, 1998. p. 3-13.

CASTRO, J. F. M. **Princípios de cartografia sistemática, cartografia temática e sistema de informação geográfica (SIG).** Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 1996. 40 p.

CETESB. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo, 1987. 155 p.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**: relatório. São Paulo, 2006. 488 p. (Série Relatórios).

CHEVALLIER, P. Aquisição e processamento de dados. In: TUCCI, C. E. M. (Org) **Hidrologia***:* ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade do Rio Grande do Sul, EdUSP, 1993. p. 485-90.

CHRISTOFOLETTI, A. A mecânica do transporte fluvial. **Geomorfologia**, São Paulo, v. 51, p. 1-42, 1977.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise morfométrica de bacias hidrográficas no Planalto de Poços de Caldas.** 1970. 375 f. Tese (Livre Docência)-Instituto de Geociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1970.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 9, n. 18, p. 35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgar Blücher, 1981. 313 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 236 p.

CHRISTOFOLETTI, A. Proposta de gestão para o desenvolvimento sustentável em microbacias hidrográficas. In: WORKSHOP DO PROJETO PIRACEMA, 2., 1996, Nazaré Paulista. **Anais...** Piracicaba: Cena, 1996. p. 41-44.

CONTE, M. L. **Aspectos quantitativos e qualitativos das águas da Bacia Experimental do Rio Pardo – Região de Botucatu, SP**. 1999. 157 f. Tese (Doutorado em Agronomia)– Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

CONTE, M.L.; ARANTES, L.A.; BREDA, C.C.; CONTE-CASTRO, A.M.; LEOPOLDO, P.R. Qualidade da água em cachoeiras da região de Botucatu-SP: avaliação preliminar. **Ciência Geográfica**, Bauru, v. 2, n. 19, p. 59-63, 2001.

CONTE-CASTRO, A. M.; CONTE, M. L.; MARTINS, V. H. Qualidade da água em bacia hidrográfica de múltiplos usos, em dois períodos. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE INGENIERIA RURAL, 2.; CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERIA RURAL, 5., 1998, La Plata. ***Libro de las Memórias...*** La Plata: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata, 1998. p. 296-301.

COSTA, A. J. F. **Projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas**: (novas experiências de gestão publica e cidadania). Rio de Janeiro: Editora FGV, 2000. 296 p.

DAINESE, R.C. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao estudo temporal do uso da terra e na comparação entre classificação não-supervisionada e análise visual**. 2001. 186 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)–Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

DEFFUNE, G. **A avaliação dos recursos hídricos na geografia**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1994. 41 p. (Apontamentos, 25).

EASTMAN, J. R. **IDRISI 32 for Windows***:* guide to GIS and image processing. Massachusettes: Clark University, 1999. v. 2. Paginação irregular.

ELIAS, A. R. et al. Mapa digital de erosão da Bacia do Alto Limoeiro. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 4., 1998, Presidente Prudente. **Anais...** Presidente Prudente: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. 1 CD ROM.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Brasília, CNPS, 1999. 412p.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **Arcview GIS 3.2**. California, 2000. 340 p.

FEMA. Lei Complementar n° 38, de 21 de novembro de 1995. Institui o Código Ambiental do Estado de Mato Grosso. Disponível em: <http://legislacao.fema.mt.gov.br/aplicativos/fema/fema-leg.nsf>. Acesso em: 28 ago. 2006.

FEMA. Política Estadual de Recursos Hídricos, de 11 de maio de 1997. Dispõe sobre a Lei de Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: < http://legislacao.fema.mt.gov.br/aplicativos/fema/fema-leg.nsf>. Acesso em: 28 ago. 2006.

FERRANTE, J. E. T. O uso de sensoriamento remoto e do sistema de informação geográfica no mapeamento geotécnico regional. **ITEM: Irrigação e Tecnologia Moderna**. Brasília (DF), v. 40, p. 17-20, 1990.

FRAISSE, C. W.; CAMPBELL, K. L.; JONES, J. W. Integração de SIG com modelos de qualidade da água e de crescimento vegetal para manejo de nutrientes em atividades agropecuárias. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO, 2., 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sagres, 1996. p. 331-40.

FREITAS, P.L.; KER, J.C. Manejo Integrado de solos em microbacias hidrográficas. In: CONGRESSO BRASILEIRO E ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 8., 1990, Londrina. **Anais...** Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 1996. p. 43-57.

FREITAS, R. O. Textura de drenagem e sua aplicação geomorfológica. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, v. 11, p. 53-7, 1952.

GOLDEN SOFTWARE. ***Surfer 7.0***. Colorado, 1999. Paginação irregular.

GOMES, C. B. G.; LEITE, F. R. B. L.; CRUZ, M. L. B. Aptidão agrícola das terras através do sistema de informações geográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 1993, São José dos campos. **Anais...** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1993. p. 132-39.

GROSSI, C. H. **Sistema de informação geográfica – BASINS 3.0 na modelagem hidrológica da Bacia Experimental do Rio Pardo, SP**. 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)–Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

GUERRA, A.T. ***Dicionário geológico-morfológico***. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1993. 446 p.

HAASE, J.; POSSOLI, S. Estudo da utilização da técnica de análise fatorial na elaboração de um índice de qualidade de água: Comparação entre dois regimes hidrológicos diferentes, R.S. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Botucatu, v. 6, p. 245-55, 1993.

HENRY, R.; GOUVEIA, L. Os fluxos de nutrientes e seston em cursos de água do Alto Paranapanema, SP: Sua relação com usos do solo, morfologia das bacias de drenagem. **Academia Brasileira de Ciências,** Rio de Janeiro, v. 65, n. 4, p. 439-51, 1993.

HIDALGO, P. **Metodologia de planejamento participativo em microbacias hidrográficas**. Rio de Janeiro: EMATER, 1996. Paginação irregular. (apostila de curso).

HORTON, R. E. Rosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, Boulder (EUA), v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

HOWARD A. D. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. **American Association of Petroleum Geologistis**, Tulsa (EUA), v. 51, n. 11, p. 2246-59, 1967.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Apresenta o censo dos municípios do Brasil. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em: 28 ago. 2006.

JACINTHO, L. R. C. **Geoprocessamento e sensoriamento remoto como ferramentas na gestão ambiental de unidades de conservação**: o caso da área de proteção ambiental (APA) do Capivari-monos. 2003. 103 f. Dissertação (Mestrado)–Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

JENKINS, A.; PETERS, N. E.; RODHE, A. Hydrology. In: MOLDAN, B.; CERNY, J. (Coords). **Biogeochemistry of small catchments***:* a tool for environmental research. Chichester: John Wiley & Sons, 1994. p. 31-54.

JONYS, G. K. **Impact of erosion on environmental quality**. Toronto: Conservation Council of Ontario, 1973. 13 p.

KERTZMAN, F. F.; GOUVEIA, M. I. F.; MANO, V. G. T. **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT/DAEE, 1991. v. 1, 102p.

KREBS, A. S. J.; ZIM-ALEXANDRE, N.; NOSSE, E. O. Zoneamento das disponibilidades e da qualidade dos recursos hídricos da bacia do Rio Araranguá. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12., 1997, Vitória. **Anais...** Vitória: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1997. 7 p. (072.DOC) 1 CD ROM.

LANA, C. E.; ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG – Brasil. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 54, n. 2, p. 121-26, 2001.

LANGRAN, G. **Time in geographic information systems.** Seattle: University of Washington, 1993. 189 p.

LANNA, A. E. L. **Gerenciamento de bacia hidrografia**: aspectos conceituais e metodológicos. Brasília: IBAMA, 1995. 171 p.

LÉON, G. S.; CAVALLINI, J. M. **Tratamento e uso de águas residuárias**. Campina Grande: Universidade federal da Paraíba, 1996. 110 p.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Indicadores hidrológicos em áreas florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 31, p. 53-64, 1998.

LOHANI, B. N.; MUSTAPHA, N. Indices for water quality assessment in river: a case study of the Linggi river in Malaysia. **Water Supply and Management**, [S.L.], v. 6, p. 545-55, 1982.

MACHADO, W.; STIPP, N. A. F. Caracterização do manejo do solo na microbacia hidrográfica Ribeirão dos apertados-PR. **Geografia**, Londrina, v. 12, n. 2, 2003. 85 p.

MCNAMARA, J. P.; KANE, D. L.; HINZMAN, L. D. An analysis of an artic channel network using a digital elevation model. **Geomorphology**, [S.L.], v. 29, p. 339-53, 1999.

MELO JUNIOR, G.; COSTA, C. E. F. S.; CABRAL NETO, I. Avaliação hidroquímica e da qualidade das águas de um trecho do rio Açu, Rio Grande do Norte. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 16, n. 2, p. 27-36, 2003.

MUSCUTT, A. D. et al. Buffer zones to improvide water quality: a review of their potential use in UK agriculture. **Agricola Ecosyst Environment,** , [S.L.], v. 45, p. 59-77, 1993.

NASCIMENTO JUNIOR, D.; BRANCO, R. H. Degradação de pastagem: diminuição da produtividade com o tempo; conceito de sustentabilidade. 2001. Disponível em: <http:// www.forragicultura.com.br>. Acesso em: 25 mar. 2002.

NETTO, A. L. C. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 93-148.

NOVOTNY, V.; OLEM, H. **Water quality**: Prevention, identification and management of diffuse pollution. Van Nostrand-Reinhold: New York, 1993. 1.054 p.

OLIVEIRA, H.; SANO, E. E. Utilização de sistema de informação geográfica na avaliação da ocupação dos solos da bacia do Alto Taquari, MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. p. 363-4.

OLIVEIRA, S. (Coord.) **Relatório de qualidade ambiental no Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 1994. 50 p. (Série Relatórios).

OREA, D. G. **Evaluación de impacto ambiental**. Madrid: Editorial Agrícola Española, 1998. 260 p.

OTTO, W. R. **Environmental indices**: theory and practice. Michigan: Ann Arbour Science Publ, 1978. Paginação irregular.

PETERSEN, G. W. et al. Geographic informations systems in agronomy. **Advances in Agronomy, Newark (EUA),** v. 55, p. 67-111, 1995.

PETERSEN, G. W.; NIELSEN, G. A.; WILDING, L. P. Geographic information systems and remote sensing in land resources analysis and management. **Suelo y Planta**, [S.L.], v. 1, p. 531-43, 1991.

PINEDA, M. D.; SCHÄFER, A. Adequação de critérios e métodos de avaliação da qualidade de águas superficiais baseada no estudo ecológico do Rio Gravatai, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 39, p. 198-206, 1987.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TANGARÁ DA SERRA. **Diagnóstico da microbacia hidrográfica do Rio Sepotuba**. Tangará da Serra, MT, 2002. 1 CD-ROM.

PROCHNOW, M. C. R. Recursos hídricos e metodologia de pesquisa. **Geografia,** [S.L.], v. 10, n. 19, 1985.

RANIERI, S. B. L. **Avaliação de modelos matemáticos (USLE e WEPP) para a determinação da erosão do solo em uma bacia hidrográfica no município de Piracicaba-SP**. 2000. 92 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

REBOUÇAS, A. **Uso inteligente da água**. São Paulo: Escrituras, 2004. 207 p.

RIBEIRO, F. L. **Sistemas de informações geográficas aplicadaos ao mapeamento dos usos atual e adequado da terra do alto Rio Pardo – Botucatu, SP**. 1998. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)–Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

ROCHA, J. S. M. Manejo integrado de bacias hidrográficas. In: _____. **Manual de projetos ambientais**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997. p. 71-141.

ROCHA, J. V.; LAMPARELLI, R. A. C. Geoprocessamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Mecanização e agricultura de precisão**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1998. p. 1-30.

RODRIGUES, M. Introdução ao geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 1., 1990, São Paulo. ***Resumos...*** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1990. p. 1-26.

ROSS, J. L. S.; DEL PRETTE, M. E. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 12, p. 89-121, 1998.

SALOMÃO, F. X. T.; IWASA, O. Y. Erosão e a ocupação rural e urbana. In: BITAR, O. Y. (Coord.) **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: ABGE/IPT, 1995. p. 31-57

SATO, S. E.; JORGE, M. C. O.; MENDES, I. A. Análise morfométrica de bacias fluviais do município de Ubatuba-SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10., 2003, Rio de Janeiro. Anais...Rio de Janeiro: UERF, 2003. p. 1030-32.

SCHUMM S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**, Boulder (EUA), v. 67, p. 597-646, 1956.

SCHUMM, S. A. Sinuosity of alluvial rivers on the great plains. **Geological Society of America Bulletin,** Boulder (EUA), v. 74, n. 9, p. 1089-100, 1963.

SCHWAB, G. O.; FANGMEIER, D. D.; ELLIOT, W. J. **Soil and water management systems**. New York: John Willey e Sons, 1993. 371 p.

SETTI, A. A. **A necessidade do uso sustentável dos recursos hídricos**. Brasília: IBAMA, 1996. 344p.

SHOJI, H.; YAMANOTO, T.; NAKAMURA, T. Factor analysis on stream pollution of the Yodo River systems. **Air and Water Pollution**, , [S.L.], v. 10, p. 291-299, 1966.

SILVA, A. B. **Sistemas de informações geo-referenciados (SIG)***:* conceitos e fundamentos. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2000. 240 p.

SILVA, J. X. Geomorfologia e geoprocessamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 393-414.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (Org). **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade do Rio Grande do Sul; São Paulo: EdUSP, 1993. p. 35-51.

SIMÕES, L.B. **Integração entre um modelo de simulação hidrológica e Sistema de Informação Geográfica na delimitação de zonas ripárias.** 2001. 171 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)–Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

SLOAN, P. G. et al**. Modeling surface and subsurface stormflow on steeply-sloping forested watersheds.** Lexington: University Kentucky, 1983. 167 p. (Technical Report, 142).

SOUTO, A. R.; CRESTANA, S. Identificação das áreas potenciais de produção de sedimentos com o modelo AGNPS e técnicas de SIG em uma microbacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 429-435, 2000.

STAR, J.; ESTES, J. **Geographic information systems**: an introduction. New Jersey: Prentice Hall, 1990. 303 p.

STRAHLER A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, Boulder (EUA), v. 63, n. 10, p. 1117-42, 1952.

STRAHLER A. N. Quantitative slope analysis. **Geological Society of America Bulletin**, Boulder (EUA), v. 67, p. 571-96, 1956.

TEIXEIRA, A. J. A.; CRUZ, C. B. M. Classificação de bacias de drenagem com o suporte do sensoriamento remoto e geoprocessamento -o caso da Baía de Guanabara-. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 2779-86.

TEIXEIRA, A. L. A.; MORETTI, E.; CHISTOFOLETTI, A. **Introdução aos sistemas de informação geográfica**. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 1992. 70 p.

TOLEDO, L. G. et. al. **Impacto ambiental da cultura do arroz irrigado com o uso de índice de qualidade de água (IQA)**. Jaguariúna: EMBRAPA, 2002. 3 p. (Comunicado Técnico, 8).

TORNERO, M. T. **Fotointerpretação da cobertura vegetal e da rede de drenagem da Bacia Experimental do Rio Pardo, no período de quinze anos**. 1996. 129 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

TUCCI, C. E. M. **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. 669 p.

VALÉRIO FILHO, M.; ARAÚJO JÚNIOR, G. J. L. Técnicas de geoprocessamento e modelagem aplicadas ao monitoramento de áreas submetidas aos processos de erosão do solo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 5., 1995, Bauru. **Anais...** Bauru: [s.e.], 1995. p. 279-82.

VELA, R. H. N.; NIED, A. H.; PINTO, J. P.; VENDRUSCULO, M. C.; SÁVIO, L. **Níveis de precipitação pluviométrica em Tangará da Serra-MT nos anos de 2003 a 2006**. Tangará da Serra: Unemat, 2006. 3p.

ZERNITZ, E. R. Drainage patterns and their significance. **Journal of Geology**, , [S.L.], v. 40, p. 498-521, 1932.

ZIBETTI, G. J. Controle de erosão de forma integrada em bacia hidrográfica: a experiência de São Judas Tadeu. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 3., 1985, Maringá. **Anais**... Maringá: ABGE, 1985. p. 259-266.

APÊNDICE 1

CLASSE 2 - ÁGUAS DOCES

PADRÕES

PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila *a*	10 $\mu g.L^{-1}$
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 $mm3.L^{-1}$
Sólidos dissolvidos totais	500 $mg.L^{-1}$

PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,1 $mg.L^{-1}$ Al
Antimônio	0,005$mg.L^{-1}$ Sb
Arsênio total	0,01 $mg.L^{-1}$As
Bário total	0,7 $mg.L^{-1}$ Ba
Berílio total	0,04 $mg.L^{-1}$ Be
Boro total	0,5 $mg.L^{-1}$ B
Cádmio total	0,001 $mg.L^{-1}$ Cd
Chumbo total	0,01$mg.L^{-1}$ Pb
Cianeto livre	0,005 $mg.L^{-1}$ CN
Cloreto total	250 $mg.L^{-1}$ Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 $mg.L^{-1}$ Cl
Cobalto total	0,05 $mg.L^{-1}$ Co
Cobre dissolvido	0,009 $mg.L^{-1}$ Cu
Cromo total	0,05 $mg.L^{-1}$ Cr
Ferro dissolvido	0,3 $mg.L^{-1}$ Fe
Fluoreto total	1,4 $mg.L^{-1}$ F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,020 $mg.L^{-1}$ P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,025 $mg.L^{-1}$ P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 $mg.L^{-1}$ P
Lítio total	2,5 $mg.L^{-1}$ Li
Manganês total	0,1 $mg.L^{-1}$ Mn
Mercúrio total	0,0002 $mg.L^{-1}$ Hg
Níquel total	0,025 $mg.L^{-1}$ Ni
Nitrato	10,0 $mg.L^{-1}$ N
Nitrito	1,0 $mg.L^{-1}$ N
Nitrogênio amoniacal total	3,7$mg.L^{-1}$ N, para $pH \leq 7,5$ 2,0 $mg.L^{-1}$ N, para $7,5 < pH \leq 8,0$ 1,0 $mg.L^{-1}$ N, para $8,0 < pH \leq 8,5$ 0,5 $mg.L^{-1}$ N, para $pH > 8,5$
Prata total	0,01 $mg.L^{-1}$ Ag
Selênio total	0,01 $mg.L^{-1}$ Se
Sulfato total	250 $mg.L^{-1}$ SO4
Sulfeto (H_2S não dissociado)	0,002 $mg.L^{-1}$ S
Urânio total	0,02 $mg.L^{-1}$ U

Vanádio total	0,1 $mg.L^{-1}$ V
Zinco total	0,18 $mg.L^{-1}$ Zn

PARÂMETROS ORGÂNICOS	**VALOR MÁXIMO**
Acrilamida	0,5 $\mu g.L^{-1}$
Alacloro	20 $\mu g.L^{-1}$
Aldrin + Dieldrin	0,005 $\mu g.L^{-1}$
Atrazina	2 $\mu g.L^{-1}$
Benzeno	0,005 $mg.L^{-1}$
Benzidina	0,001 $\mu g.L^{-1}$
Benzo(a)antraceno	0,05 $\mu g.L^{-1}$
Benzo(a)pireno	0,05 $\mu g.L^{-1}$
Benzo(b)fluoranteno	0,05 $\mu g.L^{-1}$
Benzo(k)fluoranteno	0,05 $\mu g.L^{-1}$
Carbaril	0,02 $\mu g.L^{-1}$
Clordano (cis + trans) L	0,04 $\mu g.L^{-1}$
2-Clorofenol	0,1 $\mu g.L^{-1}$
Criseno	0,05 $\mu g.L^{-1}$
2,4–D	4,0 $\mu g.L^{-1}$
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 $\mu g.L^{-1}$
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 $\mu g.L^{-1}$
1,2-Dicloroetano	0,01 $mg.L^{-1}$
1,1-Dicloroeteno	0,003 $mg.L^{-1}$
2,4-Diclorofenol	0,3 $\mu g.L^{-1}$
Diclorometano	0,02 $mg.L^{-1}$
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 $\mu g.L^{-1}$
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 $\mu g.L^{-1}$
Endossulfan (α + ß + sulfato)	0,056 $g.L^{-1}$
Endrin	0,004 $\mu g.L^{-1}$
Estireno	0,02 $mg.L^{-1}$
Etilbenzeno	90,0 $\mu g.L^{-1}$
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 $mg.L^{-1}$ C_6H_5OH
Glifosato	65 $\mu g.L^{-1}$
Gution	0,005 $\mu g.L^{-1}$
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 $\mu g.L^{-1}$
Hexaclorobenzeno	0,0065 $\mu g.L^{-1}$
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 $\mu g.L^{-1}$
Lindano (g-HCH)	0,02 $\mu g.L^{-1}$
Malation	0,1 $\mu g.L^{-1}$
Metolacloro	10 $\mu g.L^{-1}$
Metoxicloro	0,03 $\mu g.L^{-1}$
Paration	0,04 $\mu g.L^{-1}$
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 $\mu g.L^{-1}$
Pentaclorofenol	0,009 $mg.L^{-1}$
Simazina	2,0 $\mu g.L^{-1}$

Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 $mg.L^{-1}$ LAS
2,4,5–T	2,0 $\mu g.L^{-1}$
Tetracloreto de carbono	0,002 $mg.L^{-1}$
Tetracloroeteno	0,01 $mg.L^{-1}$
Tolueno	2,0 $\mu g.L^{-1}$
Toxafeno	0,01 $\mu g.L^{-1}$
2,4,5-TP	10,0 $\mu g.L^{-1}$
Tributilestanho	0,063 $\mu g.L^{-1}$ TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 $mg.L^{-1}$
Tricloroeteno	0,03 $mg.L^{-1}$
2,4,6-Triclorofenol	0,01 $mg.L^{-1}$
Trifluralina	0,2 $\mu g.L^{-1}$
Xileno	300 $\mu g.L^{-1}$

APÊNDICE 2

Resultados das amostras efetuadas no mês de Janeiro de 2005.

PARÂMETROS	UNIDADES	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 Classe II	PM01	PM02	PM03	PM04	PM05	PM06	PM07	PM08
Temperatura da água	ºC	---	25,50	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
OD	$mg.L^{-1}$	≥ 5,00	6,50	6,30	6,40	6,20	6,30	6,40	6,60	6,50
DBO	$mg.L^{-1}$	≤ 5,00	8,00	26,00	23,00	17,00	11,00	13,00	10,20	13,00
pH	---	6,0 - 9,0	6,60	6,66	6,71	6,43	5,90	6,36	6,55	5,85
Turbidez	NTU	≤ 100	67,70	140,00	119,00	56,00	26,80	66,00	29,00	54,50
Nitrogênio total	$mg.L^{-1}$	≤ 3,70	0,12	0,13	0,08	0,18	0,11	0,17	0,10	0,15
Fosfato total	$mg.L^{-1}$	≤ 0,10	0,32	0,28	0,14	0,40	0,16	0,28	0,12	0,17
Sólidos totais	$mg.L^{-1}$	≤ 500	394,00	381,00	357,00	371,00	297,00	298,00	221,00	344,00
Coliformes termotolerantes	NMP (100mL)	≤ 1,00E+03	1,50E+03	1,10E+03	1,20E+03	1,60E+03	1,10E+03	8,00E+02	3,10E+03	4,20E+02

Resultados das amostras efetuadas no mês de Fevereiro de 2005.

PARÂMETROS	UNIDADES	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 Classe II	PM01	PM02	PM03	PM04	PM05	PM06	PM07	PM08
Temperatura da água	ºC	---	26,00	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50
OD	$mg.L^{-1}$	≥ 5,00	6,30	6,20	6,30	6,50	6,30	6,50	6,20	6,40
DBO	$mg.L^{-1}$	≤ 5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pH	---	6,0 - 9,0	6,68	6,75	6,74	6,75	6,35	6,76	6,74	6,09
Turbidez	NTU	≤ 100	11,00	16,00	6,60	10,00	7,00	9,50	6,10	9,00
Nitrogênio total	$mg.L^{-1}$	≤ 3,70	0,18	0,09	0,21	0,16	0,09	0,21	0,19	0,22
Fosfato Total	$mg.L^{-1}$	≤ 0,10	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Sólidos totais	$mg.L^{-1}$	≤ 500	268,00	272,00	245,00	262,00	219,00	215,00	168,00	308,00
Coliformes termotolerantes	NMP (100mL)	≤ 1,00E+03	1,60E+03	1,50E+03	2,10E+03	1,60E+03	1,40E+03	1,10E+04	4,60E+03	2,10E+02

Resultados das amostras efetuadas no mês de Março de 2005.

PARÂMETROS	UNIDADES	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 Classe II	PM01	PM02	PM03	PM04	PM05	PM06	PM07	PM08
Temperatura da água	ºC	---	25,50	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
OD	$mg.L^{-1}$	≥ 5,00	6,40	6,30	6,20	6,20	6,40	6,40	6,20	6,30
DBO	$mg.L^{-1}$	≤ 5,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pH	---	6,0 - 9,0	6,62	6,71	6,72	6,62	6,11	6,58	6,75	6,15
Turbidez	NTU	≤ 100	13,30	12,50	7,05	9,56	8,64	7,45	7,56	9,20
Nitrogênio total	$mg.L^{-1}$	≤ 3,70	0,25	0,28	0,23	0,18	0,19	0,15	0,22	0,19
Fosfato total	$mg.L^{-1}$	≤ 0,10	0,05	0,04	0,08	0,03	0,04	0,02	0,05	0,03
Sólidos totais	$mg.L^{-1}$	≤ 500	242,00	262,00	201,00	215,00	175,00	185,00	118,00	208,00
Coliformes termotolerantes	NMP (100mL)	≤ 1,00E+03	1,65E+03	1,50E+03	2,10E+03	1,10E+04	1,50E+03	1,10E+04	4,60E+03	2,10E+02

Resultados das amostras efetuadas no mês de Abril de 2005.

PARÂMETROS	UNIDADES	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 Classe II	PM01	PM02	PM03	PM04	PM05	PM06	PM07	PM08
Temperatura da água	ºC	---	25,50	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
OD	$mg.L^{-1}$	≥ 5,00	6,20	6,20	6,40	6,40	6,20	6,20	6,30	6,40
DBO	$mg.L^{-1}$	≤ 5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pH	---	6,0 - 9,0	6,75	6,76	6,70	6,72	6,44	6,62	6,64	6,35
Turbidez	NTU	≤ 100	8,60	12,40	6,40	5,60	3,90	6,40	7,90	6,60
Nitrogênio total	$mg.L^{-1}$	≤ 3,70	0,09	0,15	0,28	0,31	0,15	0,18	0,25	0,22
Fosfato total	$mg.L^{-1}$	≤ 0,10	0,01	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
Sólidos totais	$mg.L^{-1}$	≤ 500	192,00	138,00	124,00	142,00	96,00	108,00	92,00	142,00
Coliformes termotolerantes	NMP (100mL)	≤ 1,00E+03	4,30E+02	1,50E+03	1,50E+03	1,50E+03	2,10E+03	1,50E+03	4,60E+03	1,50E+03

Resultados das amostras efetuadas no mês de Maio de 2005.

PARÂMETROS	UNIDADES	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 Classe II	PM01	PM02	PM03	PM04	PM05	PM06	PM07	PM08
Temperatura da água	ºC	---	25,50	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	24,00
OD	$mg.L^{-1}$	≥ 5,00	6,30	6,40	6,30	6,50	6,40	6,30	6,30	6,50
DBO	$mg.L^{-1}$	≤ 5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pH	---	6,0 - 9,0	6,58	6,72	6,85	6,61	6,45	6,52	6,75	6,45
Turbidez	NTU	≤ 100	8,40	9,65	7,45	8,40	7,65	8,15	8,68	9,15
Nitrogênio total	$mg.L^{-1}$	≤ 3,70	0,25	0,32	0,19	0,28	0,21	0,16	0,29	0,25
Fosfato total	$mg.L^{-1}$	≤ 0,10	0,03	0,05	0,05	0,02	0,01	0,02	0,04	0,02
Sólidos totais	$mg.L^{-1}$	≤ 500	168,00	142,00	125,00	208,00	165,00	132,00	75,00	95,00
Coliformes termotolerantes	NMP (100mL)	≤ 1,00E+03	5,20E+02	5,20E+02	6,40E+02	3,80E+02	2,10E+02	8,40E+02	4,60E+02	6,20E+02

Resultados das amostras efetuadas no mês de Junho de 2005.

PARÂMETROS	UNIDADES	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 Classe II	PM01	PM02	PM03	PM04	PM05	PM06	PM07	PM08
Temperatura da água	ºC	---	26,00	25,50	25,00	25,00	26,50	25,50	25,00	25,50
OD	$mg.L^{-1}$	≥ 5,00	6,20	6,20	6,20	6,30	6,30	6,20	6,20	6,30
DBO	$mg.L^{-1}$	≤ 5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pH	---	6,0 - 9,0	6,38	6,30	6,89	6,54	5,95	6,44	6,72	6,19
Turbidez	NTU	≤ 100	8,90	6,90	5,90	9,00	7,40	8,70	4,10	8,90
Nitrogênio total	$mg.L^{-1}$	≤ 3,70	0,45	0,35	0,23	0,19	0,38	0,15	0,32	0,32
Fosfato total	$mg.L^{-1}$	≤ 0,10	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Sólidos totais	$mg.L^{-1}$	≤ 500	164,00	152,00	136,00	605,00	128,00	127,00	62,00	168,00
Coliformes termotolerantes	NMP (100mL)	≤ 1,00E+03	1,10E+04	1,50E+03	1,10E+04	1,10E+04	1,10E+04	1,50E+03	4,30E+02	2,10E+03

Resultados das amostras efetuadas no mês de Julho de 2005.

PARÂMETROS	UNIDADES	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 Classe II	PM01	PM02	PM03	PM04	PM05	PM06	PM07	PM08
Temperatura da água	ºC	---	25,00	25,20	24,00	24,00	25,00	25,00	25,20	25,50
OD	$mg.L^{-1}$	≥ 5,00	6,40	6,30	6,30	6,40	6,40	6,30	6,30	6,40
DBO	$mg.L^{-1}$	≤ 5,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pH	---	6,0 - 9,0	6,45	6,81	6,89	6,42	6,75	6,90	6,90	6,68
Turbidez	NTU	≤ 100	7,80	8,15	7,68	7,45	8,69	7,56	7,15	6,98
Nitrogênio total	$mg.L^{-1}$	≤ 3,70	0,22	0,45	0,45	0,18	0,49	0,22	0,18	0,65
Fosfato total	$mg.L^{-1}$	≤ 0,10	0,04	0,02	0,06	0,05	0,02	0,03	0,07	0,04
Sólidos totais	$mg.L^{-1}$	≤ 500	215,00	208,00	196,00	215,00	95,00	96,00	75,00	90,00
Coliformes termotolerantes	NMP (100mL)	≤ 1,00E+03	1,80E+03	1,30E+03	6,40E+02	7,20E+03	8,20E+02	1,10E+03	6,20E+02	1,10E+03

Resultados das amostras efetuadas no mês de Agosto de 2005.

PARÂMETROS	UNIDADES	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 Classe II	PM01	PM02	PM03	PM04	PM05	PM06	PM07	PM08
Temperatura da água	ºC	---	24,00	24,00	24,00	24,00	25,00	24,20	24,40	25,50
OD	$mg.L^{-1}$	≥ 5,00	6,20	6,60	6,60	6,30	6,40	6,70	6,80	5,60
DBO	$mg.L^{-1}$	≤ 5,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00
pH	---	6,0 - 9,0	7,05	7,12	7,18	6,99	7,15	7,22	7,09	6,87
Turbidez	NTU	≤ 100	7,95	8,12	6,45	7,15	6,89	7,85	6,83	7,15
Nitrogênio total	$mg.L^{-1}$	≤ 3,70	0,34	0,22	0,32	0,22	0,46	0,29	0,45	0,89
Fosfato total	$mg.L^{-1}$	≤ 0,10	0,07	0,04	0,08	0,04	0,09	0,06	0,09	0,06
Sólidos totais	$mg.L^{-1}$	≤ 500	261,00	154,00	109,00	139,00	27,00	31,00	54,00	86,00
Coliformes termotolerantes	NMP (100mL)	≤ 1,00E+03	1,60E+03	1,50E+03	1,10E+04	1,10E+04	1,10E+04	1,50E+03	4,30E+02	2,10E+03

Resultados das amostras efetuadas no mês de Setembro de 2005.

PARÂMETROS	UNIDADES	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 Classe II	PM01	PM02	PM03	PM04	PM05	PM06	PM07	PM08
Temperatura da água	ºC	---	26,00	25,00	24,00	24,00	26,00	25,00	26,00	25,20
OD	$mg.L^{-1}$	≥ 5,00	7,80	7,64	7,90	7,82	7,80	7,40	7,54	7,16
DBO	$mg.L^{-1}$	≤ 5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
pH	---	6,0 - 9,0	6,20	6,75	6,69	6,27	5,75	6,24	6,74	6,18
Turbidez	NTU	≤ 100	9,15	9,60	7,60	8,50	8,20	8,90	8,15	10,00
Nitrogênio total	$mg.L^{-1}$	≤ 3,70	0,18	0,28	0,19	0,29	0,35	0,21	0,32	0,63
Fosfato total	$mg.L^{-1}$	≤ 0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Sólidos totais	$mg.L^{-1}$	≤ 500	80,00	84,00	68,00	32,00	123,00	122,00	27,00	80,00
Coliformes termotolerantes	NMP (100mL)	≤ 1,00E+03	2,10E+03	1,50E+03	2,10E+03	9,30E+02	2,10E+03	4,30E+02	2,30E+03	1,10E+04

Resultados das amostras efetuadas no mês de Outubro de 2005.

PARÂMETROS	UNIDADES	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 Classe II	PM01	PM02	PM03	PM04	PM05	PM06	PM07	PM08
Temperatura da água	ºC	---	27,00	25,50	24,50	25,50	26,50	26,20	26,50	25,00
OD	$mg.L^{-1}$	≥ 5,00	6,40	6,50	6,30	6,40	6,30	6,20	6,80	6,50
DBO	$mg.L^{-1}$	≤ 5,00	3,00	2,00	3,00	4,00	3,00	4,00	3,00	3,00
pH	---	6,0 - 9,0	6,75	6,92	6,76	6,46	6,15	6,45	6,85	6,65
Turbidez	NTU	≤ 100	8,50	8,65	6,50	6,80	7,39	7,68	6,86	6,85
Nitrogênio total	$mg.L^{-1}$	≤ 3,70	0,90	0,32	0,16	0,21	0,19	0,12	0,29	0,18
Fosfato total	$mg.L^{-1}$	≤ 0,10	0,06	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,06
Sólidos totais	$mg.L^{-1}$	≤ 500	75,00	60,00	75,00	85,00	43,00	102,00	65,00	104,00
Coliformes termotolerantes	NMP (100mL)	≤ 1,00E+03	1,50E+03	3,80E+02	2,10E+02	2,10E+03	1,10E+03	3,80E+02	1,60E+03	1,80E+03

Resultados das amostras efetuadas no mês de Novembro de 2005.

PARÂMETROS	UNIDADES	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 Classe II	PM01	PM02	PM03	PM04	PM05	PM06	PM07	PM08
Temperatura da água	ºC	---	31,00	29,00	26,50	28,00	30,00	28,00	29,50	33,50
OD	$mg.L^{-1}$	≥ 5,00	5,72	5,72	6,17	5,19	6,10	6,03	5,11	6,30
DBO	$mg.L^{-1}$	≤ 5,00	6,00	12,00	6,00	10,00	8,00	9,00	7,00	4,00
pH	---	6,0 - 9,0	6,92	6,99	7,10	6,84	6,41	6,55	7,48	6,79
Turbidez	NTU	≤ 100	6,85	6,00	5,80	4,40	4,20	4,60	5,20	7,80
Nitrogênio total	$mg.L^{-1}$	≤ 3,70	0,05	0,13	0,09	0,28	0,15	0,16	0,25	0,07
Fosfato total	$mg.L^{-1}$	≤ 0,10	0,08	0,14	0,11	0,13	0,20	0,12	0,09	0,08
Sólidos totais	$mg.L^{-1}$	≤ 500	80,00	119,00	90,00	107,00	89,00	169,00	93,00	203,00
Coliformes termotolerantes	NMP (100mL)	≤ 1,00E+03	4,00E+02	1,12E+02	1,40E+01	1,73E+02	8,40E+01	4,00E+02	2,60E+02	1,60E+01

Resultados das amostras efetuadas no mês de Dezembro de 2005.

PARÂMETROS	UNIDADES	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 Classe II	PM01	PM02	PM03	PM04	PM05	PM06	PM07	PM08
Temperatura da água	ºC	---	26,50	26,00	24,50	24,50	26,30	25,50	25,00	26,50
OD	$mg.L^{-1}$	≥ 5,00	5,81	6,13	6,20	5,46	6,05	6,11	6,13	6,37
DBO	$mg.L^{-1}$	≤ 5,00	7,00	11,00	8,00	9,00	10,00	7,00	6,00	7,00
pH	---	6,0 - 9,0	6,48	6,61	6,94	6,93	6,38	6,64	6,23	6,24
Turbidez	NTU	≤ 100	12,40	6,20	6,40	6,85	6,20	6,80	6,75	8,00
Nitrogênio total	$mg.L^{-1}$	≤ 3,70	0,06	0,08	0,08	0,20	0,14	0,14	0,14	0,09
Fosfato total	$mg.L^{-1}$	≤ 0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,17	0,10	0,08	0,10
Sólidos totais	$mg.L^{-1}$	≤ 500	94,00	130,00	120,00	130,00	115,00	152,00	76,00	229,00
Coliformes termotolerantes	NMP (100mL)	≤ 1,00E+03	2,90E+02	1,04E+02	3,60E+01	1,50E+02	1,82E+02	2,90E+02	7,00E+01	1,60E+01