

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIO UBERABA-MG**

LEILA BEATRIZ SILVA CRUZ

CAMPINAS
FEVEREIRO DE 2003

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIO UBERABA-MG**

Tese submetida à banca examinadora
para obtenção do título de Doutora
em Engenharia Agrícola na área de
concentração em Água e Solo

LEILA BEATRIZ SILVA CRUZ

Orientador: Prof. Dr. José Euclides Stipp Paterniani

CAMPINAS
FEVEREIRO DE 2003

EPÍGRAFE



“Lançado no mundo, o homem, quando disso toma consciência, maravilha-se. Estranha o mundo e estranha por estar no mundo. Fantástico que é o mundo em que somos lançados, nele somos o único ser que erra”.

Gerson de Britto Mello Bóson
Aula Magna, PUC de Minas Gerais, 13 de março de 1990.

AGRADECIMENTOS

Ao professor José Euclides Stipp Paterniani, pela orientação e amizade dedicadas.

Ao técnico do Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Uberaba, Leonardo Campos de Assis, pela importante colaboração.

À Universidade de Uberaba, na pessoa de Márcio Augusto de Souza Nogueira, pelo apoio e incentivos prestados.

Ao IEATM – Instituto de Engenharia e Arquitetura do Triângulo Mineiro, nas pessoas de Fuad Miguel Hueb Filho, José Ribeiro de Miranda, Emilia Borges de Paula, Semírames e demais companheiros, pelo apoio financeiro, incentivo e amizade dedicados.

Ao CODAU – Centro Operacional de Desenvolvimento e Saneamento de Uberaba - nas pessoas de Hugo Bichuete, Edna Costa de Oliveira, Luiz Antônio Molinar e Cleber Frederico Ribeiro, pelo apoio ao projeto tornando-o viável, pela atenção e amizade prestados.

Ao COMSETRAN-URA nas pessoas de Carlos Finholdt Júnior, Ricardo Urias, Sheila Sebastiana de Jesus e Gustavo Finholdt, pela intensa participação no processo de formação de consciência coletiva de preservação do rio Uberaba e amizade dedicadas.

À SEPLAN – Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente, nas pessoas de Osmar Ribeiro de Moraes e Gilberto Dib, pelo importante apoio ao projeto e amizade dedicados.

À Câmara Municipal de Uberaba, na pessoa de João Gilberto Ripossati, pelo apoio e amizade dedicados.

Ao IEF – Instituto Estadual de Floresta, nas pessoas de Marina Lígia Oliveira Rocha, Eumar Valente Carneiro, Salvador Ronaldo da Silveira e Elisângela Moreira de Oliveira, pelo compartilhamento das informações de uso e ocupação do solo e imagem de satélite, de grande importância para alcançar os objetivos desta pesquisa.

Agradecimento à 3ª Companhia Independente de Bombeiros Militar em Uberaba (MG), na pessoa do seu atual comandante Mateus Queiroz Correa e ao Tenente Coronel Hermes Antônio Pereira - hoje atual comandante do 5º Batalhão de Bombeiros Militar em Uberlândia (MG). E a todos os militares que participaram dos trabalhos de levantamento de dados na bacia do rio Uberaba.

Ao Coronel Mauro Lúcio Gontijo, então comandante do 5º Comando Regional de Polícia Militar e a todos os demais integrantes da Polícia Militar, que contribuíram para a realização do trabalho proposto nesta tese.

À CMT, 5ª - Companhia de Polícia Militar Ambiental, 5º comando Regional Militar, Polícia Militar de Minas Gerais, nas pessoas do Capitão Josué de Oliveira Ripossati e Capitão Augusto e demais comandados, que participaram das expedições, proporcionando proteção de vida aos participantes e veículo para locomoção.

Ao CRHEA-USP – Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, nas pessoas de Evaldo L. Gaeta Espíndola, Domingos Sávio Barbosa, Márcia Noelia Eler, Alexandro Minillo, Janete Brigante e Amândio Menezes, pela importante participação técnica na parte de dados de qualidade de água e pela amizade.

Às ONGs Geração Verde, SOS Rio Uberaba e tantas outras instituições e pessoas que aqui não foram citadas e que são especiais, contribuindo com apoio e informações relevantes para este projeto.

À geógrafa Walderesa J. Andrada pela amizade e dedicação na organização da primeira expedição ao longo do rio Uberaba.

À secretaria de pós-graduação da FEAGRI nas pessoas de Ana Paula Montagner, Marta Aparecida Rigonatto Vechi e Rosangela Gomes.

À minha família, Milton, Iraci, Rogério, Elaine, Nilza, Michelle, Luis Augusto, Luiz Fiúza, Jeovane, Roberto e Celestina pelo carinho, dedicação e amor.

Aos amigos Alfredo, Estela, Claudia, Meire, Lucimeire, Edna, Rogério Staciarini, Andréa, Sheila, Sandra, Zete e tantos outros, pela valiosa descontração e apoio nos momentos difíceis, que cada um, a sua maneira soube me proporcionar.

Ao Camilo e Amada pelo amor, incentivo, compreensão e carinho dedicados a mim no decorrer do trabalho.

A Deus pelo amparo, proteção e valiosa oportunidade que tanto me fez crescer e entender melhor como viver a vida.

SUMÁRIO

EPÍGRAFE	II
AGRADECIMENTOS	II
SUMÁRIO	VI
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS	XII
LISTA DE SIGLAS	XIV
RESUMO	XVII
ABSTRACT	XVIII
1 – INTRODUÇÃO GERAL	19
1.1 – JUSTIFICATIVA	23
1.2 - OBJETIVOS	24
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
2.1 – OS RECURSOS HÍDRICOS.....	25
2.1.1 – <i>O Sistema Fluvial</i>	25
2.1.2 – <i>Poluição dos Recursos Hídricos</i>	27
2.1.3 – <i>A qualidade da Água</i>	30
2.1.4 - <i>Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos</i>	31
2.2 – USO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)	33
2.2.1 – <i>Caracterização e Histórico de Utilização</i>	33
2.2.2 – <i>O Sistema IDRISI for Windows</i>	34
2.2.3 – <i>Aplicações do SIG na Área Ambiental</i>	36
2.2.4 - <i>Análise ambiental com o uso do SIG</i>	37
2.3 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	39
2.3.1 – CLIMA REGIONAL	40
2.3.2 – ESTAÇÕES DE COLETA E HIDROGRAFIA	42

3 – SEÇÕES	48
3.1 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO RIO UBERABA-MG E SUA RELAÇÃO COM O DESENVOLVIMENTO SÓCIO-ECONÔMICO REGIONAL	49
<i>INTRODUÇÃO</i>	50
<i>MATERIAIS E MÉTODOS</i>	52
<i>RESULTADOS E DISCUSSÃO</i>	54
<i>CONCLUSÕES</i>	62
3.2 - CARACTERIZAÇÃO E MANEJO DO SOLO NA BACIA DO RIO UBERABA-MG	64
<i>INTRODUÇÃO</i>	64
<i>MATERIAIS E MÉTODOS</i>	69
<i>RESULTADOS E DISCUSSÕES</i>	71
<i>CONCLUSÕES</i>	79
3.3 - O USO DO SOLO NA BACIA DO RIO UBERABA - MG SOB A ÓTICA DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	80
<i>INTRODUÇÃO</i>	80
<i>MATERIAL E MÉTODOS</i>	85
<i>RESULTADOS E DISCUSSÕES</i>	87
<i>CONCLUSÕES</i>	89
3.4 – AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA BACIA DO RIO UBERABA-MG	91
<i>INTRODUÇÃO</i>	91
<i>MATERIAL E MÉTODOS</i>	94
<i>RESULTADOS E DISCUSSÕES</i>	97
<i>CONCLUSÕES</i>	107
3.5 - A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO RIO UBERABA-MG	108
<i>INTRODUÇÃO</i>	108
<i>MATERIAL E MÉTODOS</i>	110
<i>RESULTADOS E DISCUSSÕES</i>	112
<i>CONCLUSÕES</i>	117
3.6 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA NA BACIA DO RIO UBERABA –MG	119
<i>INTRODUÇÃO</i>	120
<i>MATERIAIS E MÉTODOS</i>	122
<i>RESULTADOS E DISCUSSÕES</i>	126
<i>CONCLUSÕES</i>	133
4 – COMENTÁRIOS FINAIS	135
4.1 – OUTRAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA	135

<i>Variáveis hidrológicas</i>	135
<i>Condutividade e alcalinidade</i>	136
<i>Óleos, Graxas e Íons Metálicos</i>	138
<i>Formas Nitrogenadas</i>	140
4.2 – USO DO SOLO E O CÓDIGO FLORESTAL.....	141
4.3 - INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA QUALIDADE DA ÁGUA.....	146
4.4 - ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA - IQA.....	151
5 – CONCLUSÕES GERAIS	156
6 – AÇÕES PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DA BACIA	159
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	162
10 - ANEXO 1	177
11 - ANEXO 2	178

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1.1 – “O DESMATAMENTO” - AQUARELA PINTADA POR RUGENDAS NO INÍCIO DO SÉCULO XIX	28
FIGURA 2.3.1 – MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE MINAS GERAIS - DESTAQUE PARA LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO UBERABA AFLUENTE DO RIO GRANDE (CETEC, 1983).....	39
FIGURA 2.3.2 – PRECIPITAÇÕES MÉDIAS MENSAS NOS MESES DE JANEIRO A DEZEMBRO DE 1991 A 1995	41
FIGURA 2.3.3 – PRECIPITAÇÕES MÉDIAS MENSAS NOS MESES DE JANEIRO A DEZEMBRO DE 1996 A 2000	41
FIGURA 2.3.4 – LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE COLETA NO RIO UBERABA	43
FIGURA 2.3.5 – ESTAÇÃO A - NASCENTE DO RIO UBERABA NA REGIÃO DE CHAPADA (FOTO CEDIDA PELO CODAU, 2002)	44
FIGURA 2.3.6 – ESTAÇÃO B – MATA-BURRO, FAZENDA CHAPADÃO (FOTO DO ARQUIVO DA PESQUISA, 2002)	44
FIGURA 2.3.7 – ESTAÇÃO C – PONTE DOS BAMBUS (FOTO DO ARQUIVO DA PESQUISA, 2002)	44
FIGURA 2.3.8 – ESTAÇÃO D – SANTA ROSA, DESTAQUE PARA O AFLORAMENTO DO BASALTO NO LEITO DO RIO (FOTO DO ARQUIVO DA PESQUISA, 2001).....	45
FIGURA 2.3.9 – ESTAÇÃO E – PRAINHA (FOTO CEDIDA PELO CONSETRAN-URA, 2001).....	45
FIGURA 2.3.10 – ESTAÇÃO F – RESERVATÓRIO DA CAPTAÇÃO CODAU (FOTO CEDIDA PELO CODAU, 2001)	45
FIGURA 2.3.11 À ESQUERDA – ESTAÇÃO G – RESERVATÓRIO DA CAPTAÇÃO CODAU (FOTO CEDIDA PELO CODAU, 2001)	46
FIGURA 2.3.12 À CIMA – ESTAÇÃO H – RESERVATÓRIO DA CAPTAÇÃO CODAU (FOTO CEDIDA PELO CODAU, 2001)	46

FIGURA 2.3.13 À ESQUERDA – ESTAÇÃO I – RESERVATÓRIO DA CAPTAÇÃO CODAU (FOTO CEDIDA PELO CODAU, 2001)	46
FIGURA 2.3.14 – ESTAÇÃO J PLANURA – DESTAQUE PARA A DRAGA DE EXTRAÇÃO DE AREIA (FOTO DO ARQUIVO DA PESQUISA, 2002).....	47
FIGURA 3.2.1 – METODOLOGIA UTILIZADA PARA OBTENÇÃO DOS PLANOS DE INFORMAÇÕES (PIS)	69
FIGURA 3.2.2 – MODELO DE PERSPECTIVA ORTOGRÁFICA TRIDIMENSIONAL.....	72
FIGURA 3.2.3 – MAPA DE SOLOS DA BACIA DO RIO UBERABA.....	76
FIGURA 3.2.4 – MAPA DE CLASSES DE DECLIVIDADE NA BACIA DO RIO UBERABA	77
FIGURA 3.2.5 – MAPA DE ÁREAS SUSCEPTÍVEIS À EROSÃO NA BACIA DO RIO UBERABA	78
FIGURA 3.3.1 – METODOLOGIA UTILIZADA PARA OBTENÇÃO DAS ÁREAS QUE NÃO ATENDEM À LEGISLAÇÃO.....	86
FIGURA 3.4.1 – BACIA DO RIO UBERABA COM CLASSES DE QUALIDADE DE ÁGUA DIVIDIDA EM TRECHOS.....	100
FIGURA 3.5.1 – QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS EM 2001, 4º TRIMESTRE, BACIA DO RIO GRANDE/GD8 (FONTE:WWW.IGAM.MG.GOV.BR/AGUAS/HTMLS/GD678_T4_01.HTM).....	116
FIGURA 3.6.1 – A) MODELO GRÁFICO <i>BOX-PLOT</i> B) MODELO VARIANTE DO GRÁFICO <i>BOX-PLOT</i>	126
FIGURA 3.6.2A) - VARIAÇÃO MENSAL DA PRECIPITAÇÃO – B) VARIAÇÃO DA VAZÃO NAS ESTAÇÕES DE COLETA.....	128
FIGURA 3.6.3 A) -VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL EM SUSPENSÃO TOTAL – B) TURBIDEZ - C) COR REAL NAS ESTAÇÕES DE COLETA	128
FIGURA 3.6.4A) - PH DA ÁGUA NAS ESTAÇÕES DE COLETA– B) VARIAÇÃO DA TEMPERATURA	129
FIGURA 3.6.5 A) - VARIAÇÃO DOS VALORES DE DQO – B) DBO ₅ NAS TRÊS COLETAS.....	130
FIGURA 3.6.6 A) VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OD – B) GÁS CARBÔNICO LIVRE NAS ESTAÇÕES DE COLETA.....	130

FIGURA 3.6.7A) - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO – B) E NITRITOS NAS ESTAÇÕES DE COLETA.....	131
FIGURA 4.1.1 –VARIAÇÃO DA PROFUNDIDADE MÉDIA DAS ESTAÇÕES DURANTE AS CAMPANHAS.....	135
FIGURA 4.1.2 – A) VARIAÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E B) VARIAÇÃO DA ALCALINIDADE NAS ESTAÇÕES DE COLETA.....	136
FIGURA 4.1.3 – A) VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CÁLCIO E B) VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE MAGNÉSIO NAS ESTAÇÕES DE COLETA.....	137
FIGURA 4.1.4 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ÓLEOS E GRAXAS (MG/L) NAS ESTAÇÕES DE COLETA.....	139
FIGURA 4.1.5 – A) VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO ORGÂNICO E B) VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL NAS ESTAÇÕES DE COLETA.....	141
FIGURA 4.2.1 – IMAGENS DA CACHOEIRA, PRÓXIMA À NASCENTE EM ABRIL DE 1985 E ABRIL DE 2001.....	142
FIGURA 4.2.2 – MAPA DA COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO DE 1964.....	143
FIGURA 4.2.3 – MAPA DA COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO DE 1998.....	144
FIGURA 4.2.4 – MAPA DE USO DO SOLO DE 1998 X PRESERVAÇÃO PERMANENTE.....	145
FIGURA 4.3.1 – MAPA DE EVOLUÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO RIO UBERABA.....	147
FIGURA 4.4.1 – QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS EM 2001, 4º TRIMESTRE, BACIA DO RIO GRANDE/GD8. (FONTE:WWW.IGAM.MG.GOV.BR/AGUAS/HTMLS/GD678_T4_01.HTM).....	153
FIGURA 4.4.2 – RESULTADOS DO IQA NAS ESTAÇÕES DE COLETA.....	155

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.2.1 – INTERVALOS DE CLASSES DE DECLIVIDADE E SEUS RELEVOS CORRESPONDENTES	70
TABELA 3.2.2 – ÁREA DAS CLASSES DE SOLO NA BACIA DO RIO UBERABA.....	73
TABELA 3.2.3 – SIGLAS UTILIZADAS NA CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS DA BACIA DO RIO UBERABA.....	73
TABELA 3.2.4 – ÁREAS DOS INTERVALOS DE DECLIVIDADES.....	76
TABELA 3.3.1 - DISTRIBUIÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS DÉCADAS DE 60 E 90.....	87
TABELA 3.3.2 – CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.....	88
TABELA 3.4.1 – VARIÁVEIS ANALISADAS	96
TABELA 3.4.2 - DISTRIBUIÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS DÉCADAS DE 60 E 90.....	97
TABELA 3.4.3 – ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE COM USO INDEVIDO.....	99
TABELA 3.4.4 – CARACTERÍSTICAS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	101
TABELA 3.4.5 – MATRIZ DE IDENTIFICAÇÃO QUALITATIVA DAS ATIVIDADES IMPACTANTES NO MEIO FÍSICO.....	102
TABELA 3.4.6 – MATRIZ DE IDENTIFICAÇÃO QUALITATIVA DAS ATIVIDADES IMPACTANTES DO MEIO BIÓTICO	103
TABELA 3.4.7 – MATRIZ DE IDENTIFICAÇÃO QUALITATIVA DAS ATIVIDADES IMPACTANTES NO MEIO ANTRÓPICO.....	104
TABELA 3.4.8 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS MEDIDAS AMBIENTAIS E DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	104
TABELA 3.6.1 – VARIÁVEIS ANALISADAS (FONTE: CONAMA 20/86).....	125

TABELA 3.6.2 - COLIFORMES TOTAIS EM NMP/100 ML.....	132
TABELA 3.6.3 - COLIFORMES FECAIS EM NMP/100 ML	133
TABELA 4.1.1 - CORRELAÇÃO DE PEARSON (R) PARA AS FORMAS NITROGENADAS E DBO.....	140
TABELA 4.3.1 – DETALHAMENTO DA LEGENDA DA FIGURA 4.3.1	148
TABELA 4.3.2 – ALGUMAS ATIVIDADES POTENCIALMENTE POLUIDORAS NA BACIA DO RIO UBERABA NOS MUNICÍPIOS QUE A COMPÕEM (FONTE: PREFEITURA DOS MUNICÍPIOS DA BACIA).....	149
TABELA 4.4.1 – DISTRIBUIÇÃO DOS NÍVEIS DE QUALIDADE DE ÁGUA DO IQA	152
TABELA 4.4.2 – RELAÇÃO DE PARÂMETROS E RESPECTIVOS RESULTADOS DO PONTO BG059 (ESTAÇÃO I)	153
TABELA 4.4.3 – RELAÇÃO DE PARÂMETROS E RESPECTIVOS RESULTADOS DO PONTO BG058 (ESTAÇÃO D).....	154
TABELA 11.1 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA DO RIO UBERABA-MG EM AGOSTO DE 2001	178
TABELA 11.2 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA DO RIO UBERABA-MG EM OUTUBRO DE 2001	179
TABELA 11.3 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA DO RIO UBERABA-MG EM JANEIRO DE 2002	179

LISTA DE SIGLAS

ABCZ – Associação Brasileira dos Criadores de Gado Zebu
ABEAS – Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior
APA – Área de Proteção Ambiental
CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral
CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica
CEPAGRI - Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas
CERH -Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CNPTIA – Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura
CODAU – Centro Operacional de Desenvolvimento e Saneamento de Uberaba
CODEMPHAU - Conselho Deliberativo Municipal do Patrimônio Histórico e Artístico de Uberaba
COMSETRAN-URA – Comitê de Segurança no Trânsito de Uberaba
CONAMA – Comissão Nacional do Meio Ambiente
CONBEA – Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
CPAC - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
CRHEA – Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO – Demanda Química de Oxigênio
EESC – Escola de Engenharia de São Carlos
EIA - Estudo de Impacto Ambiental.
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais
FEAGRI - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.
FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

GD8 - Oitava divisão do Rio Grande dentro do Estado de Minas Gerais
GIS - Geographic information systems
GPS - Global Positioning System
IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBDF - - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA-TM - Instituto de Engenharia e Arquitetura do Triângulo Mineiro
IEF - Instituto Estadual de Floresta
IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
LABGEO – Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Uberaba.
LAGEOP - Laboratório de Geoprocessamento Aplicado
MDT - Modelo de Elevação Digital do Terreno
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MO – Matéria Orgânica
MST - Material em Suspensão Total
OD – Oxigênio Dissolvido
OMS – Organização Mundial de Saúde
ONU – Organizações das Nações Unidas
PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental.
SDIG - Sistema Digital de Informações Geográficas
SEMA - Secretaria Especial do Meio Ambiente
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SIGEO - Núcleo de Pesquisas em Sistemas de Informações Geográficas e Geotecnia Ambiental
SRH – Secretaria de Recursos Hídricos
SUDEPE - Superintendência do Desenvolvimento da Pesca
TIFF – Tag (ged) Image File Format
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFV – Universidade Federal de Viçosa

UNESP – Universidade Estadual de São Paulo

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

USP – Universidade de São Paulo

UTM - Universal Transverse Mercator (Coordenadas)

RESUMO

A presente pesquisa relaciona-se ao diagnóstico ambiental da bacia do rio Uberaba situada no Triângulo Mineiro - Estado de Minas Gerais, e teve como objetivos identificar e localizar as atividades impactantes ao longo do rio Uberaba e principais afluentes; promover uma caracterização da área através da atualização de dados de mapas geotécnicos, de vegetação e de utilização de solo; apresentar propostas para solucionar os problemas de impactos ambientais e manejo sustentável dos recursos naturais. Para tanto, foi criado um conjunto de planos de informações (mapas), usando como ferramenta o Sistema de Informação Geográfica - IDRISI, de modo a reunir dados sobre o modelo de uso e ocupação do solo. Foram gerados os mapas de cobertura vegetal, em épocas distintas, hidrografia, pedologia, classes de declividade, modelo digital do terreno e outros com a multiplicação destes planos, com a finalidade de conhecer, p. ex., as áreas potencialmente susceptíveis à erosão e as que não estão em conformidade com o Código Florestal. Para identificar as atividades de impacto empregou-se o método, Matriz de Interação de Leopold, adaptado às condições da bacia. Realizou-se também análise de água, ponderando as variáveis físicas, químicas, biológicas e hidrológicas com amostragem em 10 estações distribuídas entre a nascente e a foz. A coleta das amostras efetuou-se em diferentes períodos climáticos a fim de estabelecer resultados fieis à situação da bacia. As análises foram realizadas pelo Laboratório do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada da EESC-USP. Com este conjunto de informações, associado à revisão bibliográfica e entrevistas, tornou-se lícito compreender a forma de ocorrência dos impactos. Foram identificadas as áreas a serem recuperadas, as que estão preservadas e realizou-se a caracterização ambiental ponderando as ações a serem implementadas em um plano de gerenciamento. A bacia do rio Uberaba está subordinada ao CBH Afluentes Mineiros do Baixo Rio Grande - GD8 e encontra-se bastante degradada. O rio Uberaba não apresenta qualidade de água compatível com a classe 2, conforme o enquadramento feito por Órgãos Estaduais. Foram apresentadas ainda soluções que minimizam, potencializam e corrigem os impactos correlacionados aos fatores dos meios físico, biótico e antrópico.

ABSTRACT

This study concerns the environmental diagnosis of Uberaba Basin, situated in the Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Southeast of Brazil and it aims to identify and to locate the impact activities near the Uberaba river and the main tributaries; to promote a characterization of the region through the geotechnics maps data update, vegetation maps and ground utilization; to present proposals to solve the problems relative to environmental impacts and sustainable handling of the natural resources. A series of maps was created, using as a tool, the Geographic Information System (IDRISI), in order to join the data about the model of use and occupation of the soil. Maps of vegetal covering at different times, maps of hydrographic data, of pedology, of declivity, of digital model of the ground were created and others, in order to know the regions potentially liable to the erosion and the region that are not in agreement with the Brazilian Forest Code. To identify the impact activities it was used the Leopold Interaction Matrix method, adapted to the basin conditions. Water analysis was carried out, pondering the physical, chemical, biological and hydrological variables, with sampling in 10 stations distributed between the river spring and the estuary. The sampling was carried out in different climatic periods in order to establish accurate results to the situation of the basin. The analyses were carried out in the Center of Hydro Resources and Environmental Engineering Laboratory of São Paulo University. These series of information, associates to the literature review and interviews, allowed to understand the form of impact occurrence. The preservation of vegetal regions and the regions to be recovered were identified and the environmental characterization was carried out, pondering the actions to be implemented in a management plan. Uberaba basin is subordinated to a larger basin (GD8), which is much degraded. Uberaba River does not present compatible quality of water with class 2, in agreement with the state agencies. Solutions had been presented to minimize, to make it possible and correct the impacts correlated to the physical, biotic and anthropologic environmental factors.

1 – INTRODUÇÃO GERAL

O uso adequado dos recursos naturais, principalmente dos hídricos, vem sendo considerado de grande importância, pois a água está presente em toda a biosfera: nos corpos d'água, no ar, no solo, no subsolo e nos seres vivos e desempenha importantíssima função em quase todas as atividades humanas, econômicas, sociais, culturais e até religiosas (FELDMANN, 1992).

A água é muito abundante na Terra. Esta realidade comprova-se pela cor azul que caracteriza nosso planeta, quando visto do espaço. Todavia, quase toda a água da Terra é salgada e imprópria para a grande maioria das necessidades humanas. O total de águas salgadas chega a quase 98% de toda a água existente no globo terrestre. A água doce representa, conseqüentemente, uma pequena parcela, pouco mais de 2% das águas do planeta - quase nada, em termos relativos. Três quartos encontram-se armazenados nos gelos e geleiras das regiões polares e quase um quarto está no subsolo. As águas existentes nos lagos, na umidade dos solos, na atmosfera, nos rios e nos seres vivos totalizam, somente, cinco milésimos do total de água doce (PINTO *et al.* 1976; DACACH, 1990).

A distribuição de água no globo e sua aparente inesgotabilidade têm levado a humanidade a tratar este recurso renovável e limitado com descaso, uma vez que tanto a escassez d'água como os excessos resultam de um mau uso dos recursos naturais (CALIJURI & OLIVEIRA, 1996). Estas questões têm ocupado lugar de destaque nas discussões internacionais e até mesmo regionais. A busca para solucionar problemas de recuperação e preservação dos recursos alcança resultados satisfatórios em termos de identificação dos impactos, tais como: a má qualidade de água, os desmatamentos, o uso indevido de área de preservação, entre outros.

Sabe-se que a água é indispensável para a saúde humana e influi na qualidade de vida. De acordo com YAHN (1999) a água é necessária tanto nas áreas urbanas e rurais, como também passa a ser um fator crítico para a produção agrícola e industrial, além de promover a sustentabilidade dos diversos ecossistemas aquáticos e terrestres. O desenvolvimento mundial está condicionado cada vez mais às disponibilidades dos recursos naturais, particularmente da

água. Cabe aqui ressaltar o quanto as pesquisas que envolvem questões de gerenciamento dos recursos hídricos são importantes para o nosso país.

MAGEED (1978), já afirmava que todos os grandes desafios que a humanidade enfrenta, todas as aspirações de uma vida melhor, requerem um uso crescente de água. É impossível pensar em elevar os padrões de vida sem fornecer quantidade suficiente de água de boa qualidade. Portanto, buscar o entendimento das relações do homem com o meio ambiente torna-se um fator primordial que colabora com os ideais propostos no desenvolvimento sustentável, sobretudo no que se refere às várias formas de uso da água.

Para GORBACHEV (2001), poderia-se finalmente conquistar reais progressos em termos de direitos humanos, liberdade, desenvolvimento e avanços na qualidade de vida para todos. Mas, na realidade, basta olhar na direção de dois dos mais agressivos problemas ambientais para perceber a urgência em mudar o comportamento humano: a carência de água doce e as mudanças climáticas. Verifica-se hoje o limiar de uma crise global de água, o que é apenas um dos sinais de que o planeta está em perigo. Conhecem-se bem os direitos humanos. Nesse sentido, é dever de todos agir de forma consciente e precavida na preservação dos recursos naturais que garantem a vida, ou será possível assistir a diminuição das perspectivas de sobrevivência da humanidade.

No Triângulo Mineiro ainda existe carência de pesquisas acerca dos problemas que envolvem recuperação e preservação dos recursos naturais, especialmente os hídricos. Sendo assim, torna-se necessário um estudo de caracterização e diagnóstico visando conhecer a realidade da disponibilidade desses recursos; fazendo um alerta em relação aos abusos na utilização da água sem considerar o equilíbrio ecológico regional e até mesmo os aspectos legais da causa.

A bacia do rio Uberaba tem chamado muito a atenção da sociedade, que atualmente inicia o processo de conscientização da problemática ambiental vigente, resultante dos impactos antrópicos. Esta preocupação decorre do fato de ser essa bacia a principal fonte hídrica no abastecimento público e que na atualidade apresenta-se em grave processo de degradação.

ASSIS et al. (1986) e BERTONI & LOMBARDI NETO (1993) relatam que enquanto o solo não for explorado pelo homem, conservando sua cobertura nativa, mantém suas riquezas. Todavia, com o desmatamento, queimadas, uso com pastagens e plantio por anos

seguidos, o solo vai sofrendo desgaste e empobrecimento, causados principalmente, na retirada de alimentos pelas plantas, destruição da matéria orgânica, lixiviação e processos erosivos. No entanto, existem várias técnicas, algumas até bem simples, que alcançam as mesmas metas na realização de tais atividades e ainda promovem a renovação do ecossistema.

BOGNIOTTI et al. (1999), em pesquisa realizada em parte da área de estudo, concluíram que 7.700 hectares apresentam potencial erosivo decorrente de desmatamentos nas encostas íngremes das regiões das nascentes do rio Uberaba e afluentes, associado à retirada da mata ciliar, sendo substituída por pastagens e agricultura. Para o caso da Bacia do Rio Uberaba, os estudos realizados são ainda embrionários, sendo de grande valia conhecer suas características, potencial e nível de poluição.

Sendo o rio Uberaba a principal fonte de água para o abastecimento da cidade homônima apresenta a agravante de não suprir a cota de abastecimento ($1,2 \text{ m}^3/\text{s}$) necessária no período de seca. Além do mais, é o receptor de todos os despejos urbanos e industriais dessa e de outras cidades, fatos que tornam imprescindíveis propor e empreender um manejo adequado de sua bacia em caráter de urgência.

Nas questões que envolvem a gestão dos recursos hídricos considera-se que o diagnóstico ambiental seja o primeiro passo para conhecer a realidade dos impactos antrópicos. Este diagnóstico é a base para gerar o prognóstico ambiental e promover a integração das análises ambientais, políticas e econômicas que compõem um plano de gerenciamento em uma bacia hidrográfica.

Para analisar de forma prática e precisa os impactos sobre os recursos naturais é necessário utilizar ferramentas capazes de trabalhar com grandes volumes de informações de forma confiável e objetiva podendo ainda, tratá-las simultaneamente de forma gráfica, permitindo o seu inter-relacionamento, assim como o monitoramento de variáveis a serem analisadas. O Sistema de Informações Geográficas – SIG, através do *software* IDRISI, é uma ferramenta que atende a essas especificações, subsidiando a pesquisa na atualização de dados de mapas geotécnicos, de vegetação e de utilização de solo, reunindo um conjunto de informações que caracterizam a área de estudo.

As análises de água, em pontos estratégicos ao longo de um curso d'água, caracterizam a qualidade da água através de variáveis hidrológicas, físicas, químicas e biológicas e relacionam-se, primordialmente ao conjunto de informações de determinada bacia

hidrográfica. Colaborando com este argumento, GUERREIRO (1996) afirma que os fatores que interferem na quantidade e, principalmente, na qualidade das águas ocorrem em função dos meios físico e antrópico.

Assim, utilizando as ferramentas como o SIG, análises de água e imagens de satélite, elaborou-se um diagnóstico da qualidade ambiental da bacia do rio Uberaba, apresentando os impactos decorrentes do modelo de uso e ocupação do solo sob as interferências econômicas e culturais da região e ações de manejo sustentável da bacia que corroboram com o usufruto dos recursos naturais das gerações futuras.

1.1 – JUSTIFICATIVA

Devido à sensibilização pelas causas das questões ambientais buscou-se desenvolver um trabalho que pudesse atender a demanda de conhecimentos sobre os efeitos que as atividades antrópicas impõem ao meio ambiente. A crescente deterioração da qualidade de água, a disponibilidade cada vez menor dos recursos naturais e o desequilíbrio ecológico foram fundamentais para empreender um esforço no sentido de produzir um diagnóstico ambiental da bacia do rio Uberaba.

Sendo assim, especificamente optou-se por estudar esta bacia devido aos seguintes fatos:

- nunca ter sido estudada sob o ponto de vista ecológico;
- pelo mau uso de seus recursos naturais;
- ser a principal fonte de abastecimento da cidade de Uberaba;
- oferecer pouca disponibilidade de cobertura vegetal nativa;
- ser receptora de esgotos domésticos e industriais;
- ter perdido a capacidade recreacional;
- não-existência de dados que possam subsidiar ações de manejo sustentável;
- apresentar diminuição do volume de água disponível;
- ser o rio Uberaba um importante afluente do rio Grande;
- para contribuir com a sociedade na busca de qualidade de vida e do meio ambiente.

1.2 - OBJETIVOS

Geral:

Diagnosticar a qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Uberaba.

Específicos:

- Identificar qualitativamente através dos mapas de uso do solo, visitas ao campo e à matriz de interação, os impactos ambientais das atividades agropecuárias, agro-industriais e urbanização ao longo do Rio Uberaba e nos seus principais afluentes;
- Caracterizar a qualidade de água do rio Uberaba, da nascente a foz, em duas épocas diferentes, através de análises de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, tendo como suporte o SIG - Sistema de Informação Geográfica;
- Contribuir com a formação de um banco de dados que caracterize a área da bacia, promovendo uma atualização de dados de mapas geotécnicos, de vegetação e de utilização de solo etc;
- Apresentar uma proposta para possíveis soluções dos problemas e impactos ambientais encontrados;
- Propor ações de manejo sustentável dos recursos hídricos da bacia do rio Uberaba.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa foi desenvolvida em blocos direcionais de estudo em função dos tipos de impactos observados na bacia ou forma de avaliação. Uma atenção maior foi dada ao SIG e à qualidade de água ferramentas básicas para o diagnóstico ambiental. Portanto, neste capítulo só caberão referências a estes assuntos, uma vez que a revisão bibliográfica complementar de pertinente à pesquisa foi elaborada e apresentada no capítulo Artigos Técnicos, para que a leitura do trabalho não se tornasse repetitiva.

2.1 – OS RECURSOS HÍDRICOS

2.1.1 – O Sistema Fluvial

De acordo com MARGALEF (1983), um sistema fluvial apresenta uma grande interação com os ecossistemas terrestres circunvizinhos, com importação e exportação de materiais e energia de maneira dinâmica. Os rios são ambientes lóticos, ou de água corrente, ecossistemas que apresentam renovação constante e efeito de transporte para vários tipos de substâncias. Conseqüentemente, são sistemas abertos com fluxo contínuo desde a nascente até a foz (HYNES, 1970). As vazões de escoamento são grandes e as variáveis sofrem contínuas alterações em função das atividades humanas em sua bacia de contribuição, tornando o ambiente aquático muito instável.

NETO et al. (1993), afirmam que os rios são alimentados pelas águas incidentes em suas bacias hidrográficas, que escoam e que percolam por solos e rochas. A maior parte do material em suspensão, em um rio, é proveniente de sua bacia de drenagem (RIOS, 1993). Assim, as águas dos rios refletem todas as características das bacias de drenagem, como litologia, geomorfologia, clima, solo e ação antrópica.

ESPÍNDOLA et al. (2000) afirmam que o uso da bacia hidrográfica como unidade de estudo originou-se da percepção de que os ecossistemas terrestres sofrem alterações de diferentes tipos em função dos usos do solo e das atividades antrópicas nele desenvolvidas.

Qualquer tipo de uso de solo na bacia interfere no ciclo hidrológico, não importando o grau em que esse tipo de uso é utilizado.

O transporte de sedimentos é controlado por fatores como a quantidade e distribuição de precipitações, estrutura geológica, condições topográficas e cobertura vegetal. A atividade humana aumenta ou diminui a quantidade de água escoada superficialmente, influenciando o regime fluvial e o transporte de sedimentos (CHRISTOFOLETTI, 1981).

MOTA (1995) explica que o gerenciamento dos recursos hídricos é um conjunto de ações que garante às populações e às atividades econômicas uma utilização otimizada da água, tanto em termos qualitativos como quantitativos. Os usos do solo e as atividades realizadas na bacia hidrográfica definem esses perfis. Cada bacia hidrográfica deve ter um plano de utilização integrada de recursos hídricos, o qual deve constituir o referencial de todas as decisões e intervenções setoriais nestes recursos.

A bacia hidrográfica engloba todas as modificações que venham a sofrer os recursos naturais. Sendo assim, torna-se mais fácil propor alternativas para manejar e otimizar o uso destes recursos. Não existe área qualquer da Terra, por menor que seja, que não se integre a uma bacia ou microbacia. Segundo SOUZA (1999), são inúmeras as vantagens de trabalhar em bacias alcançando propósitos institucionais, sócio-econômicos e ambientais, descritos como segue:

a) Institucionais

- Possibilitam o monitoramento e a avaliação constante dos recursos aplicados na área de sua abrangência.
- Impõem a integração das instituições;
- Incentivam a participação em discussões grupais;
- Estimulam a organização de grupos com interesses comuns;
- Exercitam a criação de redes naturais de difusão de conhecimento e práticas ambientais;
- Concentram ações de assistência técnica e monitoramento.

b) Sócio-econômicos

- Racionalizam a aplicação de recursos financeiros e humanos;
- Reduzem os gastos operacionais na implantação de práticas comuns;
- Aumentam, de forma sustentável, a produtividade no uso dos recursos naturais;

c) Ambientais

- Estabelecem uma nova consciência e sistema responsável pela convivência entre o homem, a sociedade e os recursos naturais;
- Reduzem riscos com inundação;
- Mantêm efetivo controle de poluição;
- Conservam as características do potencial hídrico do solo e da biodiversidade para diversos usos, tanto atuais como para as gerações futuras.

2.1.2 – Poluição dos Recursos Hídricos

Segundo as leis brasileiras, poluição hídrica é definida como qualquer alteração prejudicial às características da água, sendo geralmente interpretada como uma alteração que reduz os usos potenciais da água para o homem e as espécies aquáticas (SCHWARZBOLD et al., 1994). O nível de poluição hídrica no mundo tem crescido em função de vários fatores. O principal fator está relacionado com o aumento populacional.

Considerando a industrialização acelerada e conseqüente crescimento das cidades, os corpos d'água passaram a ser sobrecarregados com os usos e a intensificação dos mesmos. Os rios que eram usados para lazer ou para a pesca tiveram suas águas poluídas por dejetos domésticos ou industriais, desviadas para irrigação ou barradas para gerar energia. Com a utilização intensiva do solo, com os desmatamentos e intervenções no leito dos rios é possível observar significantes alterações de regime hidrológico. Um exemplo do que ocorria no passado, em termos de uso da terra, é apresentado na Figura 2.1.1, a qual retrata o desmatamento na visão de Johann Rugendas, pintor alemão que visitou o Brasil há cento e oitenta e um anos. As várias imagens pintadas por Rugendas são, atualmente, um importante registro das atividades sócio-econômicas e culturais do Brasil do século XIX (www.nascente.com.br/rugendas/rugendas086.html, 2002)



Figura 2.1.1 – “O desmatamento” - Aquarela pintada por Rugendas no início do século XIX

DAFLON (1999) cita que uma crítica mais sistemática foi iniciada a partir de 1780, comprovada pela existência de 150 textos antigos que discutiam as conseqüências da destruição das florestas e da erosão do solo, datados de 1786 a 1888. Em um desses textos, de 1789, verifica-se críticas ao modelo de exploração colonial feita pelo italiano Diomenico Vandelli, professor da Universidade de Coimbra e defensor da chamada Economia da Natureza. O qual dizia: “vai-se estendendo a agricultura nas bordas dos rios no interior do país, mas isso com um método que com o tempo será muito prejudicial. Porque consiste em queimar antiqüíssimos bosques”. Em outro texto feito pelo escritor José Gregório de Moraes Navarro e datado de 1799, já apontava a agricultura arcaica praticada em Minas Gerais: “Os lavradores circunvizinhos, que por meio da agricultura lhes forneciam os gêneros de primeira necessidade, depois de reduzirem a cinza todas as árvores, depois de privarem a Terra da sua mais vigorosa substância se foram estabelecer em outros terrenos”.

Hoje, multiplicam-se os casos de poluição, assoreamentos, inundações de zonas urbanas ou rurais, disputa pela água em época de seca e tantos outros problemas correlatos. A população convive com a abundância de recursos hídricos e a deterioração acentuada que eles vêm sofrendo, com prejuízos ao abastecimento público, ao lazer, à navegação e ao bem-estar ambiental (GRASSI, 1994). Portanto, as questões relativas à preservação e aos usos dos corpos d’água passam a ser tratados no âmbito do gerenciamento das bacias hidrográficas.

Os efeitos do crescimento populacional e do homem sobre o meio em que vive se projetam no tempo, fazendo-se sentir dezenas ou centenas de anos à frente. Reflexos de medidas tomadas, ou não tomadas, agora serão sentidos pelas gerações futuras, que colherão os benefícios ou pagarão o preço do que tiver sido feito ou negligenciado hoje (GALETI, 1987; DACACH, 1990).

FIGUEIREDO (1995) afirma que a partir da Revolução Industrial, a raça humana obteve um grande acúmulo de bens materiais. Segundo o pensamento econômico clássico, o homem extraía os elementos naturais de uma “fonte infinita” e da transformação destes elementos ou do trabalho adicionado a eles poderia obter o “capital” a ser utilizado na aquisição de outros bens. De acordo com este raciocínio, o sistema poderia se perpetuar em sua dinâmica de extração de elementos naturais e acúmulo de bens ou materiais produzidos em um “reservatório ilimitado”. Essa dinâmica baseia-se em falsas premissas, ou seja, no caráter ilimitado do planeta, na inesgotabilidade dos recursos naturais e, mais do que isso, não considera o fato de que o meio no qual os bens produzidos e os materiais gerados são acumulados é o mesmo de onde os recursos naturais são extraídos.

Considerando a questão específica da deposição de resíduos, oriundos dos processos produtivos e do consumo, depara-se com um novo agravante à manutenção da lógica anterior, já que a deposição de resíduos contribui fortemente para a deterioração dos meios naturais, aumentando a velocidade de exaustão dos recursos naturais.

Segundo BARTHOLO (1994) vale ressaltar que a urbanização e a industrialização não são as únicas causas da diminuição e da poluição da água. O manejo inadequado do solo para a agricultura e pecuária, os usos intensificados de fertilizantes e pesticidas, o desflorestamento e, conseqüentemente, a erosão, as enchentes e a diminuição das reservas de água no subsolo são problemas relacionados à conservação da água e devem ser mencionados.

Na visão de MOREIRA (2001), o crescente comprometimento das águas fluviais pela poluição proveniente dos esgotos sanitários e atividades industriais, bem como pelo fenômeno da desertificação, vem diminuindo consideravelmente a disponibilidade deste recurso para o consumo humano. As águas subterrâneas também têm sido cada vez mais contaminadas em decorrência das atividades da agricultura e da disposição inadequada de resíduos sobre o solo. A renovação de um lençol freático pela natureza ocorre num prazo de 1400 anos. E ainda, a

destruição de florestas provoca uma série de efeitos encadeados, tais como a erosão do solo, o comprometimento dos rios, da flora e da fauna, alterações climáticas, entre outros.

Ainda de acordo com BARTHOLO (1994), os profissionais ligados às ciências agrárias e ambientais têm um papel nobre e fundamental na recuperação e manutenção da qualidade de água, dos mananciais e, principalmente, como aumentar a capacidade de acumulação de água nos lençóis freáticos responsáveis, em última instância, pela lâmina d'água nos riachos, córregos e rios.

São vários os fatores físicos que causam ou concorrem para o agravamento da poluição. A presença de partículas em suspensão causando turbidez, ou substâncias pigmentadas em solução causando cor, limitam a penetração dos raios luminosos na água, restringindo ou abolindo completamente a possibilidade de desenvolvimento de algas, pela não realização da fotossíntese, comprometendo a oxigenação da água, que é de suma importância para a fauna e a flora aquática (BUKIT et al. 1995).

Outra interferência de ordem ecológica na água é causada pela mudança de temperatura, pois a solubilidade dos gases na água é inversamente proporcional à mesma, interferindo na oxigenação do meio aquático (BRANCO, 1972; BURGUERA, et al., 1986).

Levando em consideração o uso e ocupação do solo em uma bacia de drenagem ODUM (1988), afirma que as mudanças de coberturas vegetais das margens de um curso d'água produzem um encadeamento de fenômenos que muda completamente o *habitat*. Os níveis de água estão sujeitos a amplas flutuações devido ao uso intensivo de práticas agrícolas sem planejamento adequado de conservação do solo provocando o assoreamento do leito.

De acordo com Myers e Shelton *in* LAGE FILHO (1996), a demanda de água, poluição e conflitos de interesse demonstram a importância que os ecossistemas apresentam ao serem manejados cientificamente, sob uma visão interdisciplinar. E segundo TUNDISI e STRASKRABA (1995), os estudos ecológicos são fundamentais para o manejo de águas, restauração de *habitat* e manutenção de demandas recreacionais.

2.1.3 – A qualidade da Água

CRUZ (1996) assegura que a qualidade de uma água se refere às suas características biológicas e físico-químicas. O grau de aceitabilidade da água para um uso específico,

(agricultura, abastecimento público, industrial, recreação, etc.) depende da composição, da concentração e da influência das características mencionadas sobre a utilização.

O conhecimento da qualidade, dos usos atuais e potenciais de cada trecho de um corpo d'água e seu planejamento racionalizador são indispensáveis para a recuperação e a conservação dos recursos hídricos de uma bacia. O conceito de bacia hidrográfica ajuda a colocar em perspectiva muitos dos nossos problemas e conflitos. Por exemplo, as causas e as soluções da poluição da água não serão encontradas olhando-se apenas para dentro da água. A bacia de drenagem inteira deve ser considerada como uma unidade de gerenciamento (ODUM, 1988).

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas. A poluição de um meio aquático pode causar alterações das características físicas – turbidez, cor, temperatura, viscosidade, tensão superficial e outros; ou química – DBO, DQO, pH, força iônica, oxigênio dissolvido, nutrientes etc., e biológicas – eliminações de espécies de fitoplâncton e zooplâncton. A perda da qualidade da água pode comprometer o seu uso para agricultura, indústria, recreação e consumo humano.

2.1.4 - Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos

A água é necessária em todos os aspectos da vida. O objetivo geral é assegurar uma oferta adequada de água doce de boa qualidade para toda a população do Planeta preservando, ao mesmo tempo, as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combatendo vetores de moléstias relacionadas com a água. A escassez generalizada, a destruição gradual e o agravamento da poluição dos recursos hídricos em muitas regiões do mundo, ao lado da implantação progressiva de atividades incompatíveis, exigem o planejamento e manejo integrado desses recursos. Tal integração deve cobrir todos os tipos de massas inter-relacionadas de água doce, incluindo as superficiais e as subterrâneas, levando em consideração aspectos quantitativos e qualitativos (BARBIERI, 2001).

Em estudo de gerenciamento de ecossistemas frágeis BARBIERI, (2001), cita trechos da Agenda 21 sobre o desenvolvimento sustentável das montanhas, afirmando que as montanhas são fontes importantes de água, diversidade biológica, produtos florestais e

agrícolas entre outros. No entanto, elas são vulneráveis à erosão, deslizamentos de Terra e perda da biodiversidade.

No caso da promoção de desenvolvimento rural e agrícola sustentável a Agenda 21 expõe sobre uma previsão alarmante de que no ano 2025 estima-se que 83% da população mundial (8,5 bilhões de pessoas) estará vivendo nos países em desenvolvimento. A agricultura encontra-se diante do imenso desafio de aumentar a produção de alimentos sem provocar a exaustão da Terra.

Para alcançar este objetivo, a Agenda 21 estabeleceu 12 áreas-programa, começando pela revisão, planejamento e programação integrada da política agrícola com vistas a elaborar recomendações que contribuam diretamente para o desenvolvimento de planos e programas de médio e longo prazos realísticos e operacionais. Para isso, os governos devem, entre outras atividades, analisar suas políticas agrícolas e de segurança alimentar e implementar as que influenciem positivamente a ocupação da Terra; considerar as áreas críticas para a produção agrícola; formular e implementar projetos agrícolas integrados, que incluam atividades ambientalmente adequadas como o manejo de pastagens, entre outros.

Outra área de destaque discutida na Agenda 21 é a proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos, demonstrando que a água é necessária em todos os aspectos da vida.

O manejo integrado dos recursos hídricos baseia-se na percepção da água como parte do ecossistema, como um recurso natural e um bem econômico e social, cujas quantidade e qualidade determinam a natureza da sua utilização. A água doce, um recurso finito altamente vulnerável e de múltiplos usos, deve ser gerida de modo integrado, o que exige mecanismos eficazes de coordenação e implementação. A fragmentação da responsabilidade entre órgãos setoriais constitui um impedimento ao manejo integrado. Ao desenvolver e usar os recursos hídricos deve-se dar prioridade à satisfação das necessidades básicas e à proteção dos ecossistemas. Uma vez satisfeitas essas necessidades, os usuários da água devem pagar tarifas adequadas. Esse manejo integrado deve ser feito ao nível de bacia ou sub-bacia de captação (Agenda 21, 1992).

2.2 – USO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

2.2.1 – Caracterização e Histórico de Utilização

Além das metodologias convencionais, as ciências que apresentam caráter espacial contam, atualmente com um importante instrumento tecnológico: os sistemas de informações geográficas - SIG. Estes sistemas se constituem em uma série de programas e processos de análises, cuja característica principal é focalizar o relacionamento de determinado fenômeno da realidade com sua localização espacial (TEIXEIRA et al., 1992).

Os SIGs baseiam-se na coleta, armazenamento, recuperação, análise e tratamento de dados espaciais, não espaciais e temporais, auxiliando as tomadas de decisões e dando suporte às atividades de gerenciamento, manutenção, operação, análise e planejamento (RODRIGUES, 1990; TEIXEIRA et al., 1992). Outra característica implícita neste tipo de sistema é o seu potencial relativo à padronização e junção de dados provenientes das mais variadas fontes, o que se faz necessário na análise multidisciplinar e sistêmica dos impactos ambientais (SINAY & LIMA JR., 1997).

Como demonstra a caracterização apresentada pelos autores acima, o SIG tornou-se uma importante ferramenta de pesquisa com aplicações em diversas áreas de conhecimento, podendo ser utilizado desde uma simples divisão territorial até grandes projetos de gerenciamento de banco de dados. Complementando esta idéia, SINAY & LIMA JR. (1997) afirmam que os SIGs são, essencialmente, projetados para a manipulação de dados espaciais, que é o componente central destes sistemas. Todo e qualquer dado considerado como espacial pode ser mapeável, isto é, toda informação espacial deve estar ligada a um objeto específico em um mapa e a localização do objeto neste mapa deve ser referenciada geograficamente.

SANTOS (2000) considera o SIG um instrumento capaz de resolver os problemas encontrados no gerenciamento de um sistema de informações, advindos principalmente do crescimento econômico, da dinâmica social e do desenvolvimento de novas formas de manejo ambiental. Toda esta capacidade gerencial faz do SIG uma ferramenta cada vez mais utilizada nas mais variadas áreas.

São inúmeras as possibilidades funcionais executadas em um SIG. Citam-se como exemplos a entrada, a atualização, a conversão, o armazenamento, a manipulação e a

organização de dados. A apresentação de resultados pode ser feita através de produção de textos, tabelas ou mapas contendo dados originais ou já processados. Além disso, tem-se ainda a função de análise espacial.

As análises espacial e não-espacial também diferem entre si no tipo de ferramentas analíticas requeridas. As análises não-espaciais só requerem um sistema de gerenciamento de banco de dados e um pacote estatístico, enquanto que as espaciais, usualmente, requerem um SIG completo. É pelas características inerentes a estes sistemas, especialmente pela capacidade de tratar de forma integrada e manusear grandes quantidades de dados, que se acredita serem os SIGs uma ferramenta importante na elaboração de Estudos de Impactos Ambientais - EIAs relacionados a projetos urbanos e rurais.

Segundo PRADO (1999), quem inicialmente utilizou um SIG foram os norte-americanos e os canadenses, principalmente na década de 60. Estes sistemas compõem a cadeia da revolução tecnológica ocorrida nos países de primeiro mundo. O desenvolvimento do SIG ocorreu em diferentes épocas e em diversas partes do mundo, podendo ser subdividido nas quatro fases:

- Por iniciativas individuais de alguns profissionais que ocorreram no período compreendido entre início dos anos 60 e meados de 1973;
- Forte utilização pelas agências governamentais, de 1973 até o início dos anos 80;
- Descoberta do mercado comercial ocorrida em 1982 até o final desta década;
- Fase atual, caracterizada pelo domínio do usuário e facilitada pela competição entre vendedores, a padronização embrionária na abertura de sistemas e maior conscientização dos usuários sobre a capacidade destes sistemas.

Pela distribuição destas fases de desenvolvimento é possível verificar a diversidade de tipos de usuários destes sistemas. Pode-se dizer que este fato ocorre não somente pelas inúmeras áreas de aplicação do SIG, bem como pela praticidade na forma de utilização.

2.2.2 – O Sistema IDRISI for Windows

O sistema SIG-IDRISI vem sendo utilizado em cerca de 120 países, tendo uma ampla gama de aplicações em órgãos públicos, instituições de ensino e até em empresas privadas. Este sistema é um dos líderes na manipulação da arquitetura matricial (*raster*), abrangendo um vasto espectro de necessidades em geoprocessamento, tornando-se, por este motivo, uma

ferramenta de aplicações em diversas áreas, desde meio ambiente até análises de mercado (INFOGEO, 1999). De acordo com LORENTZ et al. (1996), o IDRISI foi constituído pelos seguintes módulos: classificação de sistemas, apresentação cartográfica, digitalização de mapas, gerenciamento de banco de dados, análise geográfica, processamento de imagens e análises estatísticas.

Ainda segundo estes autores, a metodologia de utilização do SIG pode ser dividida em cinco partes básicas, que são: coleta de informações, digitalização, edição, geração de imagens e análises espaciais. Esta seqüência é mostrada a seguir, onde são especificados os procedimentos efetuados em cada passo:

- o primeiro é o processo de aquisição de mapas, fotos, imagem de satélite e qualquer outro tipo de referência que contenha informações de interesse da área a ser estudada.

- o segundo é o processo de conversão de dados geográficos convencionais para a forma digital através da vetorização de entidades gráficas (pontos, linhas e polígonos). É feita com base no tamanho da mesa digitalizadora, em função da qual é montado um mosaico que enquadre toda a área de interesse, e a partir deste são recortadas sub-cartas no tamanho da área útil da mesa. Depois de definidas, todas as entidades serão convertidas para a forma digital e lhes são atribuídas identificadores numéricos (geocodificação) para então ser feita a digitalização.

- o terceiro processo é o de avaliação, ajuste e eliminação de entidades gráficas digitalizadas, visando à minimização de erros. Pode ser manual para o caso de erros grosseiros, ou automática para tratamento de erros menores advindos da metodologia de digitalização.

- o quarto é o processo de conversão da forma vetorial para a forma matricial (*raster*) Depois de gerada a imagem, caso haja necessidade, são feitas filtragens com o objetivo de efetuar algumas correções localizadas. Este procedimento é conhecido como refinamento da imagem.

- o quinto processo refere-se às análises de dados digitais georeferenciados e geocodificados, visando otimizar processos, avaliar tendências, definir estratégias, identificar áreas prioritárias, entre outros aspectos.

2.2.3 – Aplicações do SIG na Área Ambiental

ROCHA FILHO & PRIMAVESI (1997) utilizaram o SIG-IDRISI para estudar e classificar áreas de proteção dos recursos naturais na fazenda Canchim (EMBRAPA, São Carlos /SP). Este trabalho identificou as áreas de proteção, bem como as reservas legais e as áreas de preservação permanente da propriedade. Os autores concluíram que os parâmetros analisados foram de grande importância no apoio ao diagnóstico do ambiente natural, facilitando o processo de tomada de decisões gerenciais.

Utilizando o mesmo sistema, LIMA et al. (1998), estudaram os efeitos das atividades antrópicas na bacia do rio Una em Guarapari-ES, identificando os problemas sobre a dinâmica da paisagem. Neste estudo, os autores determinaram o comprometimento da qualidade ambiental, em termos da porcentagem de *habitat* natural, efetivamente inutilizado para fins de conservação. Foram comparados dados de uso do solo das décadas de 70 e 90, mostrando as mudanças ocorridas na bacia entre estes períodos.

SOUZA (1998) afirma que o emprego do SIG nos estudos que contemplam a questão ambiental tem crescido paulatinamente, influenciando pesquisadores a desenvolver sua aplicação em novas linhas de pesquisas. Este autor utilizou o SIG para ponderar fatores ambientais propondo zoneamento de distritos industriais no município de São Carlos. Realizou, ainda, minucioso histórico sobre a evolução do emprego de SIG no cenário nacional, apresentando os usuários, as diversas aplicações e os *softwares* utilizados.

MACIEL (2001) realizou interessante pesquisa sobre o zoneamento geoambiental do município de São Vicente/SP utilizando o SIG. Neste estudo foram considerados os parâmetros físicos, biológicos e antrópicos da área. Foram caracterizados os principais impactos ambientais decorrentes do processo de ocupação desordenado do referido município, sendo o SIG aplicado como instrumento de análise e representação dos dados relativos às variáveis ambientais.

TEIXEIRA et al. (1999), afirmam que o uso do SIG trouxe grandes benefícios para a fiscalização e controle do desmatamento da Amazônia realizados pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). De acordo com estes autores, tempo, recursos financeiros e trabalho de campo estão sendo racionalizados através do

fornecimento aos fiscais de todas as informações posicionais e quantitativas das agressões ambientais por desmatamento.

Atualmente, o SIG é também utilizado como ferramenta para auxiliar na recuperação de área degradada. Cita-se, como exemplo, o estudo desenvolvido por SIMÃO JR. (2001), que pesquisou a utilização do mesmo no desenvolvimento de elementos para o planejamento da drenagem superficial de áreas mineradas pela empresa Samarco Mineração A. S., em Ouro Preto/MG, através da identificação de micro-bacias vulneráveis à drenagem. Os resultados obtidos comprovaram que o SIG foi eficaz como ferramenta para a recuperação de áreas degradadas, obtendo uma melhor sincronia com as exigências do controle ambiental.

2.2.4 - Análise ambiental com o uso do SIG

As análises ambientais efetuadas a partir da metodologia desenvolvida pelo LAGEOP-UFRJ¹ citado por XAVIER-DA-SILVA (1999), baseiam sua ordenação de procedimentos essencialmente em técnicas de geoprocessamento. Através dessa metodologia as variáveis ambientais são analisadas quanto à sua extensão territorial e possibilidade de associações causais, a partir de ocorrência no espaço (por sua extensão territorial) e no tempo (pela dinâmica), segundo uma estrutura integradora e classificadora baseada em escala ordinal. Os dados ambientais obtidos nas escalas ordinal, nominal, de intervalo ou de razão, são assim convertidos à escala ordinal e neste referencial, padronizado e específico para uma finalidade, são executadas as classificações almejadas.

Essa metodologia apresentada pelo LAGEOP-UFRJ foi estruturada em dois procedimentos básicos: Diagnóstico e Prognóstico. O procedimento Diagnóstico, que é o caso desta pesquisa, apóia-se no inventário e análise de situações existentes, ou de possível ocorrência. Consiste em fazer o levantamento do estado ambiental do local em estudo, identificando suas reais condições ambientais, que serão subsídios na tarefa de equacionamento dos problemas. Este levantamento compreende a formação de base de dados geocodificados, constituídos de dados ambientais físicos, biológicos e sócio-econômicos.

Para TAUK (1995) a estimativa de impactos sobre um determinado ambiente pode ser feita através de análises, considerando-se, de forma integrada, os diversos aspectos relevantes

¹ Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

do ambiente. A partir das avaliações anteriores constituídas é que poderá ser executada a comparação entre a informação oriunda das estimativas e os registros de ocorrências reais do fenômeno estimado. Também pode ser estimado o impacto já ocorrido (como por exemplo, desmatamentos ou urbanização desordenada), bem como os de possível ocorrência futura, propondo-se medidas preventivas e mitigadoras. Tendo em mãos os detalhados estudos de diagnóstico haverá possibilidade concreta de se efetuar as tarefas de prognose ambiental.

Citada na AGENDA 21 (1992), a caracterização ambiental, parte integrante do sistema de gestão ambiental, relaciona o conjunto de medidas ocupadas com a harmonização das relações entre o desenvolvimento das atividades antrópicas e a manutenção da qualidade do meio ambiente, colaborando com o planejamento na tarefa de disciplinar o uso e a ocupação do solo. Sem a realização de uma caracterização ambiental numa determinada localidade, dificilmente os volumes de informações ambientais incorporados pelo planejamento serão suficientes para orientar com segurança as ações humanas. Além disso, a falta de parâmetros para intervenções humanas sobre os ecossistemas tem a agravante de torná-los verdadeiras atividades de risco, posto que sua atuação tende a ocasionar diversos males ao meio ambiente e à sociedade.

2.3 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia do rio Uberaba, com área aproximada de 2346 km², região de grande significado econômico para este Estado, está situada entre os paralelos 19° 30' e 19° 45' de latitude sul e os meridianos de 47° 38' e 48° 00' a oeste de Greenwich (Figura 2.3.1).

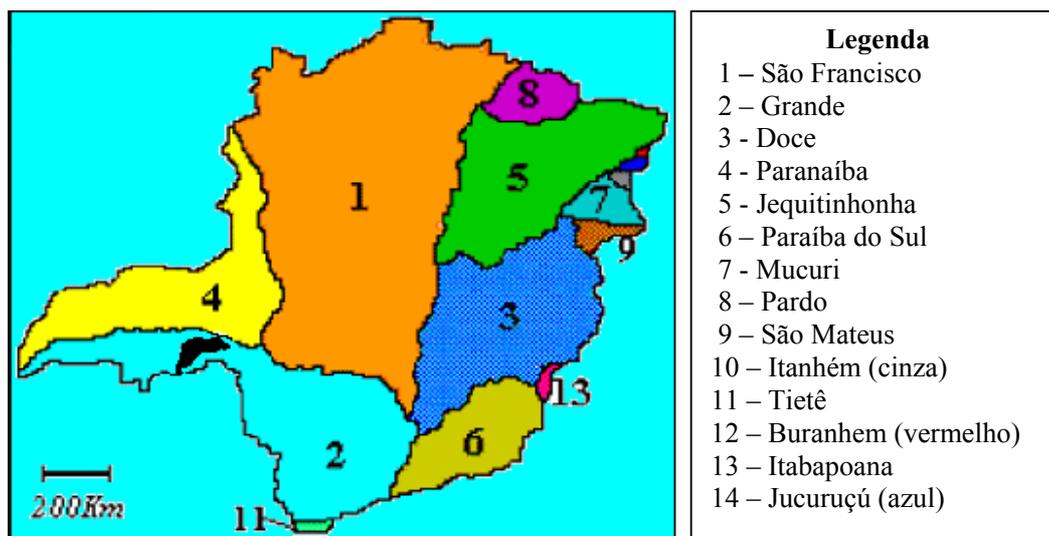


Figura 2.3.1 – Mapa das bacias hidrográficas de Minas Gerais - destaque para localização da bacia do Rio Uberaba afluente do Rio Grande (CETEC, 1983)

Acima da captação de água para a cidade de Uberaba, a bacia ocupa uma área de 529,4 km², correspondendo a 22% da bacia e 12% do município. A bacia abrange grande parte dos municípios de Uberaba, Veríssimo e Conceição das Alagoas e parte de Planura. A bacia do rio Uberaba destaca-se por sua importância em termos de recursos hídricos e aspectos econômicos ligados às atividades agrícolas e abastecimento da cidade de Uberaba com 260.000 habitantes, sendo atualmente a principal fonte d'água deste município, donde é retirada uma vazão diária de 1,2 m³/s.

O município de Uberaba é um dos mais importantes pólos econômicos do Triângulo Mineiro. A população do município aumentou muito nos últimos 30 anos, passando de cerca de 125 mil habitantes em 1970 para 240 mil habitantes em 1996 e 260 mil em 2000 (IBGE, 2000). As causas deste crescimento encontram-se na migração interna, a partir do

deslocamento da população rural para a cidade, e pela atração de população de outras cidades do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Norte de Minas Gerais e do Estado de Goiás.

2.3.1 – Clima Regional

Conforme GOMES (1982) os regimes climáticos na região são dois: o de inverno, que pode ser considerado como frio e seco e o de verão, como quente e chuvoso. O regime pluviométrico da região caracteriza-se por um período chuvoso de seis a sete meses, de outubro até março, sendo setembro e abril (ou maio) meses de transição e os meses de dezembro e janeiro, os mais chuvosos.

A precipitação média anual varia entre 1300 e 1700 mm, correspondendo as maiores precipitações às áreas de altitudes elevadas da serra de Sacramento. O período chuvoso corresponde ao período mais quente do ano. As Figuras 2.3.2 e 2.3.3 apresentam os dados pluviométricos no período de 10 anos, obtidos na Estação Climatológica Principal de Uberaba INMET/EPAMIG, (2000).

De acordo com as Figuras 2.3.2 e 2.3.3, o trimestre mais chuvoso, dezembro-janeiro-fevereiro, com precipitação entre 600 e 900 mm, é responsável por cerca de 50% da precipitação total anual. O período seco prolonga-se por quatro meses, de maio a agosto, com uma média entre 40 e 90 mm, sendo o trimestre mais seco, junho-julho-agosto, com 20 a 50 mm de chuva.

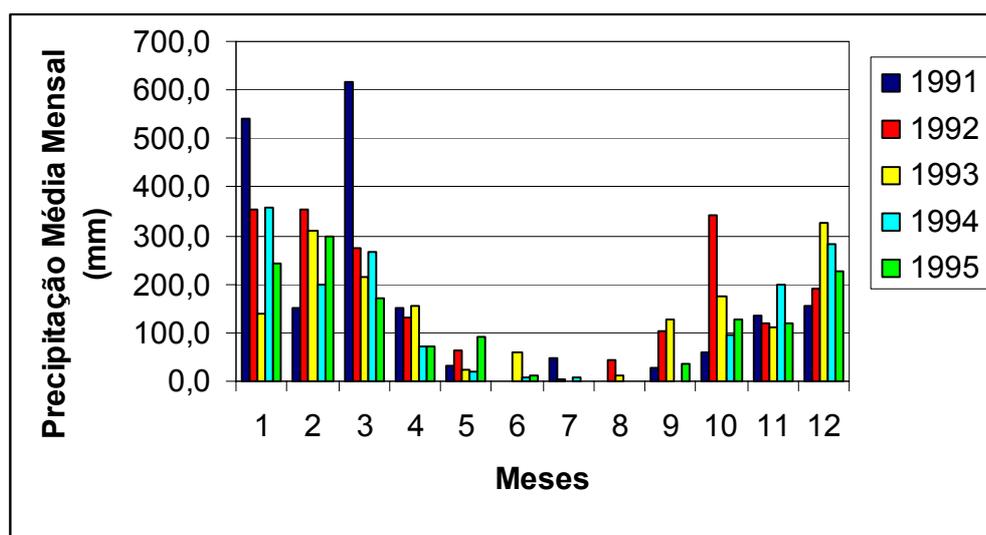


Figura 2.3.2 – Precipitações médias mensais nos meses de janeiro a dezembro de 1991 a 1995

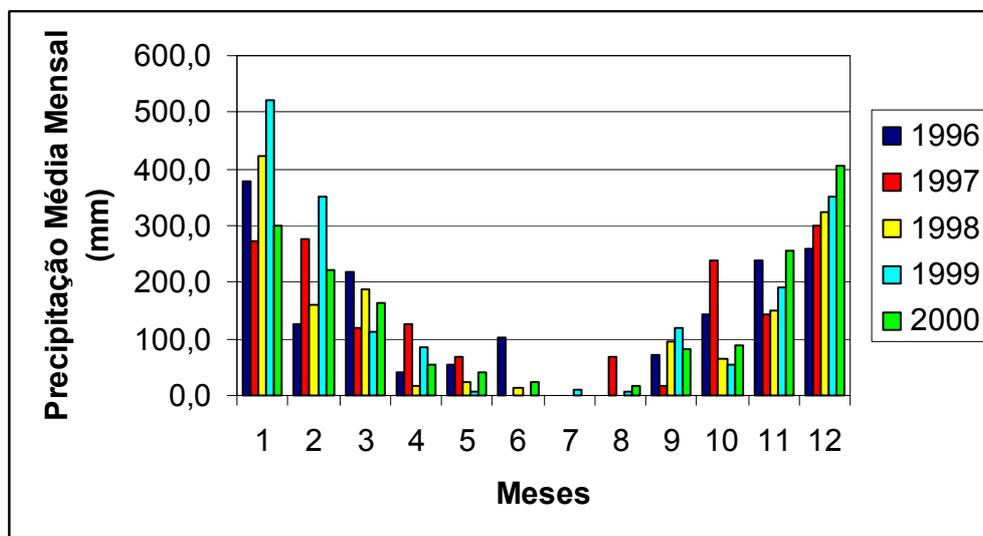


Figura 2.3.3 – Precipitações médias mensais nos meses de janeiro a dezembro de 1996 a 2000

A principal característica do clima da região é a presença de estação chuvosa acentuada de outubro a abril, e estação seca de maio a setembro, estação chuvosa quente e estação seca amena. A concentração das chuvas na região ocorre durante o período de outubro a maio.

Completando as informações apresentadas anteriormente, PRATA (2002)², afirma que nos anos de 1991 a 1993 houve influência do fenômeno “El Nino quente e forte” no clima da região. Em 1994, a região recebeu influência do fenômeno “El Nino quente e moderado” e a partir de setembro de 1995 até o final de 1996 atuou “la Nina” frio e fraco. O “El Nino quente e forte” volta em 1997 atuando até 1998 e a partir de 1999 volta à influência de “La Nina frio e moderado” atuando até o final de 2001. Atualmente, este ano de 2002, a região está sob influência de “El Nino quente e moderado”, sendo que este processo iniciou-se no mês de maio. Ainda de acordo com PRATA (2002), o rio Uberaba é influente – oferece água para abastecimento do lençol subterrâneo. Se estiver contaminado corre-se o risco de contaminar o lençol freático da região.

O regime térmico é caracterizado por uma temperatura média anual entre 20 e 24 °C, crescendo de leste para oeste. Outubro e fevereiro são os meses mais quentes do ano, com

² Entrevista realizada em julho de 2002. Wanda Prata é professora de cadeira de Climatologia da FEU/Uberaba

temperaturas variando entre 21 e 25°C e julho o mês mais frio, com temperaturas variando de 16°C a 22°C. A temperatura média anual das máximas varia entre 27 e 30°C e as mínimas entre 15 e 18°C.

A umidade relativa média anual oscila entre 70 e 75%. A distribuição da umidade relativa varia sensivelmente com as estações do ano, com um máximo de 81% em dezembro e um mínimo de 52% em agosto (GOMES, 1982). A bacia do rio Uberaba apresenta um clima do tipo Tropical, cujo domínio climático é semi-úmido com 4 a 5 meses secos.

2.3.2 – Estações de coleta e Hidrografia

A hidrografia da bacia do rio Uberaba pode ser observada na Figura 2.3.4. O rio nasce a leste do município de Uberaba, próximo ao trevo que dá acesso ao bairro de Ponte Alta, na rodovia BR-262, Km 756, de coordenadas UTM N784000 e E850000, da zona 23, na altitude de 1012 m numa região de topo de planalto (chapadas). As Figuras 2.3.5 a 2.3.14 mostram as estações de coleta de amostras de água.

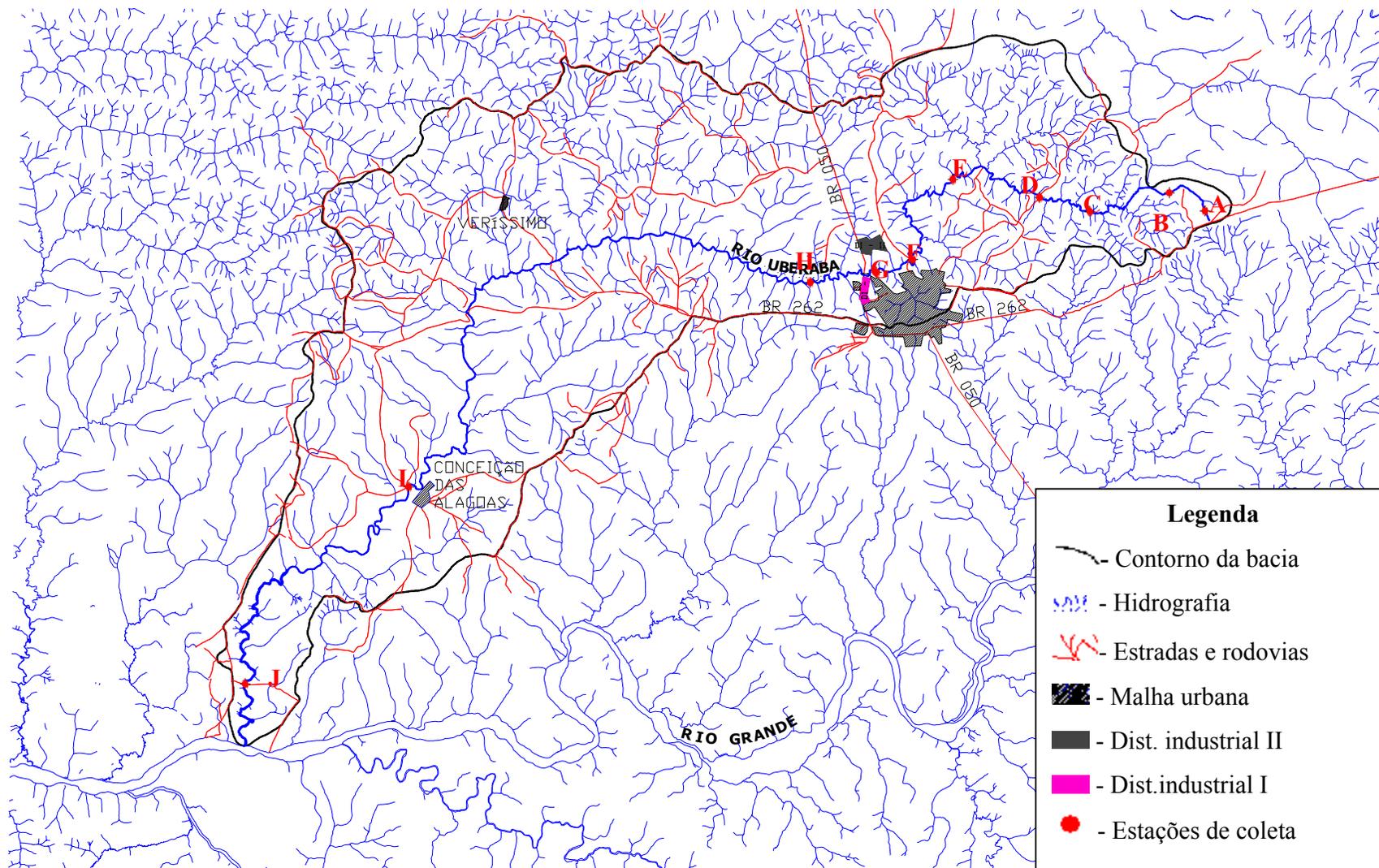


Figura 2.3.4 – Localização das estações de coleta no rio Uberaba



Figura 2.3.5 – Estação A - Nascente do rio Uberaba na região de chapada (Foto cedida pelo CODAU, 2002)

Figura 2.3.6 – Estação B – Mata-burro, fazenda Chapadão (Foto do arquivo da pesquisa, 2002)



Figura 2.3.7 – Estação C – Ponte dos Bambus (Foto do arquivo da pesquisa, 2002)

A 7000m abaixo da nascente, o rio precipita-se em uma cachoeira de mais ou menos 26 metros de altura. Nesta região, a mata ciliar está preservada e o rio passa a correr por dentro de uma grotta com barrancos altos de aproximadamente 18 m de altura e inclinação acima de 30° protegidos por densa mata nativa composta de árvores de porte médio e grande (RELATÓRIO, 2002).

Figura 2.3.8 – Estação D – Santa Rosa, destaque para o afloramento do basalto no leito do rio (Foto do arquivo da pesquisa, 2001)

A partir da estação 3 de coleta de água o rio corre sobre o basalto, formando rápidas e pequenas cachoeiras. Após a captação, percorre 12.000m recebendo descargas de efluentes elevando a carga de DQO (demanda química de oxigênio), lançamento de esgotos da zona urbana e industrial de Uberaba (Figura 2.3.8).

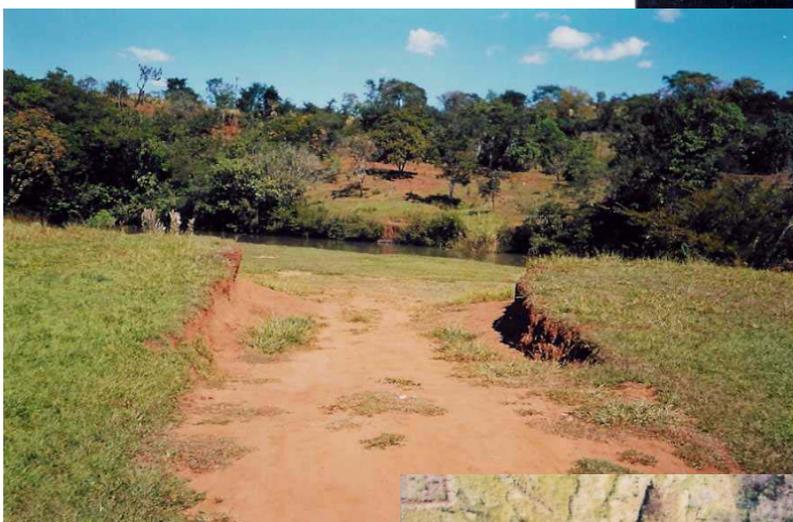


Figura 2.3.9 – Estação E – Prainha (Foto cedida pelo CONSETRAN-URA, 2001)

Figura 2.3.10 – Estação F – Reservatório da captação CODAU (Foto cedida pelo CODAU, 2001)





Figura 2.3.11 à esquerda – Estação G – Jardim Uberaba (Foto do arquivo da pesquisa, 2002)

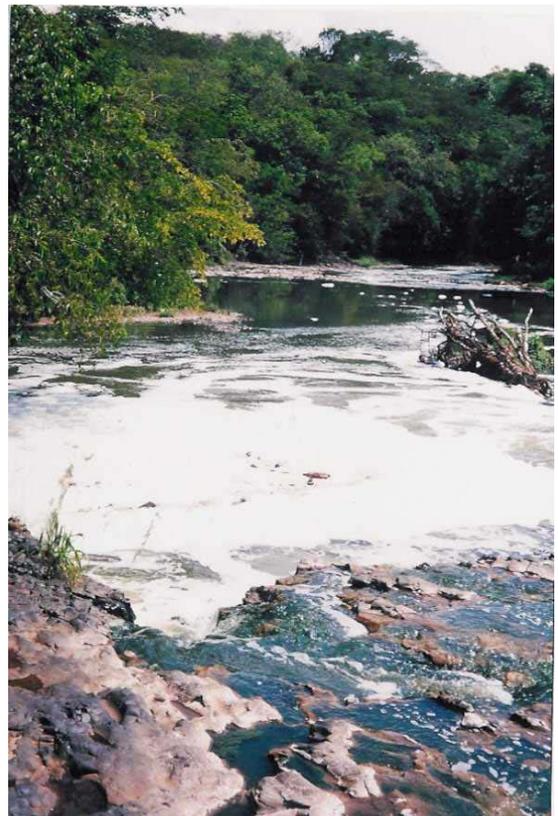


Figura 2.3.12 à cima – Estação H – Morumbi (Foto do arquivo da pesquisa, 2001)



Figura 2.3.13 à esquerda – Estação I – Conceição das Alagoas (Foto do arquivo da pesquisa, 2001)

A partir da Estação D, o rio segue sempre no rumo noroeste, onde recebe, pela margem direita, o rio Santa Gertrudes, afluente mais importante em volume de água. Esse afluente faz aumentar sua vazão e promove a recuperação da capacidade de autodepuração e oxigenação.

Em seguida percorre a rumo sudeste recebendo o ribeirão Veríssimo, que é contaminado pelo esgoto *in natura* da cidade de Veríssimo. Recebe ainda, outros de igual importância, até chegar no município de Campo Florido. Percorre neste trecho mais 17.000m, cruzando a rodovia BR 262, indo até o município de Conceição das Alagoas cruza o perímetro urbano da cidade, onde há mais descargas de esgotos domésticos (Figura 2.3.13). Em seguida, percorre mais 22.000m até o município de Planura, onde deságua no rio Grande. Percorre, desde a sua vertente mais extrema até a foz, nas coordenadas UTM de N7780000 e E760000 da zona 22, num total de 150.000m aproximadamente.



Figura 2.3.14 – Estação J Planura – destaque para a draga de extração de areia (Foto do arquivo da pesquisa, 2002)

3 – SEÇÕES

3.1 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO RIO UBERABA-MG E SUA RELAÇÃO COM O DESENVOLVIMENTO SÓCIO-ECONÔMICO REGIONAL

3.2 - CARACTERIZAÇÃO E MANEJO DO SOLO NA BACIA DO RIO UBERABA-MG

3.3 - O USO DO SOLO NA BACIA DO RIO UBERABA - MG SOB A ÓTICA DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

3.4 - IMPACTOS AMBIENTAIS NA BACIA DO RIO UBERABA-MG

3.5 – A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO RIO UBERABA-MG

3.6 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA NA BACIA DO RIO UBERABA-(MG)

3.1 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO RIO UBERABA-MG E SUA RELAÇÃO COM O DESENVOLVIMENTO SÓCIO-ECONÔMICO REGIONAL

Resumo: Este trabalho integra-se ao diagnóstico ambiental da bacia do rio Uberaba, em Minas Gerais, e tem como objetivo analisar os impactos provocados pelo uso e ocupação do solo. Foi criado um conjunto de planos de informações (mapas), usando como ferramenta o Sistema de Informação Geográfica - IDRISI, de modo a reunir dados que subsidiassem o levantamento dos problemas decorrentes de práticas inadequadas de manejo da bacia. A elaboração de mapas de cobertura vegetal em épocas distintas, levantamento de dados com pesquisas bibliográficas e entrevistas, permitiram compreender a forma de ocorrência dos impactos. Analisando os resultados constatou-se a predominância das áreas de pastagens em decorrência da tradicional pecuária regional. Destaca-se que no processo de uso e ocupação do solo e modernização de atividades econômicas ao longo dos anos não houve preocupação com desmatamentos de áreas com riscos ambientais. Tais fatos foram impulsionados pela deficiência das leis mais antigas referentes ao meio ambiente, bem como pelo desconhecimento dos fatores de equilíbrio deste ecossistema.

Palavras-Chave: Bacia hidrográfica, Uso e ocupação do solo, ordenamento territorial e SIG.

Abstract: This work is part of a study of environmental diagnosis of the basin of the river Uberaba in Minas Gerais and it has as objective to analyze the environmental impacts provoked by the use and occupation of the basin soil. For impacts analysis, a group of information plans was created, using the tool GIS - IDRISI, in order to gather data to subsidize to knowledge about current problems of inadequate practices of ecosystem handling. The elaboration of vegetable covering maps in different times, obtaining data through bibliographical researches and interviews, allowed to understand the form of occurrence of the impacts in function of the land use. The analysis of the results showed the predominance of pastures in the basin by the traditional regional livestock. It stands out that in the soil use process and modernization of economical activities along the years, there was not concern of

deforestation areas with environmental risks. Such facts were impelled by the deficiency of the oldest environment laws, as well as by the ignorance of the factors of ecosystem balance.

Key Words: hydrographic basin; Use and occupation of soil e GIS

INTRODUÇÃO

A questão ambiental tem ocupado lugar de destaque nas discussões internacionais, nacionais e até mesmo regionais. A busca em solucionar problemas de recuperação e preservação dos recursos naturais alcança resultados satisfatórios em termos de identificação dos impactos, tais como: desmatamentos, poluição dos corpos d'água, uso indevido de área de preservação etc.

ESPÍNDOLA et al. (2000) afirmam que o uso da bacia hidrográfica como unidade de estudo originou-se da percepção de que os ecossistemas terrestres sofrem alterações de diferentes tipos em função dos usos do solo e das atividades antrópicas nele desenvolvidas. Qualquer tipo de uso de solo na bacia interfere no ciclo hidrológico, não importando o grau de utilização. ASSIS et al. (1986) e BERTONI & LOMBARDI NETO (1993) relatam que enquanto o solo não for explorado pelo homem, a cobertura nativa conservada e as riquezas desse solo serão mantidas. Mas, com o desmatamento, queimadas e plantio por anos seguidos, o solo passa por um processo de desgaste e empobrecimento causado, principalmente, pela retirada de alimentos das plantas, destruição da matéria orgânica, lixiviação e erosão.

Para melhor entender essa sistemática é necessário trabalhar com ferramentas que possam tornar possíveis as análises espaciais e temporais. Além dos métodos convencionais, as ciências que apresentam caráter espacial podem contar com um outro instrumento tecnológico: os sistemas de informações geográficas – SIG, constituídos por uma série de programas e processos de análises, cuja característica principal é focalizar o relacionamento de determinado fenômeno da realidade com sua localização espacial (TEIXEIRA et al., 1999). Neste sistema também é possível padronizar e unir dados provenientes das mais variadas fontes, o que é comum quando se trata de análises multidisciplinar e sistêmica dos impactos ambientais. É pelas características inerentes a estes sistemas, especialmente pela capacidade de tratar de forma integrada e manusear grandes quantidades de dados, que se acredita serem os SIGs uma

ferramenta importante na elaboração de Estudos de Impactos Ambientais - EIAs relacionados a projetos urbanos e rurais.

SOUZA (1998) afirma que o emprego do SIG nos estudos que contemplam a questão ambiental tem crescido paulatinamente, influenciando pesquisadores a desenvolver sua aplicação em novas linhas de pesquisas. Este autor, que em sua dissertação utilizou SIG para ponderar fatores ambientais propondo zoneamento de distritos industriais no município de São Carlos (SP), realizou minucioso histórico sobre a evolução do emprego de SIG no cenário nacional, apresentando aos usuários as diversas aplicações e os *softwares* utilizados.

ROCHA FILHO & PRIMAVESI (1997) utilizaram o SIG-IDRISI para estudar e classificar áreas de proteção dos recursos naturais na fazenda Canchim (EMBRAPA São Carlos /SP). Este trabalho identificou as áreas de proteção, bem como as reservas legais e as áreas de preservação permanente da propriedade. Os autores concluíram que os parâmetros analisados foram de grande importância no apoio ao diagnóstico do ambiente natural, facilitando o processo de tomada de decisões gerenciais.

LIMA et al. (1998), utilizando SIG-IDRISI, estudou os efeitos das atividades antrópicas na bacia do rio Una em Guarapari-ES, identificando seus efeitos sobre a dinâmica da paisagem, de maneira a determinar o comprometimento da qualidade ambiental, em termos da porcentagem de habitat natural efetivamente inutilizado para fins de conservação. Foram comparados dados de uso do solo das décadas de 70 e 90, mostrando as mudanças ocorridas na bacia neste período.

BOGNIOTTI et al. (1999), em pesquisa realizada em parte da área de estudo, concluíram que 7.700 ha apresentam potencial erosivo decorrente de desmatamentos nas encostas íngremes das regiões das nascentes do rio Uberaba e afluentes, associado à retirada da mata ciliar, sendo substituídas por pastagens e agricultura. Mas, foram estes estudos embrionários e que não abrangeram toda a área da bacia. Havendo a necessidade de buscar mais informações a respeito das mudanças ocorridas na paisagem, este trabalho tem como objetivo caracterizar a evolução do uso e ocupação do solo na bacia do rio Uberaba, apresentando as áreas com uso indevido em função da legislação ambiental, utilizando como ferramenta o Sistema de Informações Geográficas, através do *software* Idrisi.

MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia do Rio Uberaba localiza-se em uma região de importante significado econômico para o estado de Minas Gerais, abrangendo os municípios de Uberaba, Veríssimo, Conceição das Alagoas e Planura. O Rio Uberaba, com extensão de aproximadamente 150 km, destaca-se por sua importância em termos de recursos hídricos e aspectos econômicos ligados as atividades agrícolas, industriais e abastecimento público.

Situado entre os paralelos 19° 30' e 19° 45' de latitude sul e os meridianos de 47° 38' e 48° 00' a oeste de Greenwich, este rio é, atualmente, a principal fonte de abastecimento (95%) d'água do município de Uberaba, com 260.000 habitantes (IBGE, 2000), sendo dele retirada uma vazão diária de 1,2 m³/s.

A área de estudo faz parte da grande unidade de relevo do Planalto Arenítico-Basáltico da Bacia do Paraná. A topografia caracteriza-se por superfícies planas ou ligeiramente onduladas, geologicamente formada por rochas sedimentares, basicamente arenito do período cretáceo de formação Bauru. Os solos são muito variados, sendo que em sua maioria, apresentam textura média, variando de arenoso a argiloso. São classificados como latossolo de diferentes graus de fertilidade, com predominância do latossolo vermelho escuro e distrófico e latossolo roxo distrófico, o que reflete no adensamento maior ou menor da vegetação natural (GALETI, 1982).

As informações básicas utilizadas para a execução deste trabalho foram obtidas a partir de visitas a campo e mapas que tornaram o suporte para as análises no SIG. Os mapas foram cedidos pelas seguintes instituições ou órgãos: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Instituto Estadual de Floresta – IEF nas unidades Uberaba e Uberlândia, Prefeitura dos Municípios que compõem a bacia, EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais e LABGEO – Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Uberaba.

Os mapas utilizados foram: cartas Topográficas do IBGE dos municípios de Uberaba, Veríssimo, Guaraci e Campo Florido na escala 1:100.000, com dados fotométricos de 1964 e publicados em 1972, Imagem LandSat de 1998, cedida pelo IEF, onde recebeu tratamento.

Para trabalhar parte das informações e dados em formato digital, os mapas e cartas anteriormente mencionados foram inseridos por intermédio de uma mesa digitalizadora –

Tamanho A-1, Summagraphics Summagrid IV ligada a um *hardware* com instalação do *software* Tosca for Dos, Versão 2.12 (CLARK UNIVERSITY, 1995). Outra parte das informações foi trabalhada com o *software* Cartalinx. Foram digitalizados os seguintes dados: as curvas em nível; o limite da bacia; a hidrografia e a cobertura vegetal de 64.

Após a digitalização, os planos gerados em formato vetorial foram transportados para o *software* Idrisi, inicialmente na versão for Windows 1.01.002 (CLARK UNIVERSITY, 1995) e posteriormente na versão 32 lançada em 2001, em formato *raster* e gerados mapas e tabelas do uso e ocupação do solo para as décadas de 60 e 90. A imagem LandSat foi convertida do formato DXF do *software* Spring para DXF do Idrisi 32 e para realizar acabamento e retoques nos mapas gerados foi utilizado o *software* Arc view. As imagens foram geradas com pixel de 10 x 10 metros.

A separação da área da bacia dentro do contexto das duas cartas de uso do solo foi realizada com a construção de uma “máscara” com o *layer* de contorno da bacia. Este contorno (divisor hidrográfico) foi traçado baseado nas informações altimétricas do mapa do IBGE, (1972).

A Figura 3.1.1 apresenta um resumo da metodologia utilizada para gerar os mapas de uso do solo. Estes mapas foram obtidos mediante o resultado da operação de multiplicação das imagens - módulo *Overlay* - de hidrografia, contorno da bacia e cobertura vegetal.

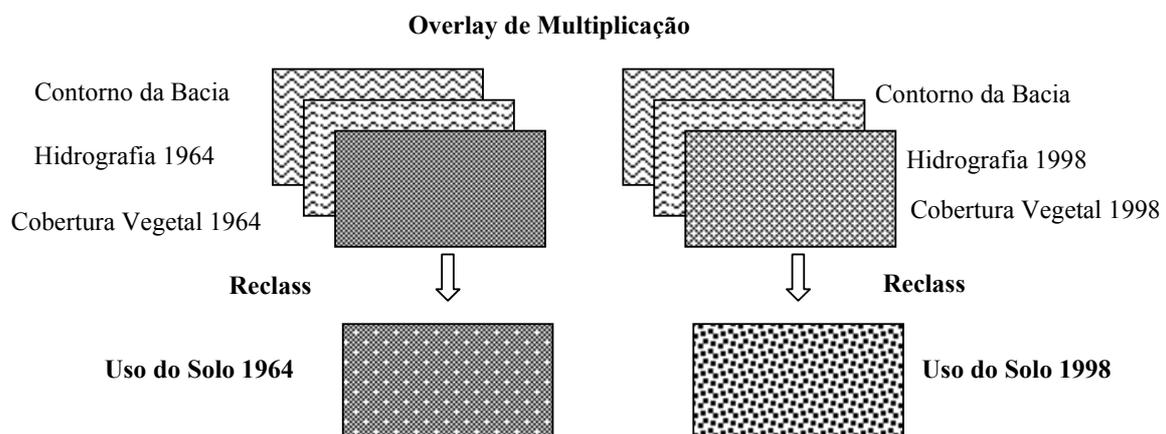


Figura 3.1.1 - Metodologia utilizada para a confecção do mapa da evolução do uso e ocupação do solo das décadas de 60 e 90 na bacia do rio Uberaba.

Para obter um bom resultado foi necessário realizar uma reclassificação dos dados de cobertura vegetal obtidos na imagem de satélite, sendo criadas as classes de uso do solo

descritas a seguir: vegetação nativa - inclui veredas, matas, cerrados, campos cerrados e campo limpo; pastagens - área onde a vegetação nativa foi modificada pela ação antrópica na formação de pastagens; área agrícola - áreas usadas para plantio de culturas de ciclo curto e longo; área urbana: - vilas e cidades e lagoas e represas – naturais e artificiais.

Os cálculos das áreas foram executados com o módulo *Área*. Utilizando o módulo *Crosstab* sobrepos-se as imagens de 1964 e 1998 dando origem ao mapa da evolução do uso e ocupação do solo após 34 anos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

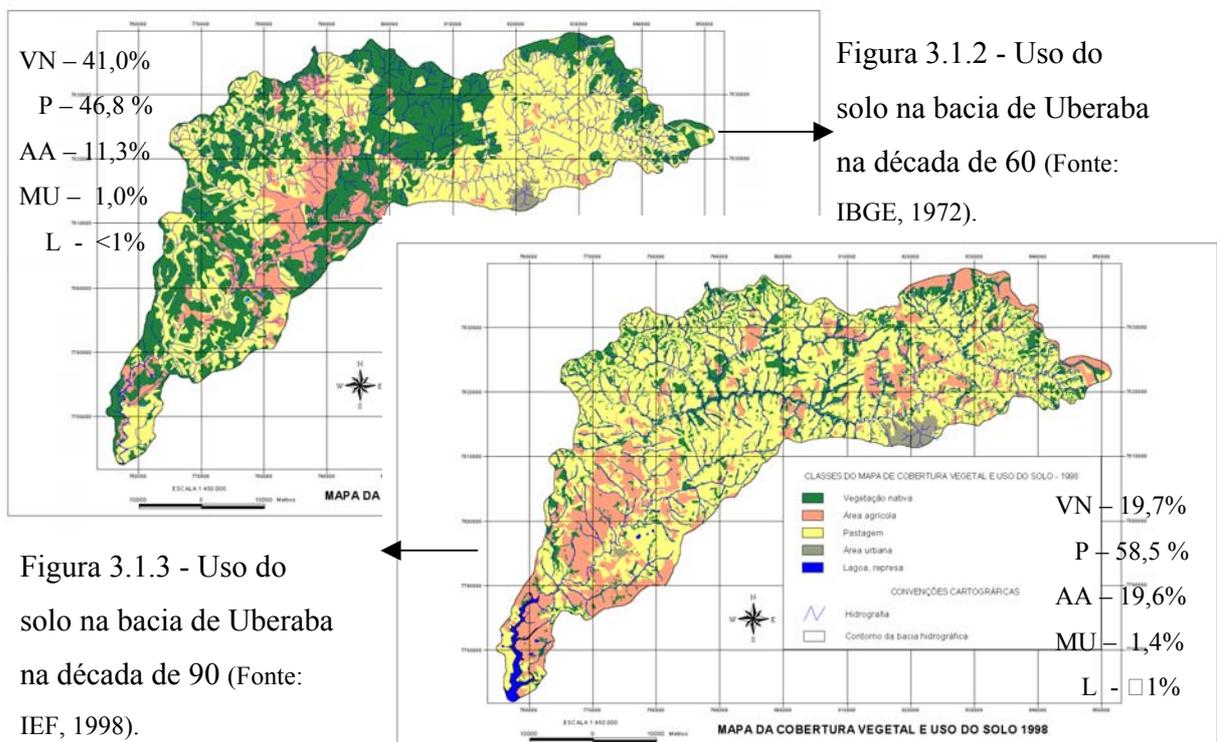
As formações campestres, como os cerrados, estão associadas aos solos pobres em micronutrientes, derivados das rochas do Grupo Bauru (GALETI, 1982). As formações vegetais encontram-se degradadas. Nos duzentos anos de ocupação ocorreu muita mudança na paisagem.

A bacia do rio Uberaba está incluída no Complexo do Brasil Central ou do Cerrado. A vegetação é constituída por árvores tortuosas, com cascas espessas, corticosas e o substrato herbáceo-graminoso varia sua densidade em função da cobertura arbórea pouco ou muito densa. O estrato superior oscila entre cinco e seis metros, às vezes com árvores emergentes (CARVALHO, 2001).

Em documento da EMBRAPA/EPAMIG (1982)³, citado por BOGNIOTTI et al. (1999), os autores afirmam que a vegetação natural encontrada nesta região eram o cerrado - constituído por árvores tortuosas de alturas variadas e estrato médio muito rico, composto de arbustos e subarbustos; campo cerrado - que constitui uma forma mais empobrecida em termos de flora e composição florística que o cerrado; campo limpo - ocorrente em pequenas áreas nos topos de elevações mais suaves, contíguas aos campos cerrados, além das florestas - divididas entre os tipos perenifólios, subperenifólia, subcaducifólia e xeromorfa, com suas espécies arbóreas altas e com estrato arbustivo mais pobre.

³ EMBRAPA/EPAMIG - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das Terras do Triângulo Mineiro**. Boletim de Pesquisa nº 1 e 2 mapas, 1982. 526 p.

A Figura 3.1.2 mostra o mapa de uso e ocupação do solo da década de 60 na bacia do rio Uberaba. Verifica-se que a vegetação nativa foi substituída pela pastagem em 46,8% da área, fato este que está associado à pecuária, atividade em expansão neste período. Destaca-se, ainda, a agricultura de ciclo curto (arroz e milho), que ocupa 11,3% da área, vegetação nativa correspondia a 41%, e menos 1,0% das Terras eram urbanizadas. Observa-se também que as áreas ocupadas eram totalmente limpas, não restando vegetação ciliar.



CARVALHO (2001) verificou que o Inventário da Cobertura Vegetal do Estado Minas Gerais, de 1983, realizado por um convênio Cetec/IBDF, identificou que em 1982 a área com cobertura florestal era de 34% de remanescentes, onde 16,14% eram constituídos por capoeiras (vegetação regenerada).

Aproximadamente uma terça parte da bacia do rio Uberaba está localizada em município Homônimo. Nessa região, a vegetação nativa concentra-se próximo às nascentes e praticamente todo o restante da área é ocupado por pastagens. A maior parte da vegetação nativa da bacia concentra-se nos municípios de Veríssimo e Conceição das Alagoas e nestes municípios o uso da Terra com agricultura e pastagens é praticamente proporcional. O município de Planura não foi citado pela pequena representatividade em termos de área na bacia, ocupando apenas 1%.

Fazendo uma comparação entre os mapas de uso e ocupação do solo de 1964 com o de 1998, verifica-se que no decorrer dos anos a paisagem mudou bastante. A vegetação nativa que cobria mais de 40 % da bacia foi substituída principalmente pelas pastagens. Em boa parte das áreas que eram ocupadas por pastagens na década de 60, entre os municípios de Veríssimo e Conceição das Alagoas, houve substituição pela agricultura. Ainda nesta região, mais ao sul da bacia, a vegetação nativa e pastagens perderam espaço para a agricultura. Nas regiões de nascente, no município de Uberaba, a vegetação nativa foi substituída pela agricultura e pastagens agravando os impactos ambientais originados deste modelo de ocupação (Figuras 3.1.2 e 2.1.3).

As áreas agrícolas, compostas predominantemente das culturas de cana-de-açúcar, sorgo, milho e soja, representou na década de 90 aproximadamente 19,6% da área da bacia. Ainda ocorreu um aumento significativo das áreas urbanas, principalmente na malha da cidade de Uberaba (Figura 3.1.3).

A vegetação nativa que deveria ser superior a 20% nas propriedades, conforme o Código Florestal de 1965, ocupa apenas 19,7 % de toda a bacia demonstrando a seriedade dos impactos em detrimentos das atividades antrópicas, principalmente sobre os recursos hídricos.

Outra ocorrência que merece destaque é o aumento das áreas de lagoas e represas, a partir da criação da Usina Hidrelétrica de Porto Colômbia, que inundou as margens do rio Uberaba, próximo à foz na década de 70.

Diante destes resultados, o maior impacto é a ausência de vegetação nativa, principalmente na região da nascente, que se concentra nas áreas mais íngremes (encostas) e topo do planalto. A ausência de mata ciliar é um sério impacto ambiental nas áreas utilizadas para pastagens e agricultura. Por ser o modelo de uso e ocupação do solo na bacia tão impactante, buscou-se aprofundar nas pesquisas bibliográficas e entrevistas para entender melhor como ocorreu este processo e o resultado foi ainda mais surpreendente.

A primeira justificativa, mais generalizada, foi citada por CARVALHO (2001), ao afirmar que o declínio da mineração deu espaço à introdução da cafeicultura, e posteriormente o surgimento da atividade siderúrgica pressionou o recurso vegetal nativo para a obtenção de carvão, utilizado como termorredutor. Ainda outros importantes personagens participaram deste processo: segmentos de ferroligas, cal, cimento e metais primários, prevalecendo esta política até a década de 80. Associado a estes acontecimentos destacou-se o crescimento das atividades econômicas regionais, principalmente as agropecuárias. A vegetação nativa foi substituída pela pastagem, sendo muito comum nesta região a criação do gado e agricultura de ciclo curto, intensificada nos últimos 30 anos.

As justificativas mais específicas, apresentadas no próximo item, foram obtidas com entrevistas a alguns moradores do município de Uberaba que testemunharam as atividades econômicas envolvidas com o uso e ocupação do solo, antecedente à década de 60 e através de importante documento de processo de tombamento da Caeira do Meio situada às margens da bacia do rio Uberaba, próximo a Br 262, no trecho entre Ponte Alta e Peirópolis.

Atividades econômicas de Uberaba e região e as relações com o desmatamento

FONTOURA et al. (2001) observaram que a história do município está ligada a três forças propulsoras que se fazem sempre presentes – a privilegiada localização geográfica, ao lado do trabalho e da capacidade empreendedora dos seus habitantes, ao longo das sucessivas gerações.

Ainda segundo estes autores, no ano de 1856 a vila de Uberaba elevou-se à cidade, tendo como força produtiva a criação de gado com excelentes pastagens. A cidade, crescendo junto à estrada que liga São Paulo a Goiás teve um grande incremento comercial, pois abastecia os tropeiros e viajantes que por aqui passavam. Dessa forma, Uberaba tornou-se centro abastecedor do Triângulo Mineiro, Goiás e Mato Grosso.

De acordo com MENDONÇA (1998)⁴ citado por FONTOURA et al. (2001) “o quadro geral de Uberaba, até o final da primeira fase de sua história (1860), se apresentava como o de um centro comercial dependente da atividade pastoril, onde a fazenda exercia uma expressiva liderança sócio-econômica”.

Neste período desenvolveram-se no país as estradas de ferro, que dão um novo dinamismo à economia brasileira. A *Cia. Mogiana* chegou a Uberaba em 1889, o que fomentou o comércio local. Com a estrada de ferro, chegaram também os imigrantes, incentivados pela política de solução do problema da falta de braços na lavoura após a abolição da escravidão. Alguns, livrando-se dos contratos da lavoura, dirigiam-se para os centros urbanos de Uberaba. Dedicaram-se às diversas atividades, tais como a exploração de cal no distrito de Peirópolis, fabricação de cerveja e atividades em oficinas diversas, etc. (FONTOURA et al., 2001).

A construção das ferrovias no final do século XIX e das rodovias a partir da década de 40 também contribuiu para o desmatamento regional. O desenvolvimento e a modernidade sempre causam inevitáveis impactos sobre o meio ambiente. De acordo com SILVA (2002)⁵, que acompanhou parte destes processos sócio-econômico e cultural, “os trens consumiam cerca de 16 m³ de madeira (lenha) para realizar o percurso entre Uberaba até a Vila Engenheiro Lisboa (aproximadamente 50 km), passando em três horários diferentes”. O trem realizava seis vezes o mesmo trajeto e, para tanto, consumia em média 96 m³ de lenha por dia. Ainda de acordo com esta entrevista, os trens pararam de correr em 1974, tendo funcionado por 85 anos. Considerando o período de funcionamento e a média de consumo para manter esta atividade foram consumidos 2.978.400 m³ de lenha retirada da bacia do rio Uberaba e região.

⁴ Entrevista do acervo público de Uberaba, realizada em 7 de novembro de 1998.

⁵ Entrevista ao Sr. Milton Reis da Silva, realizada em 21 de maio de 2002.

Por volta de 1920 o volume da produção de cal crescera consideravelmente. SENNA, (1922) citado por FONTOURA et al. (2001) informou que a cal ocupava o 12º lugar na balança comercial do Estado de Minas Gerais. Este autor observou ainda que em 1916 foi possível registrar 15 indústrias de cal virgem no Estado, sendo algumas destas localizadas na região de Uberaba, influenciando a bacia do rio Uberaba.

Com a extensão dos trilhos da Mogiana até Uberlândia e Araguari, uma crise econômica abateu-se sobre a cidade, no final do século XIX. Alteraram-se as rotas comerciais, já que Goiás e Mato Grosso passaram a realizar seus negócios com essas duas cidades. Segundo MENDONÇA (1998), a atividade pastoril novamente passou a liderar, em caráter quase absoluto, a vida sócio-econômica, anulando grandemente a partir deste período até a década de 1930 as características marcantes deixadas pela atividade comercial.

Na primeira metade do século XX consolidou-se a pecuária, especialmente com o gado Zebu, na economia da cidade. Em 1934 foi criada a Sociedade Rural do Triângulo Mineiro, que em 1967 passou a ser a ABCZ – Associação Brasileira dos Criadores de Gado Zebu (FONTOURA et al., 2001).

A partir de 1970 iniciou-se um processo mais acelerado de industrialização com a criação dos Distritos Industriais em Uberaba. A política para a indústria foi incrementada ainda mais nas décadas de 80 e 90. Essas últimas décadas acentuaram o êxodo rural com a mecanização do campo e o conseqüente aumento da população urbana. No campo cresceu a produtividade no meio agrícola, com grandes investimentos e modernização do setor (FONTOURA et al., 2001).

Com o levantamento das informações obtidas no histórico do uso e ocupação do solo e na forma de ocorrência das atividades sócio-econômicas é possível, então, um melhor entendimento dos resultados apresentados nas Figuras 3.1.2 e 3.1.3. O mau uso dos recursos naturais vem acontecendo desde as primeiras ocupações na região, demonstrando a falta de conhecimento humano no trato com a Terra, provocando os atuais desequilíbrios.

É possível verificar ainda, que os desmatamentos das matas ciliares, que deixaram grande parte da rede hídrica desprovida de proteção, em conseqüência do tipo de uso do solo

na região, foram em parte recuperadas no decorrer dos anos, o que pode-se entender como o sinal da natureza, que tendo a oportunidade pode voltar a se recuperar.

As Caieiras e sua influência sobre o desmatamento

A cal possui várias utilidades, servindo para unir tijolos na construção e no revestimento das paredes e na confecção de tintas, e ainda na clarificação do açúcar nas usinas de cana e na agricultura, no controle da acidez natural dos solos. Possui usos industriais, como por exemplo, na siderurgia para fundição de metais e na indústria química para a obtenção de muitas outras substâncias, como o carbonato de cálcio na indústria farmacêutica (FONTOURA et al., 2001).

O processo de produção da cal começava com a retirada manual das pedras de calcário das minas com picaretas e furadeiras de ferro e, posteriormente, utilizou-se dinamite para explodir as pedreiras. As pedras eram conduzidas até as caieiras e empilhadas dentro dos fornos iniciando pela boca e depois até a cúpula. No interior do forno era deixado espaço para ser preenchido por lenha e brasas. A queima levava vários dias de fogo vivo ocupando o trabalho de 3 turmas de foguista ou forneiros. Se houvesse chuva a queima se estendia até dez dias.

Localizado nas imediações da Caieira do Meio, foi construído em 1942 um forno para fazer carvão, que seria utilizado na obtenção do gasogênio. Neste ano acontecia a 2^a. Guerra Mundial e os efeitos chegaram a Uberaba e região. A gasolina foi racionada e os motores dos carros de passageiros passaram a ser adaptados ao gasogênio - um combustível alternativo (FONTOURA et al., 2001). Este também foi outro incentivo ao consumo de madeira, estimulando o desmatamento.

FONTOURA et al., (2001) afirmam que era necessária uma grande quantidade de energia à calcinação do calcário – 980°C – que era sempre obtida pela queima da lenha. O suprimento de lenha provinha das matas das antigas fazendas Veadinho, Ponte Alta do Meio e Ponte Alta de Cima, que abrangiam a bacia do rio Uberaba, ricas em Peroba, Bálsamo, Aroeira, Ipê, Jacarandá, e outras espécies nobres. Estas madeiras eram transportadas por carretões de chapa de ferro, puxadas por 12 juntas de boi. O processo de queima devastou as

ricas matas da região. O desmatamento deu lugar, no início, à lavoura de café e posteriormente às pastagens e outras culturas.

A descrição do processo de preenchimento dos fornos com lenha para a queima da cal, feita por FONTOURA et al. (2001), demonstra como era feito o desmatamento. “No forno era feita uma carga, a cada turno. Esta carga consistia na limpeza do forno, com a retirada de todo o resíduo, que descia para os carvoeiros. Colocava-se em primeiro lugar as toras grandes, sendo os espaços preenchidos com toras menores, de diâmetro 15 a 25 cm, e com lenha de mato a que se dava o nome de *atercido*. No final se cobria como *lixo*, que era o retalho de lenha do cerrado”. Esta descrição detalhada do uso da lenha comprova que os desmatamentos realizados deixavam as áreas completamente *limpas*, sem qualquer tipo de vegetação remanescente.

Segundo FONTOURA et al., (2001), cada um dos fornos produzia aproximadamente 1000 a 1100 sacos de cal virgem de 60 kg e consumia cerca de 10 carros de bois de lenha por dia. Em depoimento com SILVA (2002), morador de Peirópolis desde a década de 50, testemunha do processo de produção da cal, afirmou que um carro de boi conseguia carregar em média 10 m³ de madeira.

De acordo com PONTES (1978), em 1933 a produção de cal em Uberaba elevou-se a 387.000 sacas de 60 kg. Neste ano havia seis fábricas de cal em Uberaba.

A partir das informações citadas anteriormente, considerando o volume de madeira que cada carro de boi conseguia carregar e tendo registro de seis caieiras, com uma média de 2 fornos cada uma, pode-se afirmar que eram consumidos 100 m³ de madeira por dia. Se multiplicar este resultado pelo número de fornos e pelo número de caieiras, tem-se um consumo médio de madeira de 1200 m³/dia. Nos documentos citados por FONTOURA et al. (2001) ficou registrado um tempo médio de funcionamento das caieiras de 60 anos. Então, pode-se fazer uma estimativa do volume médio de madeira consumido para a produção de cal, neste período, foi de 26.280.000 m³.

De acordo com CARVALHO (2001), 20.213.543 hectares de floresta em Minas Gerais, no ano de 1982, abrigava um patrimônio lenheiro de 395.246.570m³. Comparativamente, o volume de madeira consumido na produção de cal somados ao consumo

estimado para o funcionamento dos trens de ferro tem-se um equivalente a 1.483.593 hectares de floresta. Com estes dados é possível compreender melhor o impacto sobre a cobertura vegetal ocorrida na bacia do rio Uberaba, sob a influência destas atividades.

CONCLUSÕES

Comparando os mapas de uso do solo das décadas de 60 e 90 e levantamento de dados históricos foi possível verificar que há a predominância, na região, das pastagens, decorrentes da tradicional pecuária regional.

Destaca-se que no processo de uso e ocupação do solo e modernização de atividades econômicas, ao longo dos anos, não houve preocupação com desmatamentos de áreas de risco ambientais, fator este impulsionado pela deficiência das leis mais antigas referentes ao meio ambiente, bem como pelo desconhecimento dos fatores de equilíbrio deste ecossistema.

As atividades econômicas realizadas na bacia e região influenciaram gravemente os recursos vegetais, mudando consideravelmente a paisagem, sendo estimado um consumo aproximado de 30.000.000 (trinta milhões) de metros cúbicos de madeira. Os reflexos desta devastação vegetal incidiram sobre o equilíbrio ecológico da bacia do rio Uberaba, interferindo na disponibilidade de água superficial.

Será necessário confrontar o uso do solo atual com o código florestal para posterior levantamento das áreas a serem recuperadas e conservadas, visto que a forma como o solo foi utilizado, no período analisado, resultou em muitos impactos incididos sobre os recursos naturais, prejudicando o equilíbrio ecológico da área estudada.

Mesmo depois da constituição do Código Florestal em setembro de 1965 e de outras Leis de preservação ambiental nas décadas de 80 e 90 ocorreram desmatamentos ilegais de áreas nativas, ligadas à extração de carvão, utilizado como matéria-prima nas indústrias siderúrgicas e outras.

Neste ritmo e com esta mentalidade vê-se a necessidade urgente de uma interferência governamental no processo de ocupação desta região. Esta intervenção se daria no sentido de desenvolver uma mentalidade ambiental junto aos habitantes, que direta e indiretamente colaboram no processo de degradação ambiental. A preocupação com este diagnóstico e a tomada de medidas cabíveis para a resolução dos problemas aqui levantados deverá fazer parte, principalmente, da política nacional de recursos hídricos.

Faz-se necessária a criação de uma organização igualmente composta por todos os segmentos responsáveis e co-responsáveis: governo, usuários e sociedade civil organizada - para manutenção dos recursos naturais, pois a demanda por água continuará crescente e as restrições ao uso constituirão conflitos que devem ser administrados de modo a não prejudicar os diversos grupos que compõem a sociedade.

3.2 - CARACTERIZAÇÃO E MANEJO DO SOLO NA BACIA DO RIO UBERABA-MG

Resumo: A caracterização e a proposição do manejo sustentável do solo foram procedimentos importantes na composição do diagnóstico da qualidade ambiental da bacia do rio Uberaba, no município de Uberaba-MG, sendo o objetivo deste estudo. A base de dados foi desenvolvida pelo Sistema de Informação Geográfica - *software* Idrisi, visita a campo e revisão literária, reunindo informações sobre as práticas inadequadas de uso do solo. Os resultados obtidos com as análises dos planos de informações permitiram o levantamento das áreas potencialmente susceptíveis à erosão e aqueles com processos erosivos em andamento, sendo sugeridas a recuperação e a preservação da cobertura vegetal nativa.

Palavras-Chave: Bacia hidrográfica, uso do solo e SIG.

Abstract: The objective of this study is characterization and the proposition of the maintainable handling of the soil. They were important procedures in the composition of the diagnosis of the environmental quality on Uberaba river basin in the township of Uberaba-MG. The base of data was developed by the System of Geographical Information - *software* Idrisi, field visits and literary revision, gathering information on the inadequate practices of soil use. The results obtained with the analyses of the plans of information, allowed the knowledge of the areas potentially sensitive to the erosion and with erosive processes in progress, being suggested the recovery and preservation of the native vegetable covering.

Key Words: Characterization and use of soil, erosion e GIS

INTRODUÇÃO

Como parte integrante da litosfera, o solo é o elemento que mais interage com o ambiente das atividades humanas, ao mesmo tempo em que compõe também a biosfera. Quando se percebeu que esse componente da natureza não era meramente um amontoado de partículas, um material de alterações de rochas ou um sedimento, mas um verdadeiro “corpo vivo” onde habitam seres diversos, foi possível emergir uma ciência – a pedologia (ESPÍNDOLA & TERESO, 1998).

ESPINDOLA e TERESO (1998), explorando mais profundamente o assunto, concluíram que as forças da natureza favorecem as mudanças sobre os sistemas. Entretanto, quando se insere o fator antrópico nesses sistemas naturais, a velocidade dos processos de modificação das paisagens, via-de-regra, ganha uma magnitude avassaladora e, por vezes, incontrolável. Tais alterações, em geral, são conduzidas de modo a privilegiar os processos de remoção das camadas superficiais por erosão. Assim, o aparecimento do homem no planeta veio modificar severamente sua fisionomia, particularmente com o desenvolvimento e a evolução das práticas agrícolas e da exploração do solo. Neste sentido, a agricultura praticada a partir da Segunda Grande Guerra, com a intensificação das operações de mecanização tem, de maneira crescente, provocado uma degradação do solo relacionada à redução de suas boas características e propriedades, refletindo na perda de produtividade e na deterioração da qualidade ambiental.

FAGNANI (1997), apresentou minucioso estudo, em termos comparativos, dos solos que ocorrem nas áreas temperadas com os solos tropicais e reportou sobre as diferenças acentuadas decorrentes, principalmente, das idades geológicas e da ação do intemperismo.

De acordo com o autor supracitado, os solos que cobrem a região temperada (Estados Unidos, Canadá e Europa) começaram sua evolução após a última glaciação, há aproximadamente 10.000 anos. A partir deste evento, apareceram os solos mais jovens e, portanto, mais rasos, com maior fertilidade natural. Aliados à decomposição mais lenta de matéria orgânica, tornam-se mais bem estruturados. Nestas regiões, apresentam o tipo de agricultura mais bem desenvolvida. Ainda, em sua maior parte, há a ocorrência de neve em alguns meses do ano, impedindo o cultivo agrícola. Porém, possibilita uma proteção temporária do solo e retarda a decomposição da matéria orgânica, favorecendo a acumulação de húmus.

Para as regiões tropicais, a decomposição da matéria orgânica é rápida devido a alta radiação solar incidente, que provoca sua queima, transformando-a em carbono. Tem-se ainda uma grande diversidade de insetos e microorganismos, que também consomem a matéria orgânica e assim, nesse processo, há redução na qualidade deste solo, interferindo em sua estrutura, compactação, capacidade de troca catiônica, fertilidade e porosidade.

Por apresentarem as características descritas acima por FAGNANI (1997), os solos brasileiros sofrem facilmente erosão com as chuvas torrenciais e a ação do vento, tendo baixa

capacidade de retenção de água, necessitando de cobertura vegetal para sua proteção. Nestes solos, o uso de máquinas com muita potência aumenta o desgaste e a compactação.

O processo de modernização da agricultura, que seguiu o modelo de desenvolvimento adotado no Brasil por volta dos anos 30, baseou-se nos países industrializados do ocidente, havendo importação de tecnologia. Uma comparação entre o clima da Europa e o do Brasil faz-se necessária, em virtude da maior parte das tecnologias aqui utilizadas terem sido trazidas pelas mãos de imigrantes deste continente e de empresas que trabalham internacionalmente.

A Europa é um continente de clima temperado, com limitação da incidência de luz do sol – apresenta duas estações, uma de inverno e outra, verão. Os solos são “jovens”, apresentam boa estruturação, suportam uma carga adicional de tração e pouca ação do clima. Por causa do fator climático, as práticas agrícolas apresentam características específicas - revolvimento do solo para aquecer e desenvolver os microorganismos responsáveis pela fertilidade (arar e desterroar); dependem de máquinas agrícolas mais pesadas e potentes para agilizar as operações.

Em território brasileiro de clima tropical, a intensa radiação solar permite o plantio de até três ciclos de culturas com o auxílio da irrigação. E ainda, os solos de perfil geologicamente velho são também mais desgastados pelo clima.

Outra diferença importante é com relação ao controle de pragas. Na Europa o próprio clima equilibra as populações de insetos no solo e na vegetação, enquanto que no Brasil o clima propicia a reprodução de pragas, havendo mais necessidade do uso de agrotóxicos.

Hoje estas tecnologias têm sido questionadas, principalmente por razões ambientais e econômicas. O manejo do ambiente tropical deve ser bem diverso do adotado em ambiente temperado (ESPÍNDOLA & TERESO, 1998). A difusão do plantio direto, com uso de técnicas conservacionistas do solo tem colaborado, e muito, para reverter este quadro nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste do país.

Uso do solo e os fatores erosivos

Segundo GALETI (1989), o meio ambiente vem passando por um processo de degradação sem precedentes na história. Procedimentos inadequados e, muitas vezes, pouco racionais no uso dos recursos naturais renováveis – solo, água, fauna e ar. O uso e manejo racionais dos solos ganharam um avanço extraordinário nestes últimos 10 ou 15 anos. Uma

grande porcentagem de produtores rurais vem utilizando práticas conservacionistas. Mas, ainda é preciso grandes mudanças para alcançar o nível de conservação ideal. Alguns autores afirmam que no Brasil perde-se, aproximadamente, 25 toneladas de Terra/hectare/ano pelas técnicas inadequadas de uso da Terra. E de acordo com a revista ECOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO (1995) no Brasil, tem-se cerca de 35% de erosão causada por excesso de pastoreio, fenômeno típico da África e Oceania.

Nos terrenos cobertos com mata e vegetação cerrada, a queda das gotas de água das chuvas é amortecida pelo manto vegetal, sua penetração no solo é mais fácil e a erosão é menor. Nas Terras aradas e gradeadas, ou nas Terras de cultura bem capinadas, a água de chuva atinge o solo diretamente, facilitando seu arraste. Quanto maior a inclinação do terreno, maior a erosão, porque a enxurrada corre com mais velocidade. O problema é mais acentuado em terrenos arenosos, no qual estão presentes as partículas desconexas de solo. Nos argilosos, as partículas estão mais presas umas as outras, resistindo em maior grau às enxurradas (ASSIS et al., 1986).

LUTZENBERGER (1992), escreveu sobre os cuidados com o solo, apresentando as respectivas justificativas: devem-se evitar as várias formas de agressão desnecessárias ao solo desprotegido, principalmente as mecânicas, químicas, dos raios solares e da chuva. A lavração profunda é sempre uma destruição violenta do solo, interferindo diretamente na microvida. Este procedimento inverte os horizontes superiores do solo, enterrando os microorganismos aeróbios, que sucumbirão por falta de oxigênio, ao mesmo tempo em que trazem à tona os anaeróbios, que serão eliminados por excesso de oxigênio. A microvida leva tempo para reestruturar-se, e muito da estrutura e equilíbrio se perdem neste processo.

Os agricultores, em sua maioria, apresentam hábitos culturais errôneos. Optam por “limpar” o solo e por isso usualmente encontram-se focos de queimada de palha e resíduos de colheita. Como mostram os autores citados, a prática ideal é exatamente o contrário: movimentação apenas superficial do solo, com matéria orgânica semi-enterrada, mantendo o terreno protegido e aberto à penetração de água. Muito promissores, neste sentido, são os métodos de plantio direto, mesmo que estes signifiquem um uso inicial de herbicidas.

Com relação ao uso de herbicidas e outros biocidas utilizados na agricultura, torna-se necessário atentar-se ao fato de que estes são levados às fontes de água pela chuva ou pelo vento, mesmo quando aplicados em lugares mais distantes da lavoura. Para LUTZENBERGER

(1992), quando se considera a frequência de aplicação e as combinações descontroladas de venenos, prática comum no meio rural, induzida por uma publicidade agressiva torna-se fácil imaginar a calamidade da situação dos solos em regiões de agricultura considerada “moderna”.

O Solo e o Sistema de Informação Geográfica - SIG

Os Sistemas de Informações Geográficas - SIGs baseiam-se na coleta, armazenamento, recuperação, análise e tratamento de dados espaciais, não espaciais e temporais. Os SIGs auxiliam nas tomadas de decisões que envolvem o gerenciamento, a manutenção, as operações, as análises e o planejamento de atividades ligadas ao meio ambiente e aos recursos naturais (RODRIGUES, 1990).

NEVES & GOMES (1997), trabalhando em estudo de avaliação do impacto ambiental, provocado por práticas agrícolas desenvolvido pela EMBRAPA/CNPMA, realizaram a caracterização ambiental da microbacia do córrego Espraiano localizado entre os municípios de Ribeirão Preto e Cravinhos, no Estado de São Paulo. O estudo teve como objetivo criar um conjunto de planos de informações de modo a permitir um conhecimento apropriado do local, o planejamento de atividades de pesquisa e identificação de áreas de risco.

ASSAD et al. (1993), realizaram uma estruturação de dados geoambientais na microbacia do córrego Taquara próximo ao Distrito Federal (DF). A primeira etapa do trabalho foi o diagnóstico da microbacia, obtido através das caracterizações fisiográficas e sócio-econômica, além da identificação dos problemas da comunidade e das práticas de manejo utilizadas. Foram feitos mapas de solo, de declividade, de uso da Terra e de cobertura vegetal. De acordo com os autores, este estudo permitiu comprovar o grande potencial do SIG na integração de dados geocodificados, possibilitando planejamentos de manejo e de conservação de solo e água em bacias hidrográficas ou de outras áreas de estudo.

Para RODRIGUES (1997), o uso do solo deveria ser baseado em diagnósticos agrícolas, evitando-se, assim, a destinação inadequada de áreas para o cultivo, o que favorece a degradação por desgaste, empobrecimento e erosão. O diagnóstico também serviria para distribuir o uso e a ocupação do solo de modo sustentável, preservando as áreas de suporte ao equilíbrio do meio ambiente.

Em sua pesquisa sobre avaliação de métodos e escalas de trabalho para determinação de risco de erosão em bacia hidrográfica utilizando SIG, RANIERI (1996) informou que este

sistema funciona de acordo com cinco elementos essenciais: aquisição de dados; pré-processamento e manejo de dados dentro do sistema; manipulação; análise e geração de produtos. E, conforme VALÉRIO FILHO (1995), as técnicas de geoprocessamento (SIG) são interessantes para o gerenciamento e análise de informações multitemáticas no contexto do gerenciamento de bacias hidrográficas e planejamento agrícola e ambiental.

Este trabalho tem como objetivo caracterizar e propor o manejo sustentável do solo na bacia do rio Uberaba, considerando os fatores físicos de composição do solo, declividade e a topografia.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar as etapas com SIG, foi utilizado o LABGEO - Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Uberaba através do Instituto de Ciências e Tecnologia do Ambiente. O Sistema de Informação adotado foi o Idrisi, sendo suporte para elaboração dos planos de informação apresentado nos resultados da pesquisa. A metodologia operacionalizada no Idrisi para desenvolvimento desses mapas está disposta na Figura 3.2.1.

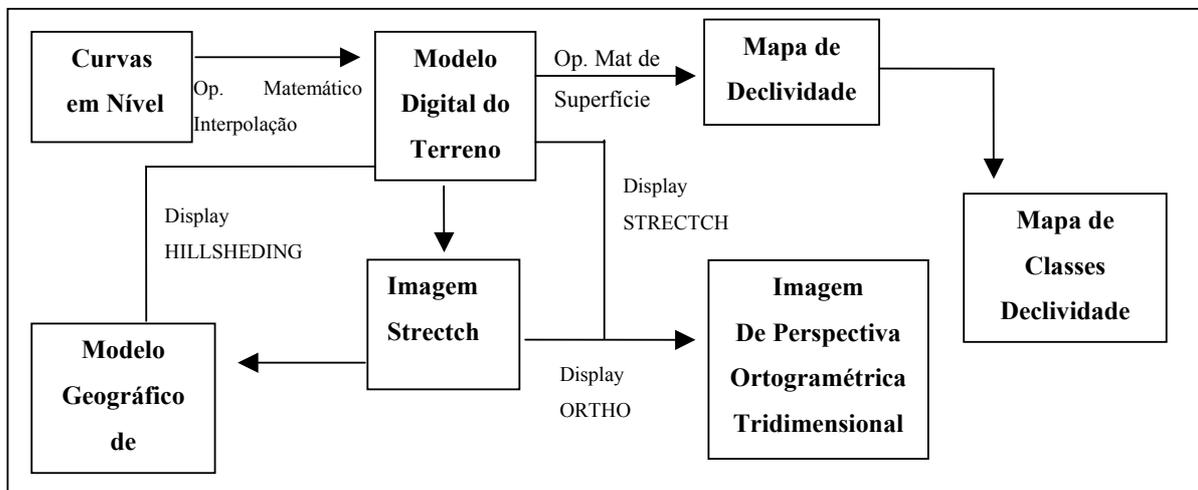


Figura 3.2.1 – Metodologia utilizada para obtenção dos planos de informações (PIs)

O plano de informação (PI) pedologia ou mapa de solos foi obtido, primeiramente, com a digitalização dos dados em formato vetorial transportados posteriormente para o Idrisi, onde foram passados para o formato matricial. Este PI foi recortado com o *layer* contorno da

bacia, resultando no mapa de solos. Usando o módulo *Area* foram calculadas as áreas de cada tipo de solo existente na bacia.

O PI da classe de declividade foi obtido conforme os passos apresentados na Figura 3.2.1, adotando intervalos de classes, adaptados dos estudos de erosão realizados pela EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e adotado por RANIERI (1996), descritos na Tabela 3.2.1.

Tabela 3.2.1 – Intervalos de classes de declividade e seus relevos correspondentes

Classes	Relevo
0 - 2%,	Relevo plano
2 - 5%,	Relevo plano a suave ondulado
5 - 10%,	Relevo suave ondulado a ondulado
10 - 20%	Relevo ondulado a moderadamente ondulado
> 20%.	Relevo forte ondulado a montanhoso escarpado

A base para gerar a imagem com valores interpolados entre as curvas em nível foi o mapa topográfico, e a partir deste, utilizando-se o módulo de interpolação *Tin*, obteve-se o Modelo de Elevação Digital do Terreno (MDT). Esta imagem foi operacionalizada com o módulo *Superficie*, que calculou as declividades da bacia. Em seguida, com o módulo *Reclass* obteve-se as classes de declividade conforme a indicação da Tabela 3.2.1.

O modelo geográfico de sombreamento apresentado na metodologia descrita foi originado do MDT, via módulo *Hillsheding* associado a uma imagem criada pelo módulo *Stretch*. Este modelo foi usado como fundo do plano de informação Hidrografia. Ainda baseando no MDT, foi modelada a imagem Orthogonal - modelo de perspectiva ortográfica tridimensional da área que envolve a bacia, destacando a altitude da região.

Para a elaboração do mapa com as áreas potenciais de risco à erosão, partiu-se do módulo *Overlay*, cruzando as seguintes informações:

- primeiramente, os tipos de solos que estão mais sujeitos à erosão: arenosos, destacando-se, dentre esses, os que possuíam horizonte superficial “A” mais arenoso sobre o horizonte “B”, menos arenoso ou mais argiloso (Podzóis ou Podzolizados) (GALETI, 1987). Dentre os diferentes tipos de solos encontrados na área de estudo, destacam-se os latossolos

avermelhados com textura média a arenosa (EMBRAPA/EPAMIG, 1982) e também, adotado por BOGNIOTTI et al. (1999);

- em segundo lugar, consideraram-se as declividades superiores a 20%, a partir do mapa de classe de declividades, reagrupado em 5 classes atendendo às especificações do estudo;

- e finalmente, as áreas relativas ao uso e ocupação do solo, pastagens e áreas agrícolas que substituíram a vegetação nativa.

Os resultados, referentes as áreas selecionadas, de acordo com os três critérios, correspondem àquelas com vulnerabilidade aos processos erosivos, onde se deve aplicar técnica de recuperação e preservação da vegetação permanente e práticas conservacionistas dos solos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Geologia e Geomorfologia

Pode-se considerar, de maneira geral, a existência no Triângulo Mineiro de três superfícies de erosão, com base na expressão topográfica, litologia, formas e estruturas. A formação de Uberaba resultou de uma retomada de ciclo de erosão no oeste mineiro após vulcanismo do Cretáceo e restringe-se em faixa que se estende da região de Sacramento, passando por Uberaba, até Veríssimo e Patrocínio.

São rochas epiclásticas (vulcanoclásticas) chegando a alcançar 140m de espessura, começando por conglomerado basal contendo fragmentos de basalto. Predominam-se os arenitos vulcânicos com granulação média e pequenos seixos, que lhes conferem caráter conglomerático; siltitos e argilitos estão presentes em leitos de espessura centimétrica e extensão restrita. São rochas que contêm detritos provenientes da erosão de rochas vulcânicas preexistentes com fragmentos de origem não vulcânica (GALETI, 1982). As melhores exposições ocorrem no vale do Rio Uberaba, no perímetro urbano e no bairro de Peirópolis, zona rural do município. Nas rochas da Formação Uberaba foram identificados fragmentos de basalto, argilito, quartzito e de rocha alterada com magnetita, quartzo, feldspato, piroxênio, anfíbrito, biotita, muscovita, granada, apatita, peronoskita, cronita, etc. (GALETI, 1982).

Ainda segundo este autor a primeira superfície foi denominada de Superfície Araxá e pertence ao ciclo de erosão “Velhas”, que se processou no Plio-Pleistoceno. Essa superfície apresenta-se nivelando os topos dos interflúvios. Sua altitude varia de 850 a 1000m, formando

uma chapada que ocupa o teto da região cabeceira para diversos rios e ribeirões, como mostra o Modelo de Perspectiva Ortográfica Tridimensional na Figura 3.2.2 a seguir:

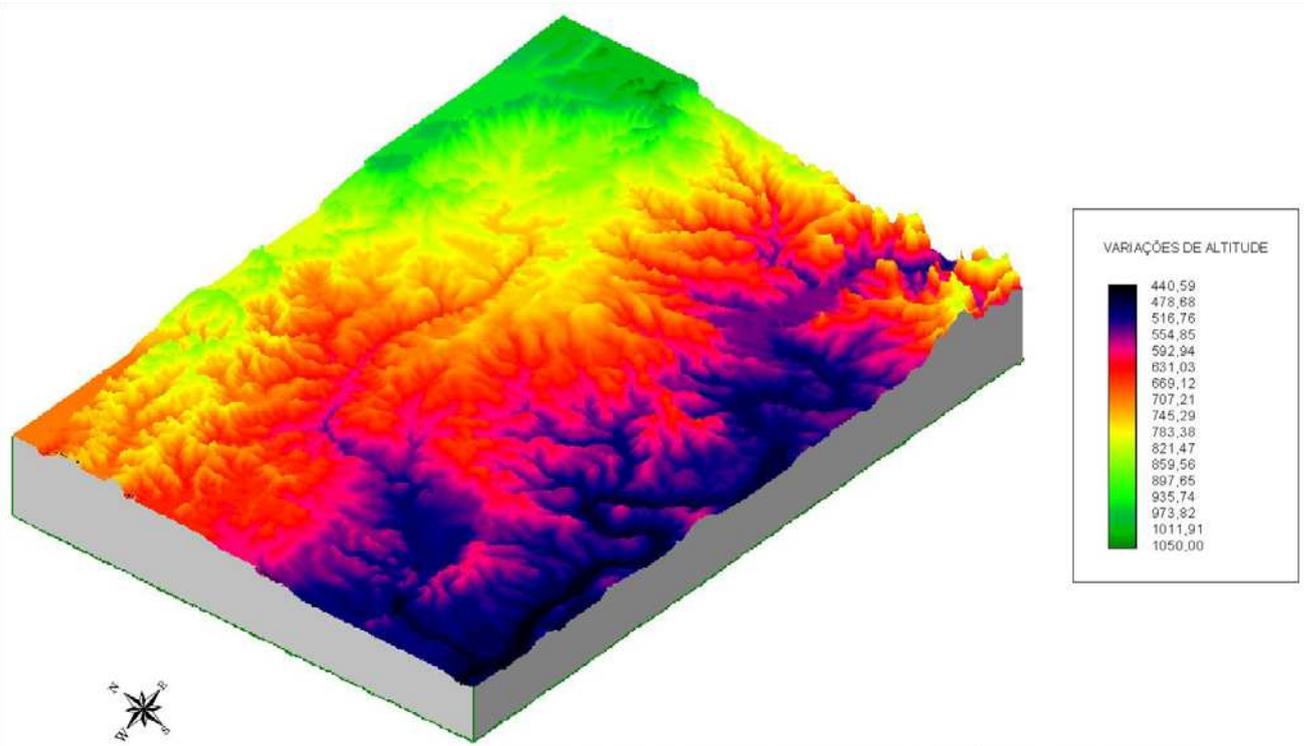


Figura 3.2.2 – Modelo de perspectiva ortográfica tridimensional

A Figura 3.2.2 apresenta o resultado obtido com os módulos *Stretch* e *Ortho*, em conjunto evidenciando a topografia da região da bacia do rio Uberaba e a foz no rio Grande. O rio Uberaba nasce em altitude superior a 1000m e deságua em uma altitude de 440m, apresentando um desnível aproximado de 570m distribuídos ao longo de seu curso.

Geologicamente, constituem remanescentes da cobertura de material argiloso referido ao Terciário. O relevo dessa superfície é predominantemente plano e suave ondulado. Os solos, predominantemente Latossolo Vermelho-Escuro Álico A, textura argilosa, sofreram intensa lixiviação e laterização.

A área de estudo faz parte da grande unidade de relevo do Planalto Arenítico-Basáltico da Bacia do Paraná. A topografia em destaque na Figura 3.2.2 caracteriza-se por superfícies planas ou ligeiramente onduladas, geologicamente formada por rochas sedimentares em grande parte arenito, do período cretáceo de formação Bauru.

A área em estudo está situada na porção norte/nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná. Apresenta quartzitos e xistos do Pré-cambriano, do Grupo Canastra, com sobreposição pelas rochas do Grupo São Bento (arenitos da Formação Botucatu e basaltos da Formação Serra Geral) e pelos arenitos e conglomerados do Grupo Bauru. Na cobertura verificam-se sedimentos coluviais e aluviais do cenozóico. Na bacia do rio Uberaba afloram as rochas do Grupo Bauru, representada pela Formação Uberaba e sedimentos recentes (RELATÓRIO, 2002).

Pedologia

Os solos da bacia do rio Uberaba são de características variadas. A maioria apresenta texturas médias, variando de arenoso a argiloso e são classificados, de forma geral, como latossolo de diferentes graus de fertilidade. Há predominância do latossolo vermelho escuro e distrófico e latossolo roxo distrófico, o que reflete no adensamento maior ou menor da vegetação natural (Figura 3.2.3).

A Tabela 3.2.2 mostra as classes de solo e as respectivas áreas de ocupação de cada classe. A classe predominante é a Lea3 com 955,5km², seguida da LRd4 com 319,7km² e LEa5 com 267,6km².

Tabela 3.2.2 – Área das classes de solo na bacia do rio Uberaba

Classes	LVa1	LVa2	LVa3	LVa5	LEa1	Lea2	Lea3	LEa5	LEd4	LRd2	LRd3	LRd4	PE5	PE6	HGa	AQa1
Área (Km ²)	69,6	0,2	18,9	15,4	180,5	77,9	955,5	267,6	1,6	100,1	179,8	316,7	86,2	71,4	10,0	8,2

Para melhor entender a legenda do mapa de solos, a Tabela 3.2.3 apresenta as siglas utilizadas no mapa de solo e seus respectivos significados, indicando as suas principais características, tais como: a textura, horizonte e relevo de ocorrência.

Tabela 3.2.3 – Siglas utilizadas na classificação dos solos da bacia do rio Uberaba

LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO ÁLICO	
LVa1	Latossolo Vermelho-Amarelo Álico ou Distrófico epiálico A moderado - textura muito

	argilosa fase cerrado tropical subcaducifólio relevo plano e suave ondulado.
LVa2	Associação de Latossolo Vermelho – Amarelo Álico fase campo cerrado tropical relevo plano e suave ondulado + Latossolo Vermelho – Amarelo Distrófico epiálico podzólico plíntico fase campo tropical relevo plano com murundus. Ambos A moderado, textura muito argilosa (70 – 30%)
LVa3	Associação de Latossolo Vermelho-Amarelo Álico ou Distrófico epiálico A moderado - textura média fase cerrado tropical subcaducifólio relevo plano e suave ondulado.
LVa5	Latossolo Vermelho-Amarelo Álico Ou Distrófico epiálico A moderado - textura média fase relevo plano e suave ondulado + Cambissolo Álico Tb textura argilosa cascalhenta fase relevo suave ondulado e ondulado ambos A moderado, fase cerrado tropical subcaducifólio (70 – 30%)
LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ÁLICO	
LEa1	Latossolo Vermelho-Escuro Álico A moderado - textura média fase cerradão tropical subcaducifólio relevo plano e suave ondulado.
Lea2	Associação de Latossolo Vermelho-Escuro Álico fase relevo plano e suave ondulado + Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico epiutrófico Tb fase relevo e suave ondulado ambos A moderado - textura média fase cerradão tropical subcaducifólio (80 – 20%)
Lea3	Latossolo Vermelho-Escuro Álico A moderado, textura média fase cerrado tropical subcaducifólio relevo plano e suave ondulado.
LEa5	Associação de Latossolo Vermelho-Escuro Álico A moderado, fase cerrado tropical subcaducifólio relevo plano e suave ondulado + Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico Tb A moderado ou chernozêmico fase floresta tropical subcaducifólia relevo suave ondulado e ondulado ambos textura média + Cambissolo Álico Tb podzólio A moderado - textura média cascalhenta fase campo cerrado tropical relevo ondulado e forte ondulado substrato arenito (60 – 20 – 20 %).
LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO DISTRÓFICO	
LEd4	Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico A moderado - textura média fase floresta tropical subcaducifólio relevo plano e suave ondulado.
LATOSSOLO ROXO DISTRÓFICO	
LRd2	Latossolo Roxo Distrófico A proeminente ou moderado - textura muito argilosa fase cerradão tropical subcaducifólio relevo plano e suave ondulado.
LRd3	Latossolo Roxo Distrófico ou Distrófico epiálico A moderado - textura muito argilosa fase cerrado tropical subcaducifólio relevo plano e suave ondulado.
LRd4	Latossolo Roxo Distrófico Ou Álico A moderado, textura muito argilosa fase cerradão tropical subcaducifólio relevo plano e suave ondulado + Cambissolo Eutrófico Tb A chernozêmico - textura argilosa fase pedregosa I floresta tropical caducifólia relevo ondulado substrato basalto (70 – 30%)
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO	
PE5	Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico ou Distrófico Tb A - chernozêmico ou proeminente textura média cascalhenta fase floresta tropical caducifólia relevo forte ondulado
PE6	Associação de Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico Tb A moderado ou chernozêmico fase florestal tropical subcaducifólia relevo suave ondulado e ondulado + Latossolo Vermelho-Escuro Álico A moderado fase cerradão tropical subcaducifólio relevo plano e suave ondulado ambos textura média + Cambissolo Álico Tb podzólico A moderado - textura argilosa cascalhenta fase cerrado tropical subcaducifólio relevo suave ondulado e ondulado (50-30-20%).
GLEY HÚMICO ÁLICO E DISTRÓFICO	
HGa	Associação complexa de Gley Húmico Álico Tb A proeminente ou turfoso textura argilosa +

	Solos Orgânicos Álicos ambos fase campo higrófilo de surgente e campo hidrófilo de várzea + Latossolo Vermelho-Amarelo Álico moderadamente drenado A moderada - textura muito argilosa fase campo tropical todos relevo plano e suave ondulado (40-40-20%).
AREIAS QUARTZOSAS ÁLICAS	
AQa1	Areias Quartzosas Álicas ou Distróficas epiálicas A moderado - fase cerradão tropical subcaducifólio relevo plano e suave ondulado.

Observações:

1. Figuram em primeiro lugar nas associações os solos mais importantes sob o ponto de vista de extensão e, em função deles, foram as associações enquadradas nas diferentes unidades de mapeamento.
2. Ao final de cada associação, entre parênteses, há uma estimativa percentual aproximada de cada componente.
3. Nos solos com marcante diferença de textura A para B, foram consideradas as classes texturais dos horizontes superficiais e subsuperficiais e as designações feitas sob a forma de fração. Ex. média/ argilosa.
4. Na fase pedregosa está subentendida a especificação cascalhenta para as classes texturais.
5. A abreviaturas: Ta – argila de atividade alta; Tb – argila de atividade baixa.

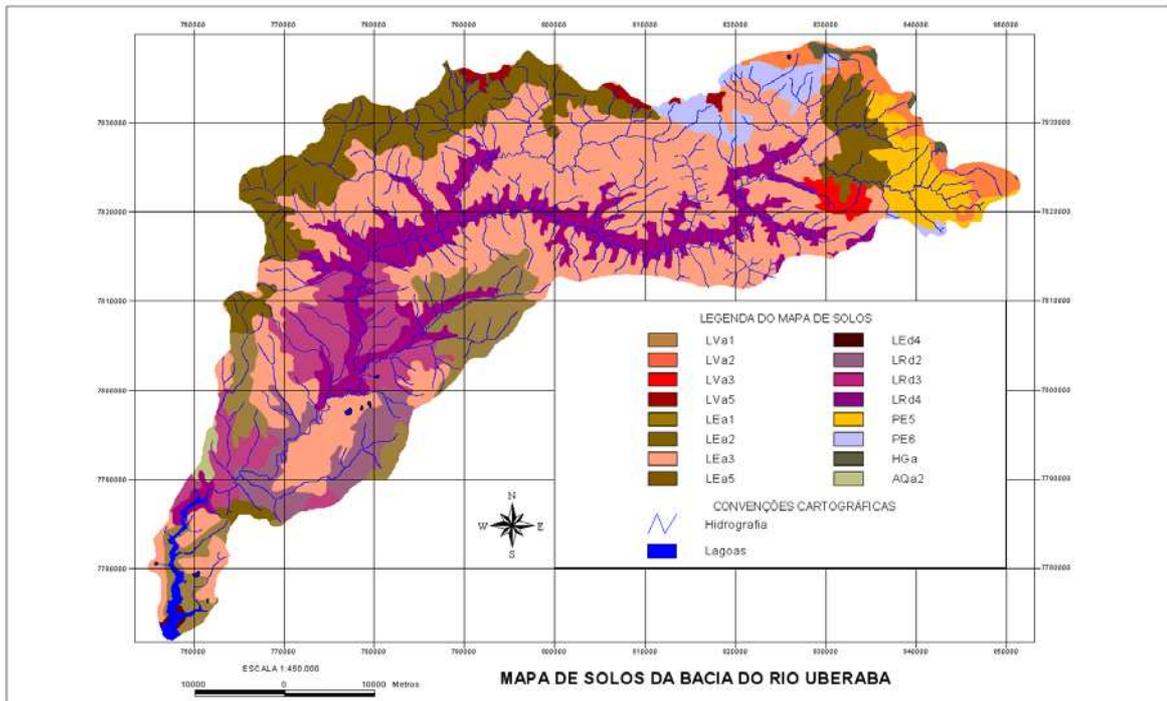


Figura 3.2.3 – Mapa de solos da bacia do rio Uberaba

Carta de Classes de Declividade

A Figura 3.2.4 mostra os resultados obtidos na reclassificação do mapa de declividades. A bacia apresenta a classe de relevo montanhoso escarpado em menor proporção, ocupando apenas 1,7% da área, sendo assim incluídas em classe única. A classe de relevo plano a suave ondulado, ocupa 41,6% da área total, predominando as baixas declividades (Tabela 3.2.4). Este fato justifica a divisão de classes, onde foram atribuídos intervalos menores para as que representam baixas declividades e maiores para as declividades médias.

Tabela 3.2.4 – Áreas dos intervalos de declividades

Intervalos de Declividade	Área (km²)	Área (%)
0 – 2 %	548,3	23,2
2 – 5 %	983,7	41,6
5 – 10 %	600,5	25,5
10 – 20 %	187,9	8,0
> 20 %	39,3	1,7
Total	2359,3	100

Analisando a Tabela 3.2.4 e a Figura 3.2.4 é possível perceber como ocorre a distribuição das classes de declividade dentro da bacia. Há a predominância das três primeiras classes - a primeira e a terceira possuem valores equivalentes e a que representa as altas declividades é bastante reduzida, menor do que 2 % da área total.

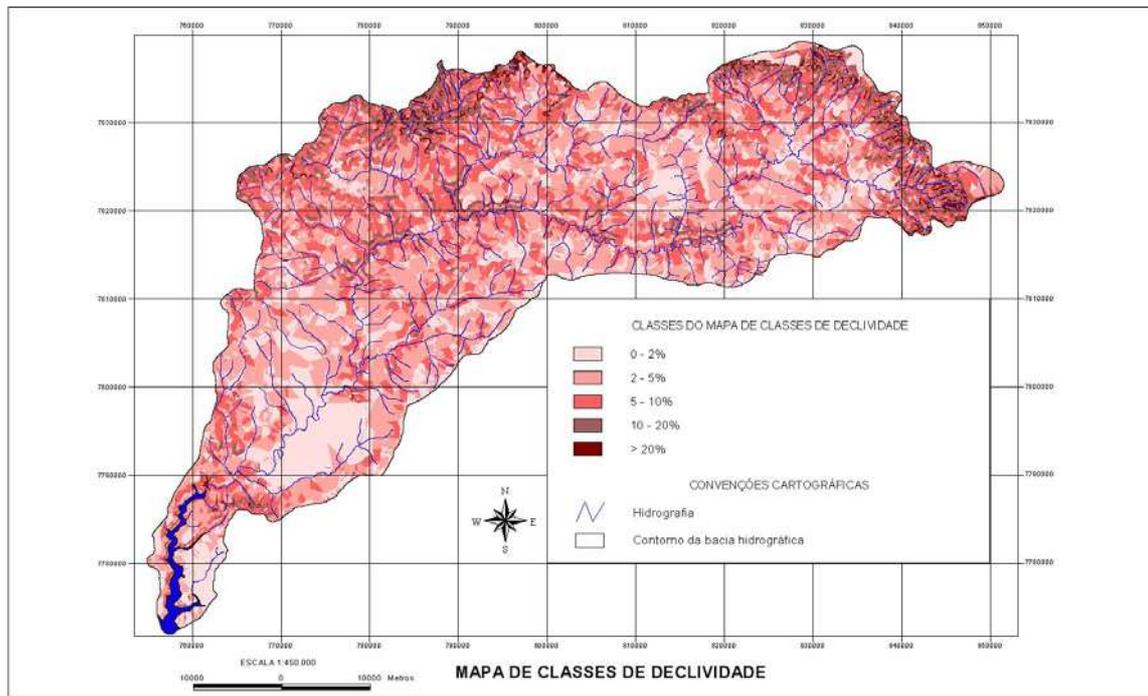


Figura 3.2.4 – Mapa de Classes de declividade na bacia do rio Uberaba

Áreas potencialmente Susceptíveis à Erosão

Na Figura 3.2.5 destacam-se as áreas potencialmente susceptíveis à erosão, onde foram considerados os fatores: declividade (>20%), solos arenosos (podzólicos), uso e ocupação do solo (pastagens e áreas agrícolas). Estas áreas devem ser preservadas, possibilitando o desenvolvimento da cobertura vegetal, defesa natural do terreno contra a erosão e ação do impacto direto das gotas de chuva. Essa cobertura resulta em adição de matéria orgânica no solo, melhoria da estrutura, aumento da infiltração da água e diminuição da velocidade de escoamento das enxurradas. Ressalta-se ainda que estas áreas representam 19.7km² e se localizam nas regiões com declividade maior do que 20%, as quais se distribuem, principalmente, em áreas próximas às nascentes.

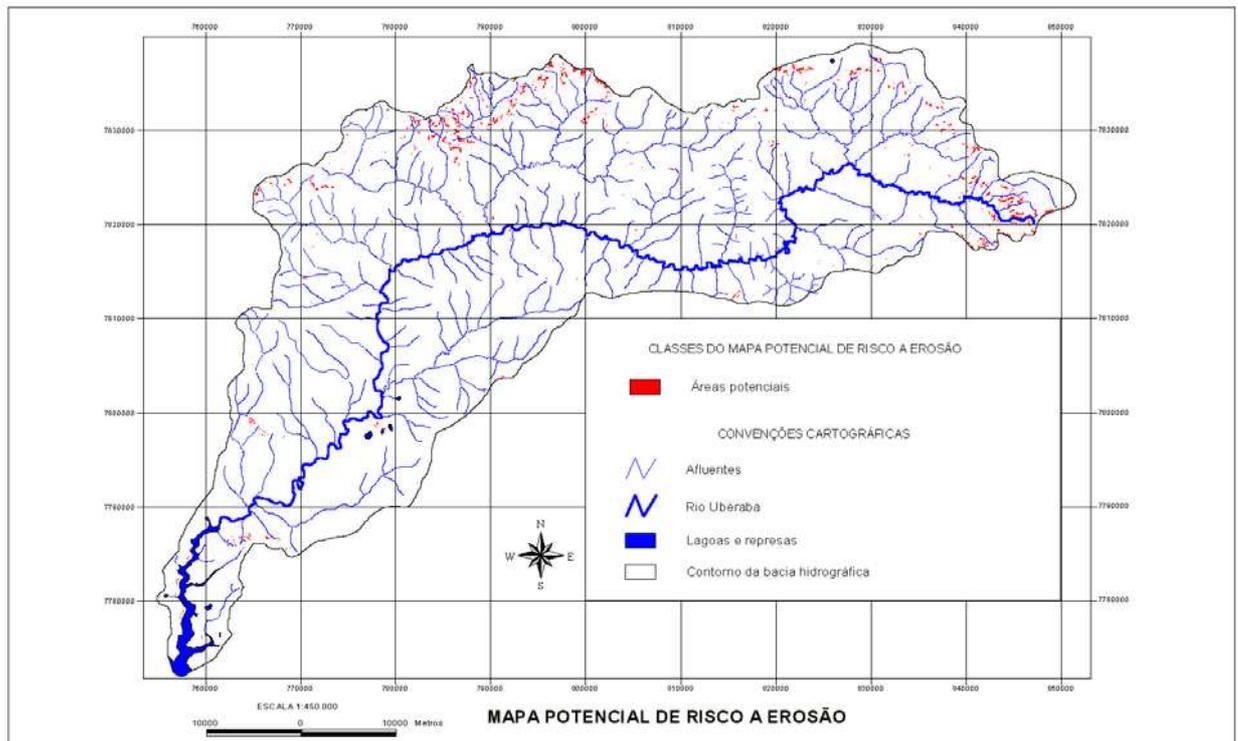


Figura 3.2.5 – Mapa de áreas suscetíveis à erosão na bacia do rio Uberaba

Além de contribuir com o assoreamento dos mananciais da bacia estas áreas são constituídas de solos frágeis com textura arenosa, que aliados ao desenvolvimento das drenagens sobre as linhas de fraqueza, podem resultar no aparecimento de voçorocas. Uma vez desenvolvidas dificilmente podem ser detidas com técnicas de conservação do solo, trazendo grandes prejuízos aos recursos hídricos.

Nestas áreas, principalmente nas proximidades das nascentes, é de fundamental importância evitar e eliminar o aparecimento dos focos erosivos. A ocupação do solo por pastagens acelera esse processo, visto que o pisoteio do gado forma trilha impedindo o crescimento da cobertura vegetal, ou no máximo de forma precária. Nestas trilhas o escoamento das águas de chuva torna-se concentrado, acelerando o processo.

Foi possível registrar a ocorrência de acúmulo de material (seixos e areia) no leito do rio Uberaba, arrastado por processos erosivos na região na nascente. Próximo à nascente, onde o relevo torna-se suavemente ondulado, o solo destinado à agricultura evidencia o uso inadequado de manejo. Com o aumento da declividade a velocidade das águas de chuva

também aumenta, produzindo a erosão. A altura do monte de material acumulado neste ponto alcançou mais de 1 m, modificando todo o leito do rio eliminando os poços com o assoreamento. Este fato foi verificado entre o período de coleta, compreendido entre os meses de outubro/01 e janeiro/02.

CONCLUSÕES

As áreas destacadas no mapa de suscetibilidade à erosão estão sendo utilizadas por pastagens e plantio agrícola, evidenciando a necessidade de mudanças de manejo e adoção de técnicas direcionadas à conservação do solo para reduzir os impactos.

As áreas detectadas possuem alta declividade e localizam-se próximos a muitas nascentes. Este fato pode intensificar os problemas nas planícies, especialmente aqueles associados ao assoreamento do leito do rio Uberaba e seus afluentes. Tal fato resulta tanto no transporte de nutrientes quanto no de resíduos de agrotóxicos, originários da agricultura.

O desmatamento de cabeceiras e margens dos cursos d'água, com a finalidade de pastejo animal aumentam a compactação, diminui a infiltração das águas de chuva interferindo no abastecimento do lençol freático e conseqüentemente, ao longo dos anos, provoca a diminuição da quantidade de água disponível na bacia. Além disso, há perda da biodiversidade e o desencadeamento de processos erosivos que evoluem para as voçorocas perdendo grandes quantidades de solo.

Em grande parte da área de estudo a declividade é baixa, facilitando a adoção da mecanização na agricultura. Mas, as tecnologias empregadas não são adequadas aos tipos de solo da bacia, que conseqüentemente sofrem maiores desgastes intensificando o processo de assoreamento do rio.

3.3 - O USO DO SOLO NA BACIA DO RIO UBERABA - MG SOB A ÓTICA DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Resumo: Este trabalho compõe um diagnóstico da qualidade ambiental da bacia do rio Uberaba no município de Uberaba-MG e tem como objetivo analisar os impactos, sobre a cobertura vegetal nativa, provocados pelas atividades antrópicas. Para a análise dos impactos utilizou-se como ferramenta o Sistema de Informação Geográfica-IDRISI, reunindo dados sobre as práticas inadequadas de manejo do ecossistema. O resultados obtidos com o plano de informação de cobertura vegetal, confrontado com as normas do Código Florestal, permitiram a visualização dos impactos gerados e o cálculo das áreas a serem recuperadas.

Palavras-Chave: Bacia hidrográfica, uso do solo e SIG.

Abstract: This work is an integrate part of searching about the environmental quality of the basin of the Uberaba river in the municipal district of Uberaba-MG and it has as objective, analyzing the impacts, on the native vegetable covering, provoked by the human activities. For the analysis of the impacts it was used GIS-IDRISI as tool, by data association on the inadequate practices of ecosystem handling. The results obtained with the vegetable covering map confronted with the norms of the Forest Code, it allowed the visualization of the generated impacts and calculation the areas that will be recovered.

Key Words: hydrographic basin; use of soil e GIS

INTRODUÇÃO

Devido a grande evolução da Legislação Ambiental e da relevância que a mesma tem sobre a avaliação dos impactos ambientais na bacia do rio Uberaba fez-se necessário tratar especificamente este tema. Por sua extensão, não se pretendeu esgotar o assunto, nem mesmo cobrir todos os aspectos legais e diretivos relativos a cada Lei ou Decreto. Buscou-se apenas verificar a interferência destes aspectos associados à evolução histórico-social, à expansão das atividades econômicas, enfatizando os costumes e cultura locais.

Alguns capítulos do Código Civil Brasileiro de 1911, já tinha como objetivo reprimir o mau uso da vizinhança e solucionar os conflitos adjacentes. Nesta época, havia uma

preocupação com um aspecto que até hoje é considerado primordial no controle ambiental – a harmonia dos usos.

A primeira legislação realmente direcionada aos recursos ambientais de que se tem notícia foi criada na década de 30. Neste período, o Governo Brasileiro já considerava que o uso das águas era regido por uma legislação obsoleta, que não atendia às necessidades e aos interesses da coletividade nacional. Para tanto, modificou-se a legislação vigente considerando as tendências da época, em que conferia ao poder público o controle e incentivos ao aproveitamento industrial das águas, com a criação do Código de Águas, através do Decreto de n 24.643, em 10 de julho de 1934.

O Código Penal, de 1940, em seus artigos 270 e 271, inclui preceitos relacionados ao envenenamento e poluição de águas de abastecimento, cujas sanções são inafiançáveis, prevendo reclusão de até 15 anos. Na época, já se conhecia a importância de consumir água de boa qualidade e uma atenção especial era dada às águas de uso comum ou particular para que não tornassem imprópria à dessedentação ou nociva à saúde.

A partir dos anos 50, quando a sociedade evoluiu obtendo progresso na área industrial surgiu então a preocupação com a proteção ao meio ambiente relacionada à poluição resultante das atividades produtivas (resíduos).

As leis mais rigorosas, ligadas aos aspectos legais do meio ambiente, foram criadas a partir da década de 60. A Lei nº 3.824, de 23/11/60 tornou obrigatória a limpeza das bacias hidráulicas dos açudes, represas ou lagos artificiais e a de nº 4.771, de 15/09/65 instituiu o Código Florestal. Posteriormente, a Lei 5.197, criada em 3 de janeiro de 1967, atualiza o Código Florestal que dispõe, dentre outros aspectos, sobre: a proteção de florestas e as demais formas de vegetação existente no território nacional; determina as áreas destinadas à cobertura vegetal de preservação permanente; regulamenta áreas naturais de interesse público.

SANTOS (2000) informou que conforme o Código Florestal, as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidades às Terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do país, exercendo-se os direitos de propriedade com as limitações que a legislação em geral e, especialmente, ao que a lei florestal estabelece. Destacam-se os parâmetros a serem adotados como referência às áreas de preservação permanente, em seus Artigos 2º, 3º, 4º, 5º e 10º, dispondo ainda o Art. 16º sobre as Reservas Legais Florestais. A legislação define que na região Centro-Oeste as propriedades

deverão respeitar um limite mínimo de 20% com cobertura florestal, com exceção das áreas incultas que são restringidas a 50%.

Nos anos 70, a sociedade e o poder público, a nível mundial, já entendiam que as unidades produtivas deveriam ser planejadas de modo a não poluir o ambiente. Tornava-se evidente a necessidade de buscar novos caminhos para o desenvolvimento econômico e a conscientização para a redução da degradação ambiental. Como exemplos destes preceitos foram criados os Decretos de nº 1.413, de 14/08/75 que dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais e de nº 76.389, de 03/10/75 que determina medidas de controle da poluição industrial. As diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição foram dispostas pela Lei nº 6.803, de 02/07/80.

A Assembléia Geral da Organização das Nações Unidas - ONU sobre meio ambiente, realizada em Estocolmo, em 1972, despertou a sociedade brasileira para a necessidade de conservação e proteção ao meio ambiente, em particular, às águas. Dessa forma as legislações estaduais, em especial a do Estado de São Paulo, passaram a se preocupar com questões ambientais, embora o tema não estivesse contido na Constituição Federal (MENCK, 2001).

A partir da década de 80, a conscientização da problemática ambiental já iniciava o seu processo envolvendo toda a sociedade e espelhando-se nas experiências vivenciadas pelos países mais desenvolvidos. Uma das conseqüências diretas dessa mobilização nacional foi a criação da Lei 6.902, de 27 de abril de 1981, que estabeleceu regras sobre a implantação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental (APA). Em 31/08/81 foi criada a Lei nº 6.938, que dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. E em 24/07/85 criou-se a Lei nº 7.347 que disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valores artísticos, estéticos, históricos, turísticos e paisagísticos.

A preocupação com o gerenciamento dos recursos naturais deu-se no final da década de 80 quando se instituiu o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas - Decreto nº 94.076, de 05/03/87. Uma reorganização sobre esta política ocorreu em 22/02/89 quando foram extintas a Secretaria Especial do Meio Ambiente – SEMA e a Superintendência do Desenvolvimento da Pesca – SUDEPE, criando-se o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, IBAMA - Lei nº 7.735 e o Fundo Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 7.797, de 10/07/89.

A Lei nº 8.171, de 17/01/91 apresentou os direcionamentos da política agrícola, definindo os objetivos e as competências institucionais, prevendo recursos e estabelecendo as ações e instrumentos da política agrícola, relativamente às atividades agropecuárias, agroindustriais e planejamento das atividades pesqueira e florestal. Conforme SANTOS (2000), esta Lei determinou, ainda, que é dever do Poder Público integrar a comunidade na preservação do meio ambiente e conservação dos recursos naturais e, ainda, disciplinar e fiscalizar o uso racional do solo, da água, da fauna e da flora; realizar zoneamentos agroecológicos que permitam estabelecer critérios para o disciplinamento e ordenamento da ocupação espacial pelas atividades produtivas entre outras.

Não poderia deixar de citar a Lei nº 9.433, de 08/01/97 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que regulamentou o inciso XIX do Art. 21 da Constituição Federal, alterou o Art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990 e ainda que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Segundo CEDRAZ (2001), dentre os seus aspectos inovadores está a forma descentralizada e participativa do processo de gestão de recursos hídricos do Brasil. A exemplo de muitos países, a gestão ambiental pública dos recursos hídricos alcança resultados satisfatórios em virtude desta lei, atendendo a necessidade imediata dos problemas de poluição.

A Lei 6938, criada em 31 de agosto de 1981, dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA. O principal objetivo da PNMA é a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, a base para elevar o nível da qualidade de vida no país, desde que haja ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico; racionalização no uso do solo, subsolo, água e ar; planejamento e fiscalização no uso dos recursos ambientais; proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas; controle e zoneamento das atividades potenciais, ou efetivamente poluidoras; incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais; recuperação de áreas degradadas; proteção de áreas ameaçadas de degradação, não excluindo a educação ambiental.

Em 23 de janeiro de 1986 foi criada a Resolução CONAMA 001 que dispõe sobre EIA/RIMA – Estudo e Relatório de Impacto Ambiental. O artigo 1º define o impacto ambiental - qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou

indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

O Sistema IDRISI for Windows

O sistema SIG-IDRISI vem sendo usado em cerca de 120 países, numa ampla gama de aplicações em órgãos públicos, instituições de ensino e até em empresas privadas. Este sistema é um dos líderes na manipulação da arquitetura raster, abrangendo um vasto espectro de necessidades em geoprocessamento tornando-se, por este motivo, uma ferramenta de aplicações em diversas áreas, desde meio ambiente e recursos naturais até análises de mercado (INFOGEO, 1999).

Através da aritmética é possível simular, construir e mensurar grande parte de problemas da ciência seja pela própria formulação, bem como na resolução dos mesmos. O *software* IDRISI permite a manipulação de uma vasta quantidade de operações realizadas com algarismos, matrizes e modelos matemáticos. Portanto, será possível obter soluções otimizadas nas situações contemporâneas e futuras.

De acordo com LORENTZ et al. (1996) o procedimento de implantação de um SIG pode ser dividido em 5 partes básicas: coleta de informações, digitalização, edição, geração de imagens e análises espaciais, podendo então o IDRISI ser denominado um Sistema Digital de Informações Geográficas – SDIG, pois não consta como parte de sua estrutura a coleta de informações.

LIMA et al. (1998), utilizando SIG-IDRISI, estudou os efeitos das atividades antrópicas na bacia do rio Una em Guarapari-ES, identificando seus efeitos sobre a dinâmica da paisagem, de maneira a determinar o comprometimento da qualidade ambiental, em termos da porcentagem de habitat natural efetivamente inutilizado para fins de conservação. Foram comparados dados de uso do solo das décadas de 70 e 90, mostrando as mudanças ocorridas na bacia neste período.

TEIXEIRA et al. (1999), afirmam que o uso do SIG trouxe grandes benefícios para a fiscalização e o controle do desmatamento da Amazônia realizados pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Tempo, recursos financeiros e trabalho de campo estão sendo racionalizados através do fornecimento, aos fiscais, de todas as

informações posicionais e quantitativas das agressões ambientais por desmatamento, conforme descritos pelos autores.

MATERIAL E MÉTODOS

Parte das informações básicas utilizadas para a execução deste trabalho foi obtida a partir de aquisição de cartas topográficas. Estas informações, que forneceram suporte para as análises no SIG foram cedidas pelas seguintes instituições ou órgãos: Instituto Estadual de Floresta – IEF nas unidades Uberaba/MG e Uberlândia/MG, Prefeituras dos Municípios que compõem a bacia, EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais e LABGEO – Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Uberaba.

Os mapas utilizados foram: cartas topográficas do IBGE dos municípios de Uberaba, Veríssimo, Guaraci e Campo Florido na escala 1:100.000 com dados fotogramétricos de 1964 e publicados em 1972, Imagens do satélite LandSat 7, bandas 3, 4 e 5, que compreendem respectivamente os canais espectrais nos comprimentos de onda do vermelho, infravermelho próximo e infravermelho médio, cedida pelo IEF, onde recebeu tratamento, datam de 05 de outubro de 1998. A composição destas três bandas nos respectivos canais evidenciam a biomassa vegetal, permitindo o estudo do uso e ocupação do solo.

Para melhor manipular as informações digitais referentes a área da bacia, foram considerados como Planos de Informação (PI): as curvas em nível; o limite da bacia; a hidrografia e a cobertura vegetal de 1964, foram digitalizadas através de uma mesa digitalizadora – Digigraf Van Gogh, tamanho A-1, pelo *software* Cartalinx.

Em etapa posterior, os planos de informações gerados pela digitalização, em formato vetorial, foram importados para o *software* Idrisi, inicialmente na versão for Windows 1.01.002 (Clark University, 1995) e posteriormente na versão 32 lançada em 2001, onde foram convertidos para o formato matricial permitindo, assim, a geração de outros PIs. A imagem LandSat foi convertida do formato GRB do *software* Spring para TIFF do Idrisi 32 e para realizar acabamento e retoques nos PIs gerados foi usado o *software* Arc View. As imagens de uso e ocupação do solo foram geradas com pixel de 10 x 10 metros.

A separação da área da bacia nas cartas de uso do solo foi realizada com a construção de uma “máscara” com o *layer* de contorno. Este contorno (divisor hidrográfico) foi traçado baseado nas informações altimétricas da carta topográfica do IBGE, (1972). Estes PIs foram

obtidos mediante operações aritméticas de multiplicação das imagens (módulo Overlay) de hidrografia, contorno e cobertura vegetal.

Utilizando as ferramentas do SIG-IDRISI foi possível relacionar as informações de uso do solo com a legislação vigente. Como o enfoque desta pesquisa é a identificação dos problemas atuais da bacia, optou-se por correlacionar os dados apenas do Plano de informação mais atualizado, o qual refere-se à cobertura vegetal da década de 90.

De posse do PI de hidrografia foi necessário separar as informações em cinco subplanos distintos, para melhor atender ao que expõe a legislação vigente. As informações foram separadas da seguinte forma: os afluentes (córregos, ribeirões e rios); o rio Uberaba; área alagada da foz; lagoas e represas e os pontos de nascente. Em seguida foi usado o operador de distância *Distance* para cálculo das respectivas distâncias a partir das informações separadas. Este procedimento foi escolhido em função da própria legislação, considerando as determinações do Art. 2 da Lei 7.803, de 18 de junho de 1989 (Figura 3.3.1).

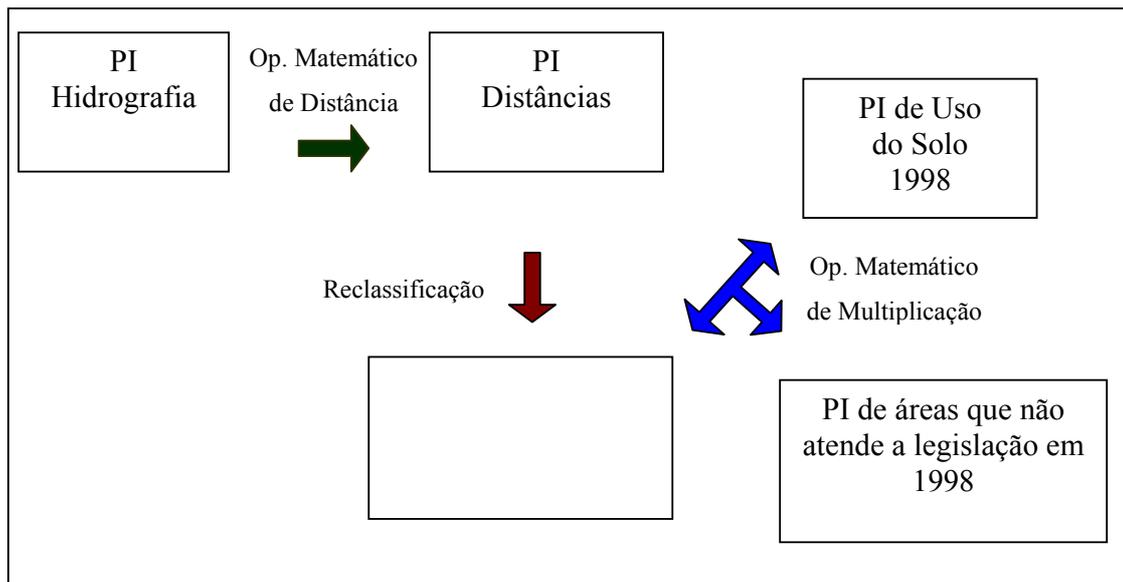


Figura 3.3.1 – Metodologia utilizada para obtenção das áreas que não atendem à legislação.

Após ter calculado o PI de distância, utilizou-se o operador de contexto *Reclass* para fazer a reclassificação, conforme a legislação já citada anteriormente e, em seguida, utilizando o operador matemático de multiplicação *Overlay*, uniram-se todos os PIs originando o PI das áreas a serem preservadas. Ainda, com o operador matemático de multiplicação *Overlay*, elaborou-se o PI de áreas que não atendem a legislação conforme o Código Florestal de acordo

com o uso do solo de 1998. Este plano apresenta todas as áreas que, primordialmente, devem ser recuperadas. Os cálculos das áreas foram executados com o módulo *Area*.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Estudos de reconstituição de vegetação primitiva, realizados por CARVALHO (2001), indicam que Minas Gerais possuía, originalmente, 45% de seu território coberto por florestas, outro tanto por cerrados e 10% por campos e caatingas.

Com o crescimento das atividades econômicas regionais, principalmente a atividade agropecuária, a vegetação nativa foi substituída pela pastagem, sendo muito comum nesta região a criação do gado Zebu e a agricultura de ciclo curto, intensificada nos últimos 30 anos. Já na década de 60, da área total da bacia, apenas 41% correspondiam à vegetação nativa, sendo que 11,3% da área eram utilizadas para a agricultura, 46,8% para pastagens e menos 1,0% das Terras eram urbanizadas (Tabela 3.3.1).

A importância do setor florestal para a economia de Minas e o impacto ambiental do uso de recursos florestais, especialmente o consumo de carvão vegetal, levaram o Estado a criar em 1962 o IEF – Instituto Estadual de Florestas, em substituição ao Serviço Florestal do Estado, então existente na estrutura da Secretaria da Agricultura e, atualmente, vinculado à recém-criada Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (CARVALHO, 2001).

No decorrer de 34 anos – 1964/98 - a paisagem sofreu grandes mudanças. Na década de 90, a vegetação nativa foi substituída, em sua maioria, pelas pastagens e no restante da área onde predominava a pastagem há três décadas, a agricultura avançou ocupando mais espaço.

As áreas agrícolas, compostas predominantemente das culturas de cana-de-açúcar, sorgo, milho e soja representaram 19,6% da área da bacia (Tabela 3.3.1). Houve um aumento significativo das áreas urbanas, principalmente na malha da cidade de Uberaba. A população cresceu muito neste período – de 125 mil habitantes em 1970 para 240 mil habitantes em 1996, segundo dados do IBGE.

Tabela 3.3.1 - Distribuição do uso e ocupação do solo nas décadas de 60 e 90

TIPO DE USO	DÉCADA DE 60	DÉCADA DE 90
-------------	--------------	--------------

DO SOLO	Área (ha)	% do Total	Área (ha)	% do Total
1- Vegetação Nativa	97.365,2	40,7	46.715,5	19,7
2 - Área Agrícola	26.960,9	11,3	46.661,4	19,6
4 - Pastagens	111.350,0	46,8	139.156,4	58,5
5 – Área Urbana	1.945,2	0,8	3.250,0	1,4
6- Lagoas, Represas	115,0	0,1	1.951,31	0,8

A vegetação nativa que deveria ser superior a 20% nas propriedades, conforme o Código Florestal de 1965, ocupa apenas 19,7 % de toda a bacia, demonstrando a seriedade dos impactos que estão ocorrendo, principalmente sobre os recursos hídricos (Tabela 3.3.1). Este fato é confirmado pelo depoimento de moradores ribeirinhos que vêm testemunhando a redução do volume das águas superficiais do rio Uberaba, a cada dia.

A Tabela 3.3.2 apresenta os resultados obtidos através do PI das áreas que não atendem a legislação (Código Florestal). É possível perceber que o problema maior está relacionado com a ocupação das pastagens, intensificado por ser a de maior proporção na bacia, ocupando indevidamente 34,8km². A agricultura ocupa 8,2km² e a malha urbana, conjuntamente com as lagoas 3,2km².

Tabela 3.3.2 – Classes de uso e ocupação do solo nas áreas de preservação permanente.

TIPOS DE USO	% em relação à área da Bacia	Área em km²
Pastagens	58,5	1.391,6
Pastagens substituindo área de preservação permanente	1,48	34,8
Área agrícola	19,6	466,6
Área agrícola substituindo área de preservação permanente	0,35	8,2
Vegetação nativa	19,7	467,2
Área de preservação permanente preservada	1,5	34,7
Malha urbana	1,4	32,5
Malha urbana substituindo área de preservação permanente	0,1	1,2

Lagoas e represas	0,02	0,8
Lagoas e represas substituindo área de preservação permanente	0,04	1,0

Também deve ser destacada a contribuição por parte dos agricultores para o agravamento do problema, mediante a expansão desordenada da fronteira agrícola, principalmente da pecuária extensiva nestas regiões (cerrado).

Embora a finalidade declarada pelos proprietários rurais ao requerer o desmatamento não seja totalmente confirmada na prática, pela desistência ou abandono de ações de cultivo, o carvoejamento funciona nesse sistema como mecanismo de financiamento da expansão da fronteira agrícola à medida em que a exploração de lenha e a produção de carvão vegetal financiam as operações de desmatamento e preparo do solo para implantação de pastagens, revelando estreita conexão entre as atividades agropecuárias, o aproveitamento dos recursos florestais e a redução da cobertura vegetal nativa (CARVALHO, 2001).

As áreas que estão tendo uso indevido correspondem proporcionalmente a 45,2km² e são destinadas à preservação permanente pelo Código Florestal. São áreas às margens dos corpos d'água, destinados à sua proteção – matas ciliares, portanto, obrigatoriamente devem ser recuperadas. As áreas de preservação permanente conservadas somam 34,7km², valor inferior ao das áreas impactadas pelas atividades antrópicas (Tabela 3.3.2).

CONCLUSÕES

Com a perda crescente da vegetação nativa, principalmente das matas ciliares, os corpos d'água ficam sem proteção eficaz para atuar no amortecimento do impacto da erosão em áreas mais altas, quando nelas se desenvolvem a pastagem e a agricultura, influenciando de forma negativa na qualidade e quantidade das águas superficiais.

O atual modelo de uso e ocupação do solo na bacia do rio Uberaba tem causado grandes impactos sobre a vegetação nativa que repercutem sobre a conservação de todos os recursos naturais sempre relacionados ao equilíbrio ecológico.

Ações de educação ambiental e conscientização ecológica para com os proprietários rurais deverão ser implantadas com o objetivo de recompor a cobertura vegetal que não atende as leis ambientais, sendo extensivas a outras áreas necessárias ao manejo sustentável do solo.

De acordo com os resultados pode-se observar ainda que os impactos antrópicos avançam continuamente sobre os recursos florestais, mesmo depois da criação de leis mais rigorosas, demonstrando que essas leis são ineficazes quando o sistema de fiscalização do poder público não é tão rigoroso. Será preciso pensar em uma modernização rápida deste setor ou os recursos florestais serão lembrados apenas nos fatos históricos.

3.4 – AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA BACIA DO RIO UBERABA-MG

Resumo: Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a qualidade ambiental na bacia do rio Uberaba, no município homônimo. Foram identificadas as atividades de impacto ambiental através do método - Matriz de Interação de Leopold, adaptado às condições desta bacia apresentando soluções que minimizam, potencializam e corrigem estes impactos correlacionados aos fatores dos meios físico, biótico e antrópico. A base de dados e a análise das informações sobre o manejo da bacia foram desenvolvidas pelo Sistema de Informação Geográfica - Software Idrisi. Esta bacia encontra-se com baixa qualidade ambiental, necessitando de urgente atenção da sociedade.

Palavras-Chave: Avaliação de Impactos Ambientais e Bacia hidrográfica.

Abstract: This study was developed with the objective of evaluating the environmental quality in Uberaba river basin, on the homonymous township. Activities of environmental impact were identified through the method - Interaction Matrix of Leopold, adapted to the conditions of this basin that presents solutions that minimize, potential and correct these impacts correlated to the means factors of physical, biotic and anthropological environment. The data base and the analysis of the information on the basin were developed by the Geographic Information System - Idrisi. This basin has a low environmental quality, needing urgent attention of the society.

Key Words: hydrographic basin; impacts environmental e GIS

INTRODUÇÃO

Desde o surgimento do homem na Terra os tipos de impacto ambiental têm se diversificado e sua frequência aumentado em grande proporção. O primeiro tipo, causado pelo homem, provavelmente derivou-se do domínio do fogo, que até os dias de hoje é utilizado para devastar áreas florestais. À medida que a espécie humana foi desenvolvendo novas tecnologias

e ampliando seu domínio sobre os elementos e a natureza, os impactos ambientais foram se ampliando em intensidade e extensão (BRANCO, 2001).

Nas questões contemporâneas é importante lembrar que nos anos 60 e 70 predominavam conceitos tecnicistas, cuja visão antropocêntrica ajustava-se à necessidade de crescimento econômico forçado, no qual o homem impunha-se total e amplamente sobre os recursos naturais. Vale ainda ressaltar o fato de que a degradação ambiental, advinda das intervenções desordenadas e destrutivas em escala mundial, provocou mudanças de conceitos e postura, e até a descoberta de que o homem participa como um componente importante, mas não como um ser único e exclusivo sobre o qual tudo deve se vergar.

Sob conceitos amplos, as definições de meio ambiente e de impacto ambiental, concebidos pela UNESCO, ambas adotadas pela Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM em Minas Gerais, propõe uma reflexão sobre estes termos. O Meio Ambiente: “tudo que rodeia o homem, quer como indivíduo, quer como grupo, tanto o natural como o construído, englobando o ecológico, o urbano, o rural, o social e mesmo o psicológico”. E o Impacto Ambiental: “qualquer alteração significativa no meio ambiente, em um ou mais dos seus componentes, provocada pela ação do homem”.

Para BRANCO (2001) a palavra *impacto*, em português, tem significado de “choque”, “colisão”. Impacto ambiental é, pois, uma espécie de “trauma ecológico” que se segue ao choque causado por uma ação ou obra humana em desarmonia com as características e o equilíbrio do meio ambiente. Os impactos ambientais também podem ser causados acidentalmente, por fenômenos naturais, fazendo parte do equilíbrio ecológico do planeta.

Para realizar a identificação e a caracterização dos impactos ambientais em uma bacia é necessário trabalhar com um conjunto de informações, que geram análises espaciais e temporais, para melhor entender os processos e fenômenos de ocorrência dos impactos. O Sistema de Informação Geográfica – SIG é uma importante ferramenta tecnológica, constituída de uma série de programas e processos de análises, cuja característica principal é focalizar o relacionamento de determinado fenômeno da realidade com sua localização espacial (TEIXEIRA et al., 1992). Outra característica implícita neste tipo de sistema é o seu potencial relativo à padronização e associação de dados originados das mais variadas fontes, o que se faz necessário na análise multidisciplinar e sistêmica dos impactos ambientais.

Os SIGs baseiam-se na coleta, armazenamento, recuperação, análise e tratamento de dados espaciais, não espaciais e temporais, auxiliando as tomadas de decisões e dando suporte às atividades de gerenciamento, manutenção, operação, análise e planejamento (TEIXEIRA et al., 1992).

No levantamento dos impactos em uma bacia a qualidade da água é um fator primordial a ser considerado. NETO et al. (1993) afirmam que os rios são alimentados pelas águas incidentes em suas bacias hidrográficas, que escoam e que percolam por solos e rochas. A maior parte do material em suspensão, em um rio, é proveniente de sua bacia de drenagem (RIOS, 1993). Assim, as águas dos rios refletem todas as características das bacias de drenagem, como litologia, geomorfologia, clima, solo e ação antrópica.

A percepção de que os ecossistemas terrestres sofrem alterações de diferentes tipos em função dos usos do solo e das atividades antrópicas nele desenvolvidas fez com que a bacia hidrográfica passasse a ser utilizada como unidade de estudo. Qualquer tipo de uso de solo na bacia interfere no ciclo hidrológico, não importando o grau em que é utilizado. (ESPÍNDOLA et al., 2000). Como o transporte de sedimentos é controlado por fatores como a quantidade e distribuição de precipitações, estrutura geológica, condições topográficas e cobertura vegetal, a atividade humana aumenta ou diminui a quantidade de água escoada superficialmente, influenciando o regime fluvial e o transporte de sedimentos (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Levando em consideração o uso e ocupação do solo em uma bacia de drenagem, ODUM (1988) afirma que as mudanças de coberturas vegetais das margens de um curso d'água produzem um encadeamento de fenômenos que mudam completamente o *habitat*. O nível de água está sujeito a amplas flutuações devido ao uso intensivo de práticas agrícolas, sem planejamento adequado de conservação do solo, provocando o assoreamento do leito dos cursos d'água.

A elaboração de um estudo de impacto ambiental compreende um conjunto de atividades, pesquisas e tarefas técnicas realizadas com a finalidade de dar conhecimento as principais conseqüências ambientais de um projeto, de modo a atender aos regulamentos de proteção do meio ambiente e, efetivamente, auxiliar a decisão sobre a implantação de novos projetos. O diagnóstico ambiental da área faz parte das atividades de estudo (MAIA, 1992).

Esta pesquisa integra-se a um estudo de diagnóstico da qualidade ambiental da bacia do rio Uberaba no município de Uberaba-MG, e tem como objetivo identificar e caracterizar as

atividades impactantes na bacia, apresentando medidas minimizadoras, potencializadoras e corretivas dos impactos.

MATERIAL E MÉTODOS

Avaliação dos Impactos

Com base na caracterização ambiental da área de estudo procurou-se avaliar os impactos ambientais das principais atividades antrópicas da bacia, os efeitos dos empreendimentos sobre os diferentes fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico, que possam influenciar a qualidade da água. Esta avaliação dos impactos baseou-se na identificação, caracterização quantitativa e na definição das medidas mitigadoras ou potencializadoras dos impactos negativos e positivos, respectivamente.

Para a identificação e caracterização dos impactos foi utilizado o Método da Matriz de Interação. Trata-se de uma Matriz de Leopold, adaptada de SILVA (1994), onde as linhas correspondem às atividades impactantes relativas às etapas de implantação, manutenção, exploração e as colunas referem-se aos fatores ambientais relevantes.

A identificação dos impactos pelo método da matriz de interação é possível quando, a critério do autor, se estabelece uma relação de impacto prevista entre a ação prevista (linha) e o fator ambiental considerado (coluna), a partir de sua caracterização quantitativa, com base nos seguintes critérios:

- valor: impacto positivo ou negativo;
- ordem : impacto direto ou indireto;
- espaço: local, regional ou estratégico;
- tempo: curto prazo (fase de implantação), médio prazo (etapa de manutenção) e longo prazo (etapa de exploração);
- dinâmica: impacto temporário, cíclico ou permanente;
- plástica: impacto reversível.

O Sistema de Informação Geográfica

As informações básicas foram obtidas a partir dos mapas topográficos do IBGE dos municípios de Uberaba, Veríssimo, Guaraci e Campo Florido na escala 1:100.000 com dados fotométricos de 1964, publicados em 1972, mapa de uso e ocupação do solo de 1998 em formato digital cedida pelo Instituto Estadual de Florestas - IEF, originada de imagem de satélite.

Foram trabalhadas em formato digital os seguintes mapas ou Planos de Informações (PIs): as curvas em nível; o limite da bacia; a pedologia, a hidrografia e a cobertura vegetal de 1964, digitalizadas por intermédio de uma mesa digitalizadora, tamanho A-1, S.Summagrid IV ligada usando, primeiramente, o *software* Tosca for Dos, Versão 2.12 e depois o Cartalinx . Em seguida, esses dados, em formato vetorial, foram transportados para o *software* Idrisi, na versão for Windows 1.01.002 e posteriormente, na versão 32 lançada em 2001, já em formato matricial, gerando outros planos e tabelas. Para realizar acabamento e retoques nos PIs, utilizou-se o *software* Arc View.

Os PIs foram gerados com *pixel* de 10 x 10 metros, a mesma resolução da imagem do satélite LandSat, para facilitar os trabalhos de sobreposição e comparação dos dados temporais. A separação da área da bacia dentro do contexto dos PIs de uso do solo foi realizada com a construção de uma “máscara” com o *layer* de contorno da bacia. Este contorno, um divisor hidrográfico, foi traçado a partir de informações altimétricas do mapa do IBGE, (1972).

Os resultados foram obtidos através de uma série de operações. A multiplicação dos PIs de hidrografia, contorno da bacia e cobertura vegetal, em dois períodos, resultou nos mapas de uso e ocupação do solo de 1964/98 (módulo *Overlay*). Foi necessário realizar uma reclassificação dos dados de cobertura vegetal obtidos na imagem de satélite, criando classes de uso do solo que pudessem ser relacionadas com o uso da década de 60.

Através dos módulos do Idrisi - *Distance*, *Reclass*, *Overlay* e *Area* - relacionaram-se as informações de uso do solo de 1998 com a legislação vigente (Código Florestal) resultando o PI com as áreas que não atendem a legislação. Este plano apresenta todas as regiões que, primordialmente, devem ser recuperadas.

Com as curvas em nível obteve-se o mapa topográfico, base para gerar a imagem com valores interpolados através do módulo *Tin*, resultando no Modelo de Elevação Digital do Terreno (MDT). Esta imagem foi operacionalizada com o módulo “Superfície”, que calculou

as declividades da bacia e em seguida, com o módulo *Reclass*, classificaram-se as classes de declividade.

O PI com as áreas potenciais de risco à erosão foi construído com o módulo *Overlay*, cruzando as informações sobre os tipos de solos sujeitos à erosão (arenoso Podzóis ou Podzolizados) (Galeti, 1987), as áreas com declividades superiores a 20% e as áreas relativas ao uso e ocupação do solo (pastagens e áreas agrícolas que substituíram a vegetação nativa). No final desta etapa, obteve como resultado a seleção das porções de cobertura de solo com grande vulnerabilidade aos processos erosivos, onde as técnicas de recuperação, preservação da vegetação permanente e práticas conservacionistas devem ser implantadas.

As Análises de Água

As estações de coleta foram estabelecidas após a primeira expedição ao longo do rio. Fizeram parte do critério de escolha o tipo de uso e ocupação de solo nas margens e na bacia, a facilidade de acesso para veículos e equipamentos e pontos críticos de poluição. As amostragens de água ocorreram na estação seca (Ago/2001), em estação intermediária seca-chuvosa (Out/2001) e a terceira, na estação chuvosa (Jan/2002).

Foram escolhidas 10 estações de amostragem, sendo as variáveis analisadas apresentadas na Tabela 3.4.1 a seguir:

Tabela 3.4.1 – Variáveis Analisadas

FÍSICOS	QUÍMICOS
Turbidez	pH
Cor	Condutividade
Odor	Fósforo Dissolvido
Temperatura	Nitrito
Sólidos em suspensão	Nitrato
BIOLÓGICOS	DBO
Coliformes Totais	DQO
Coliformes Fecais	OD
HIDROLÓGICOS	Cloretos
Vazão	Sulfatos
Velocidade de Escoamento.	Óleos e Graxas
Precipitação	Metais

Os padrões de qualidade da água foram desenvolvidos mediante a legislação vigente, a Resolução CONAMA 20/86. De acordo com FEAM/IGAM (2001) o rio Uberaba está enquadrado na classe 2 desta resolução, o que será verificado com os resultados deste estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resultados do SIG

A Tabela 3.4.2 dispõe sobre a classificação das áreas de uso e ocupação do solo nas décadas de 60 e 90 na bacia do rio Uberaba. O uso do solo para pastagens destaca-se, nas duas décadas, ocupando 46,8% da bacia em 1964 e 58,5% em 1998, crescendo 11,7% no período. Os impactos decorrentes dessa ocupação estão relacionados com as perdas na cobertura vegetal nativa das áreas de risco à erosão e naquelas destinadas à preservação permanente. Outro fator é que, culturalmente, não se realiza a manutenção das pastagens, ficando o solo cada vez mais compactado, interferindo no processo de infiltração das águas fluviais.

A vegetação nativa sofreu uma diminuição de 21,5 % no período, estando atualmente em desacordo com as leis ambientais, que determinam a predominância de 20% da cobertura vegetal nas propriedades rurais (Tabela 3.4.2).

Vários outros impactos ambientais surgem pela ausência da cobertura vegetal. Toda a dinâmica do ciclo de água, em uma bacia hidrográfica, sofre influência do tipo de vegetação disponível. Além destes fatores, muitos outros prejuízos podem ser contabilizados, como por exemplo, a extinção de animais na região.

Tabela 3.4.2 - Distribuição do uso e ocupação do solo nas décadas de 60 e 90

TIPO DE USO DO SOLO	DÉCADA DE 60		DÉCADA DE 90	
	Área (ha)	% do Total	Área (ha)	% do Total
1- Vegetação Nativa	97.365,2	40,7	46.715,5	19,7
2 - Área Agrícola	26.960,9	11,3	46.661,4	19,6
4 – Pastagens	111.350,0	46,8	139.156,4	58,5
5 – Área Urbana	1.945,2	0,8	3.250,0	1,4
6- Lagoas, Represas	115,0	0,1	1.951,31	0,8

As áreas agrícolas, compostas predominantemente pelas culturas de café, milho e arroz, representaram 11,3% da área da bacia na década de 60, enquanto que, até a década de 90, foram introduzidas novas culturas como a cana-de-açúcar e o sorgo, ocupando 19,6% (Tabela 3.4.2). Para este tipo de uso, os impactos ambientais estão associados a perdas de solo por processos erosivos intensificados com a mecanização e também com ocupação das áreas de preservação permanente.

Ainda ocorreu um aumento significativo das áreas urbanas, principalmente na malha da cidade de Uberaba, com um aumento populacional de 125 mil habitantes em 1970 para 240 mil habitantes em 1996, segundo dados do IBGE (1996).

O aumento das áreas de lagoas e represas está associado a criação da Usina Hidrelétrica de Porto Colômbia, no município de Planura-MG, que inundou as margens do rio Uberaba, próximo à foz, na década de 70 e também com a criação de algumas represas artificiais.

Os impactos apontados, com os dados de 1964, têm origem em fatores culturais associados ao processo de estabelecimento das atividades econômicas na região. Através do levantamento de dados históricos, verificou-se que, desde o final do século XVIII, a força produtiva era a criação de gado, onde as fazendas exerciam expressiva liderança sócio-econômica. Ainda nesta época, instalou-se as ferrovias e posteriormente as rodovias, ligando cidades e vilas, iniciando o processo de industrialização (FONTOURA et al., 2001). Paralelamente, a produção de cal, realizada por várias indústrias que abrangiam a área da bacia do rio Uberaba, culminou com a destruição da cobertura vegetal, desmatando grandes áreas para manutenção desta atividade, que utilizava a lenha como recurso energético.

O declínio da atividade mineradora deu espaço à introdução da cafeicultura e posteriormente, o surgimento da atividade siderúrgica veio pressionar o recurso vegetal nativo para a obtenção de carvão, utilizado como termorreductor, prevalecendo esta política até a década de 80 (CARVALHO, 2001).

A industrialização acelerou-se a partir de 1970, marco da criação dos Distritos Industriais em Uberaba e outras pequenas indústrias nos outros municípios da bacia. Nas décadas de 80 e 90, acentua-se o êxodo rural, com a mecanização do campo e o conseqüente aumento da população urbana. Houve aumento da produtividade agrícola, com grandes investimentos e modernização do setor (FONTOURA et al., 2001).

A Tabela 3.4.3 apresenta os resultados obtidos através do mapa das áreas que não atendem ao Código Florestal. O maior problema está relacionado às áreas usadas para as pastagens, que ocupam indevidamente 34,8km². As áreas agrícolas ocupam 8,2km² e a malha urbana e as lagoas 2,2km².

Tabela 3.4.3 – Áreas de preservação permanente com uso indevido.

Uso Indevido de Áreas por	% em relação à área da Bacia	Área em km²
Pastagens	1,5	34,8
Área Agrícola	0,4	8,2
Malha Urbana	0,1	1,2
Lagoas e Represas	0,05	1,0
Total	2.0	45.2
Área de Preservação Permanente	% em relação à área da Bacia	Área em km²
Preservada	1,47	34,7

Proporcionalmente, as áreas destinadas à preservação permanente, de acordo com o Código Florestal, foram utilizadas indevidamente, correspondendo a 45,2 km². Estas áreas têm como função principal a proteção dos recursos hídricos. Portanto, devem ser recuperadas. As áreas de preservação permanente conservadas somam 34,7 km², valor inferior ao das áreas impactadas pelas atividades antrópicas (Tabela 3.4.3).

A qualidade da Água

O rio Uberaba, como afluente do rio Grande faz parte do Projeto Águas de Minas - Monitoramento das Águas Superficiais do Estados de Minas Gerais – Bacia do Rio Grande. Este projeto é desenvolvido pela FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente e IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas, com o objetivo de monitorar a qualidade das águas superficiais do Estado, definindo posteriormente o enquadramento do rio. Os autores do projeto publicam documentos que atestam a qualidade da água analisada em dois pontos, BG057 (nos anos de 1998 e 2000) e BG058 (no ano de 2000), cujo enquadramento foi o da Classe 2, com exceção de algumas variáveis.

Os resultados das variáveis analisadas nesta pesquisa estão em concordância com os resultados das variáveis divulgados pelos órgãos FEAM/IGAM e uma interpretação destes dados pode ser observada na Figura 3.4.1.

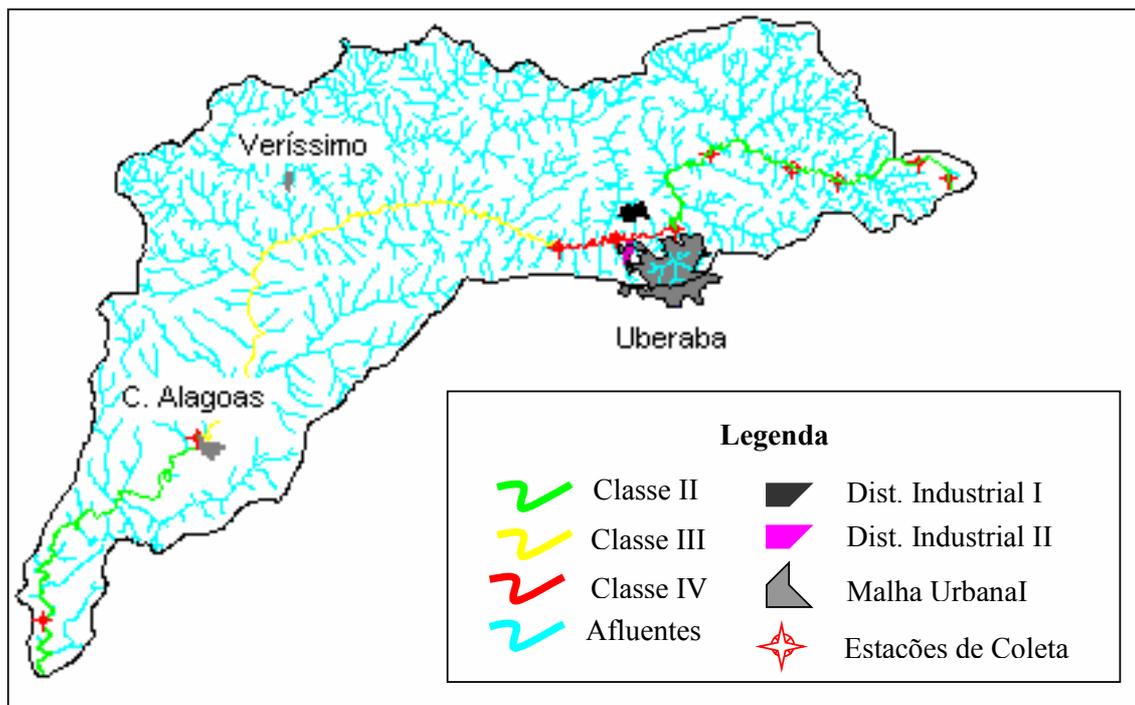


Figura 3.4.1 – Bacia do rio Uberaba com classes de qualidade de água dividida em trechos

Assim, conforme a metodologia, as análises dos resultados de qualidade de água foram realizadas por trechos, de acordo com os tipos de uso e ocupação do solo na bacia. No primeiro trecho - da nascente até o ponto de captação de água do CODAU – Centro Operacional de Desenvolvimento e Saneamento de Uberaba, a qualidade da água está de conformidade com o enquadramento oficial (FEAM/IGAM) atendendo à Classe 2 (CONAMA 20/86), com exceção das seguintes variáveis: coliforme total e fecal, alumínio, cobre, fosfato total, manganês e turbidez.

Constatou-se que para o segundo trecho – do ponto de captação de água do CODAU até o fim da área de influência da cidade de Uberaba - todas as variáveis estão fora do padrão da Classe 2, atendendo ao padrão da Classe 4, conforme CONAMA 20/86. Esta parte do rio Uberaba é a mais poluída em função dos lançamentos de esgotos domésticos e industriais da

cidade de Uberaba. Já está previsto, segundo projeto do CODAU, a instalação de uma estação de tratamento de esgoto, que colaborará com a despoluição e adequação do trecho conforme a legislação ambiental.

Situado entre as cidades de Uberaba e Conceição das Alagoas-MG, o terceiro trecho – fim da área de influência da cidade de Uberaba até a ponte na cidade de Conceição das Alagoas – está enquadrado na Classe 3 (Resolução CONAMA 20/86). O rio Uberaba apresenta no seu leito o afloramento do basalto, formando pequenas quedas com escoamento turbulento, contribuindo para o processo de autodepuração, recuperando um pouco a qualidade da água. O principal afluente deste trecho é o rio Veríssimo, contaminado com os esgotos domésticos e industriais da cidade homônima.

O quarto trecho - da ponte na cidade de Conceição das Alagoas até a foz - está enquadrado novamente na Classe 2, porém com as seguintes variáveis acima do limite estabelecido para a classe: alumínio, cobre, ferro solúvel, coliformes totais e fecais, fosfato total, manganês, níquel e turbidez.

Caracterização dos Impactos Ambientais

Para melhor entender a identificação qualitativa dos impactos ambientais das atividades diversas na bacia do rio Uberaba, os dados foram organizados em tabelas, especificando os fatores ambientais relevantes do meio físico, biótico e antrópico e ainda a descrição das medidas ambientais decorrentes dos impactos produzidos. A Tabela 3.4.4 apresenta as características dos impactos a serem analisados em todos os fatores ambientais.

Tabela 3.4.4 – Características dos Impactos ambientais

CARACTERÍSTICAS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS:					
Valor:	Ordem:	Espaço:	Tempo:	Dinâmica:	Plástico:
negativo (N)	direta(D)	local (L)	curto prazo(C)	temporária (T)	reversível (V)
positivo (P)	indireta (I)	regional (R)	médio (M)	cíclica (Y)	irreversível (S)
		estratégico (E)	longo(G)	contínua (A)	

As Tabelas 3.4.5, 3.4.6 e 3.4.7 expõe os resultados das matrizes de interação, adaptadas da Matriz de Leopold e da identificação qualitativa dos impactos ambientais

resultantes das várias atividades de ocorrência na bacia do rio Uberaba, considerando os fatores ambientais relevantes ao meio físico, biótico e antrópico.

A maioria dos impactos ambientais registrados, resultantes das atividades desenvolvidas na bacia, é de valor negativo, de ordem direta, regional, de longo prazo, contínuo e irreversível.

Tabela 3.4.5 – Matriz de identificação qualitativa das atividades impactantes no meio físico

Atividade Impactantes	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES DO MEIO FÍSICO									
	Recurso Vegetal		Recurso Hídrico					Recurso Edáfico		
	Diversidade	A Preservadas	Assoreamento	Qual. Física	Qual. Química	Qual. Biológica	Vazão	Compactação	Erosão	Microrganismo
Construção de Ferrovias e Rodovias	NDR CTS	NDR CTV	NIR GTV	NIR GTV	NIR GTV	NIR GTV	NIR GTV	NIL GSV	NIL GTV	NIL GTV
Produção de Cal	NDR CTS	NDR CTV	NIR GTV							
Pecuária	NDR GTV	NDR GTV	NIR GTV	NDR GTV	NIR GTV	NIR GTV	NIR GTV	NDR GTV	NDR GTV	NDR GTV
Queimadas	NDR GTV	NDR GTV	NIR GTV	NIR GTV	NIR GTV	NIR GTV	NIR GTV		NIR GTV	NDR GTV
Desmatamento	NDR GTV	NDR GTV	NDR GTV	NDR GTV	NDR GTV	NDR GTV	NDR GTV	NIR GTV	NDR GTV	NDR GTV
Uso de biocidas					NDR CYV	NDR CYV				
Preparo do Solo	NDR CTV	NDR CTV	NIR CAS	NIR CAV	NIR CAV	NIR CAV	NIR GAV	NIR GAV	NIR GAV	NIR GAV
Plantio	NDR CTV	NDR CTV	NIR CAS	NIR CAV	NIR CAV	NIR CAV	NIR GAV	NIR GAV	NIR GAV	NIR GAV
Irrigação					NIR MTV		NDR GAS		NIR GAV	
Indústrias	NIL CTV				NDR GAV					

A exemplo do que ocorre em regiões de cerrado, na qual está inserida a bacia do rio Uberaba, foram descobertas as condições físicas ideais para a agricultura e pastagens com correções na constituição química dos solos. A agricultura mecanizada pesada tem destruído a estrutura natural do solo, pois o manejo das máquinas agrícolas compacta-o e cria uma camada impermeabilizante. Conseqüentemente, a infiltração das águas das chuvas diminui, interferindo no abastecimento do lençol freático, interferindo no balanço hídrico. Práticas agrícolas incorretas, tais como a inadequada utilização do arado de disco e plantio sem curvas em nível

provocam a erosão. O desmatamento indiscriminado, principalmente das áreas de preservação permanente, permite a ação intensa dos ventos e das águas superficiais sobre o solo, reduzindo a disponibilidade de material orgânico. A degradação completa-se com o uso indiscriminado de agrotóxicos, que contaminam as águas e outros recursos naturais.

Tabela 3.4.6 – Matriz de identificação qualitativa das atividades impactantes do meio biótico

Atividades Impactantes	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES DO BIÓTICO							
	Flora Terrestre		Fauna Terrestre		Flora Aquática		Fauna Aquática	
	Banco de propágulos do solo	Vegetação	Vertebrados	Insetos	Macrófitas	Perifiton	Peixes	Zoobentos
Construção de Ferrovias e Rodovias	N DL G AS	N DL G AS	N DR G CS	N DR G AS	N IR CT S	N IR CT S	N IR CT S	N IR CT S
Produção de Cal	N DR G AS	N DR G CS	N IR G CS					
Pecuária	N DR G AS	N DR G CS	N IR G CS					
Desmatamento	N DR G AS	N DR G AS	N IR G AS					
Uso de biocidas	N DR G AS	N IR G AS	N IR G AS	N IR G AS	N IR G AS	N IR G AS	N IR G AS	N IR G AS
Queimadas	N DL MT S	N DL MT S	N DL CT V	N DL CT V	N IR CT V	N IR CT V	N IR CT V	N IR CT V
Preparo do Solo	N DR M YS	N DR M YS	N IR G AS	N IR G AS	N IR G YS	N IR G YS	N IR G YS	N IR G YS
Plantio	N DR M YS	N DR M YS	N IR G AS	N IR G AS	N IR G YS	N IR G YS	N IR G YS	N IR G YS
Irrigação	N IL CT S	N IL CT S						
Indústria					N DR G AV	N DR G AV	N DR G AV	N DR G AV

A utilização dos cerrados com atividades antrópicas não é proibida. Porém, não se deve pensar apenas em exploração econômica destas regiões. É necessário lutar para a preservação ambiental deste ecossistema. O mais adequado seria fazer a manutenção da vegetação, principalmente de topos, encostas e matas ciliares. A criação de reservas contribui diretamente na preservação da fauna, da qual muitos animais estão sob risco de extinção, como por exemplo: o lobo-guará, a paca, a cutia amarela, a capivara, o ouriço-cacheiro, o tatu-bola, o veado-catingueiro, o cateto, a jaguatirica, a suçuarana, a ariranha, o tamanduá-bandeira, a preá e o cachoro-do-mato-vinagre.

Outro fator preponderante é a utilização do fogo para realizar limpezas de áreas. O uso contínuo deste recurso age negativamente sobre o solo, diminuindo a matéria orgânica e os microrganismos que colaboram na ciclagem da matéria.

Tabela 3.4.7 – Matriz de identificação qualitativa das atividades impactantes no meio antrópico

Atividades Impactantes	FATORES AMBIENTAIS RELEVANTES DO ANTRÓPICO				
	Estrutura Fundiária	Fixação do Homem na Terra	Empregos	Paisagismo	Desenvolvimento regional
Construção de Ferrovias e Rodovias	NIRCTS	PDRMTS	PDRMTS	NIRGTS	PIRGAS
Produção de Cal	NIRCTS	PDRGTS	PDRGTS	NIRGTS	PIRGAS
Pecuária	PDRGCS	NDRGAS	NDRGAS	NDRGAV	PIRGAS
Desmatamento	PDRGCS	NDRGAS	NDRGAS	NDRGAV	NIRGAS
Uso de biocidas		NIRGAS	NIRGAS	NIRGAS	NIRGAS
Queimadas	NDRGCS	NIRCTV	NIRCTV	NDRCTS	NIRGAS
Preparo do Solo		PDRMTS	PDRCTS	NIRCTS	PDRGAS
Plantio		PDRMTS	PDRCTS	NIRCTS	PDRGAS
Irrigação		PDRGAS	PDRCTS	PDRMAV	PDRGAS
Indústrias		NDRGAS	PDRGCS	NDRGAS	PDRGAS

A Tabela 3.4.8 exhibe as características gerais das medidas ambientais a serem adotadas na bacia do rio Uberaba para a sua recuperação e preservação. Nesta tabela, apresenta-se o tipo de medida – mitigadora ou potencializadora; Natureza – corretiva ou preventiva; Fase de adoção – antes da implantação, na implantação, manutenção e na exploração; Fatores ambientais atingido – físico, biológico e antrópico e Executor da ação – indústria, empresa rural, setor público e pesquisadores.

Tabela 3.4.8 – Características gerais das medidas ambientais e descrição dos impactos ambientais

IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIÇÃO SINTÉTICA	MEDIDA AMBIENTAL															
		Tipo		Natur.		Fase de Adoção				FAA				Executor			
		M	Pt	Pv	Cr	AI	I	Mn	E	Fs	Bi	At	ID	ER	SP	Pq	
Depreciação da qualidade do ar, quanto à emissão de partículas sólidas e de gases resultantes de combustão em maquinarias em diferentes operações.	- aprimorar a qualidade dos combustíveis e as partes mecânicas das máquinas, diminuindo o seu potencial poluidor.		X		X			X	X	X	X		X			X	
	- implantar sistema eficiente de manutenção das máquinas.	X		X				X		X					X		
	aperfeiçoar a qualidade técnica dos operários para a execução racional das tarefas mecanizadas.		X	X					X			X			X		

Aumento do nível de turbidez e assoreamento dos cursos d'água, quando da interferência direta no solo e cobertura vegetal.	- adotar o plantio direto nas áreas agrícolas da bacia, associados a técnicas de conservação do solo.		X	X					X	X	X			X		
	- fazer o zoneamento da bacia para implantação do desenvolvimento sustentável.		X	X					X	X	X	X		X		X
	- recuperar as áreas erodidas e as potencialmente susceptíveis à erosão.	X		X					X	X	X	X		X	X	X
	- recuperar as matas ciliares.		X			X			X	X	X	X		X	X	X
Desregularização da vazão dos cursos d'água, quando da erradicação da cobertura vegetal.	- recuperação das áreas de reserva permanente instituídas no Código Florestal	X			X				X	X	X	X		X	X	X
Desregularização da vazão dos cursos d'água, quando da compactação das áreas de pastagens pelo pisoteio do gado e ausência de reforma das mesmas.	- descompactação do solo nas áreas utilizadas para pastagens por mais de 3 anos.		X		X				X	X	X	X		X	X	
	- promover a reforma das pastagens utilizando técnicas avançadas (alternando plantio consorciados de grãos).		X		X				X	X	X	X		X	X	
Danos aos microrganismos do solo, quando do uso de biocidas.	- introduzir técnicas de controle biológico de pragas.	X		X					X	X	X	X		X		X
	- Incentivar a adoção de agricultura orgânica	X		X					X	X	X	X		X		X
	- Restringir o uso de biocidas na bacia, a partir do manejo integrado de pragas e doenças.		X	X					X	X	X	X			X	
	- realizar o descarte das embalagens dos biocidas dentro dos padrões técnicos e legais.		X		X	X			X	X	X	X		X		
Danos aos microrganismos do solo e ao banco de propágulos vegetais, quando do uso do fogo.	- restringir o uso do fogo na bacia, principalmente na queima de restos culturais.	X			X	X				X	X	X			X	
	- solicitar ao órgão competente o manejo das margens das estradas e rodovias dentro da bacia.	X		X					X	X	X	X			X	
Comprometimento da vida aquática pela diminuição da produtividade de seu ecossistema típico ocorrida pela interferência da ação antrópica	- direcionar esforços para minimizar o carreamento de partículas sólidas e tóxicas para os cursos d'água, dando ênfase especial à conservação dos solos, seu uso racional a partir de projetos concebidos tecnicamente e na diminuição da compactação dos solos.	X			X				X	X	X	X		X	X	X

	- recompor a vegetação ciliar, para que a mesma desempenhe o seu papel de filtro e retenção de partículas sólidas.	X			X				X	X	X	X			X	X	X
Lançamento de esgotos doméstico e industrial	- construir estações de tratamento de esgoto para melhorar a qualidade da água do rio Uberaba	X			X			X	X	X						X	X
Lixo	- estabelecer coleta seletiva de lixo para melhor aproveitamento dos recursos naturais		X		X			X	X	X	X					X	
	- estabelecer coleta de lixo na zona rural.		X		X				X	X	X	X				X	
Disposição de animais mortos na zona rural	- apresentar aos habitantes rurais os riscos de deposição de animais mortos próximo aos corpos d'água ou dentro deles	X			X	X			X		X	X				X	
Danos à biodiversidade	- estabelecer áreas de reserva ambiental além das áreas de preservação permanente.		X	X					X	X	X				X	X	X
	- recuperar áreas para ligação entre duas ou mais reservas instituindo os corredores ecológicos aumentando as áreas produtivas à fauna e flora.		X	X					X	X	X				X	X	X
Impacto visual associado aos processos erosivos conseqüentes da extração de cascalho na bacia	- fiscalização e controle do processo de extração de recursos minerais na bacia (principalmente o cascalho)	X			X			X	X	X	X	X			X	X	
	- Exigir o EIA/RIMA e o plano de recuperação da área no fim do processo.	X		X		X				X	X	XC				X	

OBS: Siglas utilizadas na Tabela

Natur. - Natureza

M – Minimizadora

Pt – Potencializadora

Pv - Preventiva

Cr – Corretiva

Pq – Pesquisadores.

AI – Antes da Implantação

I – Implantação

M – Manutenção

E – Exploração

Fi – Físico

Bi – Biológico

At – Antrópico

ID – Indústria

ER – Empresa Rural

SP – Setor Público

CONCLUSÕES

Há vários fatores que influenciam e se entrelaçam no processo de desequilíbrio e perturbação da bacia do rio Uberaba. Todos estão intimamente ligados à ação do homem que, através das atividades de exploração, transforma negativamente este meio. Os maiores impactos incidem sobre a vegetação nativa, repercutindo diretamente sobre todos os recursos naturais, principalmente os hídricos.

O método de avaliação de impacto – matriz de interação, associado aos resultados obtidos com SIG-Idrisi e levantamentos bibliográficos foram adequados para identificar os impactos ambientais diretos e indiretos na bacia.

Pelas observações feitas no período de desenvolvimento da pesquisa, pode-se perceber o grau avançado de degradação ambiental desta bacia. O primeiro passo empreendido a ser desenvolvido é a formação do comitê de bacia hidrográfica que abrange esta área, pois qualquer ação, seja de educação ambiental, conscientização ecológica ou recuperação de áreas degradadas necessitará de uma forte interação entre todos os setores da sociedade, reunindo esforços para conseguir o manejo sustentável dos recursos naturais.

3.5 - A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO RIO UBERABA-MG

Resumo: Esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de traçar o manejo sustentável dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Uberaba, situada em Minas Gerais, abrangendo os municípios de Uberaba, Veríssimo, Conceição das Alagoas e Planura. Foi realizada uma caracterização ambiental, parte inicial do processo e ainda ponderadas outras ações a serem implementadas tais como: o prognóstico e integração das análises ambientais, políticas e econômicas do plano de gerenciamento. A bacia do rio Uberaba está subordinada ao CBH Afluentes Mineiros do Baixo Rio Grande - GD8 em processo de criação que, posteriormente, depois de criada a Agência de Bacia serão, juntos, os gestores dos impactos ambientais diagnosticados, recuperando e preservando os recursos hídricos regionais.

Palavras-Chave: Avaliação de Impactos Ambientais e Bacia hidrográfica.

Abstract: This research was developed with the objective of tracing the sustainable handling of the hydric resources of the Uberaba hydrographic basin, situated in Minas Gerais, Brazil, enclosing the cities of Uberaba, Veríssimo, Conceição das Alagoas and Planura. An environmental characterization was carried out, and still pondered other actions to be implemented such as: the prognostic and integration of the environmental politics and economics analyses of the management plan. Uberaba basin is subordinated to the CBH tributaries of Rio Grande - GD8, in process of creation, that later, after created the Basin Agency will be, together, the managers of the environmental impacts diagnosis, recouping and preserving the regional hydric resources.

Key Words: hydrographic basin; use of soil e GIS

INTRODUÇÃO

DAFLON (1999), em sua pesquisa sobre o Pioneirismo Verde no Brasil, relata que a preocupação com o meio ambiente é mais antiga no país do que se imaginava. Um século antes

da disseminação do pensamento ecológico os críticos brasileiros já ofereciam propostas de uso racional do território. Esta pesquisa divulga ainda que José Bonifácio previa um colapso da vida nacional pelo mau tratamento do território já em 1823, quando escreveu que: “Nossos montes e encostas vão-se escalvando diariamente, e com o andar do tempo faltarão as chuvas fecundantes que favoreçam a vegetação e alimentam as nossas fontes e rios, sem o que o nosso belo Brasil, em menos de dois séculos, ficará reduzido aos páramos e desertos áridos da Líbia.”

A formação colonial deu pouco valor às florestas nativas brasileiras. A grande lavoura baseou-se na introdução de espécies exóticas dos trópicos orientais, como a cana-de-açúcar e o café. As matas eram vistas, simplesmente, como biomassa a ser queimada. As árvores eram utilizadas como lenha para alimentar engenhos. A própria extração do ouro desviava o curso dos rios.

Nos países industrializados, a questão ambientalista já se fazia presente em meados dos anos 60, incorporada às principais bandeiras de luta dos movimentos político-sociais da época. A preocupação com o meio ambiente entrou na agenda em escala mundial a partir dos anos 70, com o devido reconhecimento de sua gravidade e urgência, alertando para os problemas, tais como os níveis de poluição altamente comprometedores da qualidade de vida em geral e elevado risco de esgotamento de recursos naturais (ALMEIDA, 1998).

Na atualidade, muitos autores divulgaram a existência de enorme pressão sobre os recursos hídricos, tornando essencial a implantação de ações de monitoramento, pesquisa e gerenciamento, possibilitando uma transferência contínua da base científica para a aplicação. A pesquisa científica já demonstrou que os ecossistemas são dinâmicos, alterando-se continuamente sob o impacto das atividades humanas, e é necessário um esforço concentrado de investigações científicas para produzir projetos e desenvolver programas de manejo. Sendo assim, somente o conhecimento aprofundado do ecossistema, suas funções de força e os processos principais produzem as informações acumuladas, necessárias para o manejo.

A multiplicidade de usos da água, com interesses geralmente conflitantes, pode gerar problemas, tanto em termos de quantidade como de qualidade. Estes conflitos acentuam-se, principalmente, com a intensificação da industrialização, urbanização e agricultura (MOTA, 1995). A necessidade de obter água na quantidade e na qualidade desejadas para os diversos usos requer precisão de planejamento e coordenação de sua utilização, pois aumenta em escala geométrica.

É relevante assinalar a bacia hidrográfica adotada como unidade de planejamento, devendo se associar à formação hidrogeológica. Têm-se os limites da bacia como o que define o perímetro da área a ser planejada, ficando assim mais fácil realizar o confronto entre as disponibilidades e as demandas essenciais ao estabelecimento do balanço hídrico (Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH, 2001). Ainda neste documento, um dos princípios básicos na gestão dos recursos hídricos diz respeito à gestão descentralizada e participativa, que constitui um método que enseja aos usuários, à sociedade civil organizada, às Organizações Não Governamentais - ONGs e outros agentes interessados na possibilidade de influenciar no processo de tomada de decisão sobre investimentos e outras formas de intervenção na bacia hidrográfica.

O PNRH (2001) afirma que a Lei nº 9.433/97 apresenta aspectos importantes quanto ao estabelecimento de instrumentos de política no setor, que considera os sérios conflitos existentes entre os usuários competidores e assegura as bases para um desenvolvimento sustentável. A outorga de direito e a cobrança pelo uso da água são exemplos destes instrumentos de política que se constituem como relevantes elementos no controle do uso dos recursos hídricos, contribuindo também com a disciplina desse uso, geridos pelo comitê e agências de águas de cada bacia.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas - CBH é um tipo de organização inteiramente novo na realidade institucional brasileira, contando com a participação dos usuários, do poder público municipal, estadual e eventualmente federal e da sociedade civil organizada, destinados a atuar como “parlamento das águas”, posto que é o fórum de decisão no âmbito de cada bacia hidrográfica. Este colegiado tem funções deliberativas, normativas e consultivas, previstas na Lei 9.433/97.

MATERIAL E MÉTODOS

A fase inicial do processo de planejamento ambiental consiste em definir os objetivos e as metas que servirão de orientação para o plano de gerenciamento da bacia hidrográfica. Os objetivos e metas principais são:

- Diagnosticar a qualidade ambiental da bacia (estudo realizado por esta pesquisa).
- Recuperar as áreas onde a cobertura vegetal não atende aos preceitos da legislação ambiental.

- Preservar as áreas com cobertura vegetal nativa remanescente.
- Recuperar as áreas de risco à erosão ou em processos erosivos que conseqüentemente degradam a qualidade da água.
- Levantamento da disponibilidade hídrica e dos usos da água.
- Realização de um zoneamento ambiental.
- Melhoria na qualidade da água da bacia, o que pressupõe ações como: o tratamento dos esgotos domésticos e industriais dos municípios envolvidos; adoção de técnicas de melhoria do manejo do solo para pastagens e agricultura; controle do uso de biocidas e a educação ambiental;

Neste processo de planejamento ambiental deve conter ainda os objetivos da qualidade ambiental para a utilização dos recursos naturais, procurando aumentar a respectiva produtividade, concomitantemente, diminuindo os impactos e riscos ambientais na bacia hidrográfica. Para tanto, deve-se considerar a viabilidade econômica e social de alternativas de um programa de desenvolvimento, onde se associam todos os municípios em questão, que contemple as alternativas ambientais e de sustentabilidade do ecossistema (PIRES e SANTOS, 1995). A bacia hidrográfica do rio Uberaba tem área de abrangência que envolve quatro municípios no Estado de Minas Gerais, sendo 24% de Uberaba, 50% de Veríssimo, 70% de Conceição das Alagoas e 1% de Planura.

Deve ser considerado no gerenciamento da bacia do rio Uberaba o envolvimento de todos os setores sociais desde a implantação do planejamento. Esta participação é básica para que as normas e diretrizes de uso, de apropriação e de conservação dos recursos ambientais sejam aceitas e obedecidas. Tais ações são de responsabilidade do Comitê de Bacia local.

Para que possa existir processo de negociação na busca do desenvolvimento sustentável da bacia, os habitantes deste território deverão ter conhecimentos suficientes sobre o meio ambiente, sobre as potencialidades e fragilidades e, primordialmente, compreender os mecanismos naturais de regulação de uso do solo (PIRES e SANTOS, 1995). Ainda de conformidade com estes autores, outros procedimentos técnicos referem-se à necessidade de provar a viabilidade do projeto desenvolvimentista, do ponto de vista ambiental, social e econômico, por meio de análises detalhadas do impacto de investimento. Para isso são

recomendadas as técnicas de avaliação de impacto ambiental associadas à utilização de Sistema de Informação Geográfica – SIG.

A etapa de diagnóstico ambiental resume a análise das condições ambientais atuais frente à ocupação humana, sendo composta pelo inventário, levantamento de dados e informações sobre o ambiente físico e biológico, levantamento das áreas ambientais críticas, análises e classificação das informações obtidas. Esta etapa foi proposta nos objetivos desta pesquisa, sendo desenvolvida de modo a servir como subsídios às etapas seguintes do planejamento ambiental da bacia.

As etapas seguintes constam do prognóstico ambiental – apresentação das condições futuras de uso e ocupação, em escala temporal e espacial, de acordo com as tendências do desenvolvimento e demanda de serviços e produtos de forma a obter a sustentabilidade – e integração das análises ambientais, políticas e econômicas do plano de gerenciamento da bacia hidrográfica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a bacia do rio Uberaba, a conscientização e apresentação de conhecimentos para a população sobre as potencialidades e fragilidades já foram iniciados pelos trabalhos de parceria desta pesquisa com a ONG COMSETRAN-URA – Comitê de Segurança no Trânsito de Uberaba, que desenvolveu o projeto “Redescobrimo o Rio Uberaba” em março de 2001, sendo apoiado por vários segmentos da sociedade, com objetivos definidos: percorrer todo o curso do rio, da nascente à foz; registrar através de relatórios, fotos e filmagens todas as variações ambientais detectadas no leito, nas margens, na mata ciliar e região ribeirinha; coletar amostras de água em variados pontos estratégicos para posterior análise laboratorial; observar e registrar os elementos florísticos e faunísticos encontrados; bem como suas condições de sobrevivência e a qualidade do meio onde se encontram; elaborar relatório final e acervo documentário que mostra a situação atual da bacia do Rio Uberaba. Além disso, montou-se uma amostra com apresentação dos resultados do projeto ficando exposta em vários pontos estratégicos da bacia do rio Uberaba, servindo como parâmetro de conscientização da problemática ambiental em curso.

Estas mobilizações desencadearam na proposta de formação do Pró-Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Uberaba – CBH - Rio Uberaba, em que a sociedade civil e o poder público

unidos criaram uma comissão provisória comandada pelo Instituto de Engenharia e Arquitetura do Triângulo Mineiro – IEA-TM. Este conjunto de fatores associado aos avanços nas pesquisas e ações em prol da bacia, concorreram para o que será posteriormente a base para a criação de um plano diretor a ser implementado pelo Comitê. Tornando válido a este objetivo foi proposto um fórum de debates dos problemas relacionados com os múltiplos usos dos recursos hídricos da bacia, que vem ocorrendo bimestralmente.

De acordo com o RELATÓRIO, 2001 apresentado ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH, em Belo Horizonte em 18 de dezembro deste corrente ano, a sociedade e os poderes públicos constituídos como membros do referido Comitê estariam prontos para opinar e participar das atividades de planejamento, recuperação e de controle ambiental da bacia hidrográfica, com vistas à sua manutenção do estado ideal de qualidade da água, requisito necessário aos múltiplos usos a que se destina a água da bacia.

O RELATÓRIO, 2001 descreveu a capacidade de sustentabilidade do CBH em virtude do pólo industrial que a cidade de Uberaba representa no contexto dos municípios envolvidos. Ao ser aprovado pelo CERH poderia, como célula menor, portanto com maior facilidade para integração, servir ao aspecto laboratorial para outros CBHs.

A Comissão do Pró-CBH Rio Uberaba ainda descreveu que, fundamentalmente, o modelo de ocupação antrópica da bacia, que resultou na perda de parte expressiva da cobertura vegetal, especialmente das matas de topo e ciliar e ainda o uso intensivo na agricultura e o excesso de ocupação de rebanhos internos a área da bacia, provocam compactação do solo - com a conseqüente diminuição das taxas de infiltração das águas pluviais no solo.

A colonização da região em determinado momento teve grande participação de fluxos migratórios provenientes da Europa. Pessoas que não estavam acostumadas aos cerrados e a sua fragilidade ecológica ampliaram a fronteira agrícola na região de forma errônea, e sem respeitar sequer a obrigatoriedade de manutenção das reservas legais, agravando o quadro de devastação ecológica. Aliados a estes fatores, a exploração de bens minerais, sem controle ambiental, e por último, a proliferação de captações para usos diversos sem o devido controle legal, também têm contribuído para a intensificação dos impactos ambientais na bacia.

O alerta para a população usuária das águas do rio surge sob a forma de diminuição da vazão e perda da qualidade das águas como descreve o RELATÓRIO 2001. A mobilização das organizações não governamentais decorre da percepção desses fatos e parte do pressuposto de

que a recuperação da bacia depende de uma organização social intensa mobilizadora e participativa de toda a cidadania. A luta pela criação de uma instituição voltada para a recuperação do rio é a resposta que as ONGs pretenderam adotar na solução dos problemas do rio Uberaba. Essa organização, no entender das ONGs, seria um Comitê de Bacia Hidrográfica que se justificaria pelos aspectos dispostos na Lei 9.433/97.

Após apresentação de relatório para o CERH, cuja essência, altamente elogiada, houve resistência por parte dos Conselheiros em aprovar o Comitê que alterava as unidades de planejamento anteriormente definidas pelo Conselho e Instituto de Gestão das Águas de Minas Gerais – IGAM. A área do proposto CBH-Rio Uberaba já estava inserida numa unidade maior, denominada de GD8 - a oitava e última divisão do Rio Grande dentro de Minas Gerais, da qual fazem parte os afluentes mineiros do baixo Rio Grande.

O CERH não se mostrou pronto para acatar os argumentos de criação de um comitê inserido numa célula menor, portanto com maior capacidade de gerir seus recursos hídricos, haja visto o grande conhecimento da problemática local e os esforços empreendidos para desenvolver ações voltadas para este meio. Por fim, o Conselho aprovou a criação do GD8 colocando como condição básica o envio de novo relatório para o IGAM que descrevesse o perfil do território em questão, as justificativas e as ações que deverão ser implementadas na unidade de planejamento.

O GD8 compreende todas as bacias hidrográficas dos afluentes mineiros a partir do município de Sacramento até o bico do Triângulo Mineiro. Divide-se ao norte com a bacia hidrográfica do rio Paranaíba. Sua área abrange 21 municípios da montante à jusante: Sacramento, Conquista, Delta, Uberaba, Água Comprida, Veríssimo, Campo Florido, Conceição das Alagoas, Pirajuba, Planura, Frutal, Comendador Gomes, Prata, Itapagipe, São Francisco de Sales, Iturama, Fronteira, Campina Verde, União de Minas, Alexandrita e Carneirinho. Possui uma área de aproximadamente 16 mil km².

Apesar da resistência em estar formando um outro comitê, agora em proporções muito maiores, os membros do antigo Pró - CBH Rio Uberaba se uniram às forças mobilizadoras atuantes no GD8, impulsionadas pelo escritório regional da Emater/Uberaba, para implementar a sua criação de fato. De fevereiro a julho de 2002 foram realizadas diversas reuniões nas cidades integrantes do Comitê dos Afluentes Mineiros do Baixo Rio Grande.

Neste período, as características ambientais foram estudadas, debatidas e analisadas. Uma nova comissão provisória foi eleita, membros foram inicialmente indicados e um novo relatório produzido, enviado para o IGAM e, por fim, o regimento interno aprovado em reunião plenária. Na fase atual, agosto de 2002, o Comitê espera a publicação, no Diário Oficial de Minas Gerais, do ato governamental que cria, oficialmente, o GD8. A partir do Comitê é criada a Agência de Águas, um braço executor das decisões dos CBH, que efetua a cobrança pelo uso dos recursos hídricos na bacia.

De acordo com a Lei 9.433/97 as Agências de Água exercerão a função de secretaria executiva do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica, onde terão a mesma área de atuação de um ou mais Comitês. A criação está condicionada ao atendimento dos seguintes requisitos: prévia existência do Comitê e viabilidade financeira assegurada pela cobrança do uso dos recursos hídricos em sua área de atuação.

Compete às Agências de Água no âmbito de sua área de atuação: manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos em sua área de atuação e o cadastro de usuários de recursos hídricos; efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos; analisar e emitir pareceres sobre os projetos e obras a serem financiados com recursos gerados pela cobrança pelo uso de Recursos Hídricos e encaminhá-los à instituição financeira responsável pela administração desses recursos; acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos em sua área de atuação; gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos em sua área de atuação; celebrar convênios e contratar financiamentos e serviços para a execução de suas competências; elaborar a sua proposta orçamentária e submetê-la à apreciação do respectivo Comitê; promover os estudos necessários para a gestão dos recursos hídricos em sua área de atuação; elaborar o Plano de Recursos Hídricos para apreciação do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica.

Um bom exemplo de gerenciamento dos recursos hídricos já está sendo adotado pelos órgãos estaduais FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente e IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas, através da implantação do projeto: Águas de Minas - Monitoramento das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais – Bacia do Rio Grande (Figura 3.5.1).

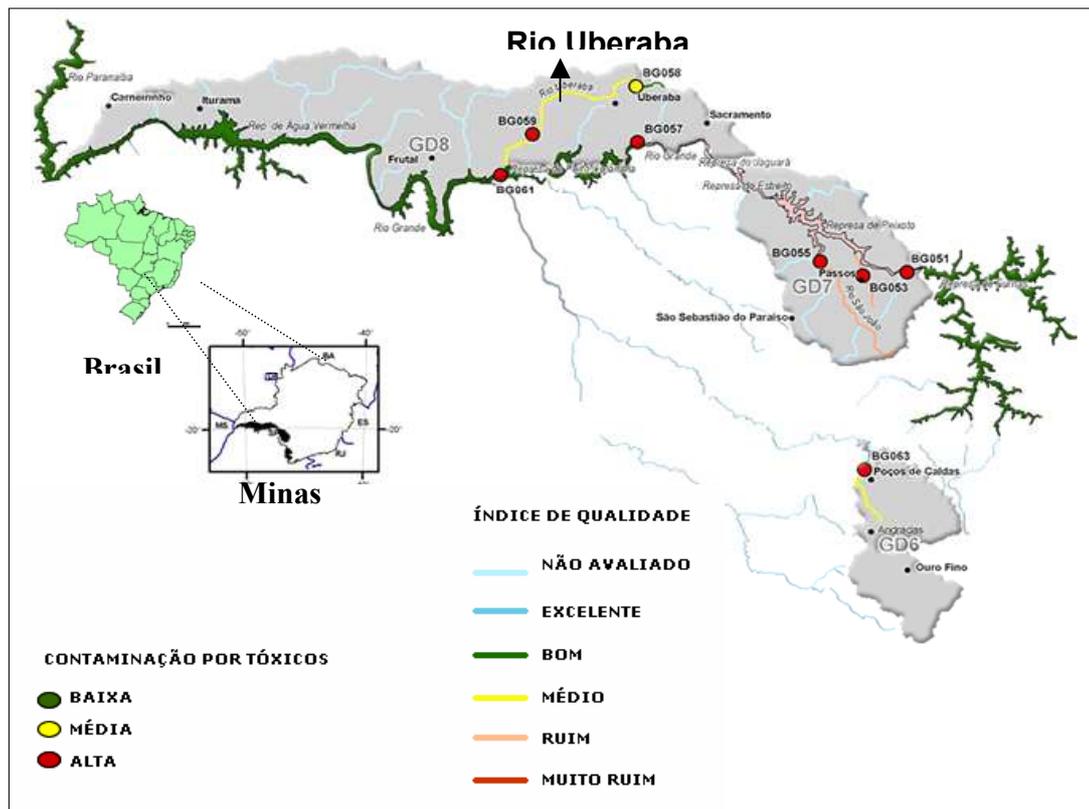


Figura 3.5.1 – Qualidade das águas superficiais em 2001, 4º trimestre, Bacia do Rio Grande/GD8 (Fonte: www.igam.mg.gov.br/aguas/htmls/gd678_t4_01.htm)

Esse projeto tem como objetivo monitorar a qualidade das águas superficiais do Estado, realizando o enquadramento dos rios através de informações de um índice de qualidade de água (IQA) e contaminação por tóxicos. Para a bacia GD8 o monitoramento é realizado em quatro pontos denominados: BG057, BG058, BG059 e BG061 mostrados na Figura 3.5.1.

Conforme demonstrado na Figura 3.5.1 a contaminação por tóxico, na bacia do GD8, já apresenta-se alta em três dos quatro pontos analisados, cuja localização encontra-se no rio Uberaba. O índice de qualidade de água no rio Uberaba é médio, sendo enquadrado na Classe 2 (Resolução CONAMA 20/86), com exceção das seguintes variáveis: turbidez, coliformes fecais e totais, níquel e cobre.

Os resultados divulgados nesse projeto chamam a atenção, como um alerta, para a contínua degradação que os recursos hídricos vêm sofrendo no decorrer dos anos. Será necessário muito esforço para empreender as ações de formação dos comitês que buscam a participação da população na recuperação da qualidade ambiental, principalmente dos recursos hídricos, a base da sustentabilidade econômica e social.

CONCLUSÕES

O prognóstico e a integração das análises ambientais, as ações de recuperação, bem como a educação ambiental, só poderão ser desenvolvidos mediante posicionamento favorável CBH Afluentes Mineiros do Baixo Rio Grande - GD8 e da Agência de Bacia. São eles que têm poderes deliberativos normativos e recursos disponíveis para investir na bacia hidrográfica do rio Uberaba, respectivamente.

O compromisso com a questão ambiental é fator preponderante do Comitê, responsabilidade exclusiva, daí a necessidade de ter o diagnóstico ambiental apresentado nesta pesquisa, a base do levantamento de todos os problemas. Tornar realidade os fatos, o manejo sustentável dos recursos hídricos da bacia do rio Uberaba, dependerá da mobilização social, condição intrínseca de um Comitê.

Os desafios de manejar sustentavelmente algum recurso são grandes e podem parecer idealistas, para uma sociedade que há muito tempo não se preocupava com estas questões. Todavia, ações podem de fato acontecer. Cita-se uma delas, implementada de forma exemplar pelo COMSETRAN-URA através dos projetos ambientais desenvolvidos na bacia, mantendo ainda uma contínua preocupação com o meio ambiente.

Na pesquisa foi possível detectar poucos aspectos positivos em relação a sustentabilidade dos recursos hídricos. Apenas 19,7% da bacia mantém a cobertura nativa para a proteção de nascentes, áreas de reservas legais, mata ciliar e de encosta. Alguns fazendeiros, preocupados com o ecossistema, proibiram a caça e a pesca em suas propriedades e adotam práticas conservacionistas de solo.

Por outro lado, em todo o restante da bacia há ocorrências de desmatamentos para uso agrícola e pastagens de áreas legalmente destinadas à reserva, mata ciliar e de encosta. Além disso, foi registrado também o acesso livre de animais nos cursos de água, erosão do solo, assoreamento do leito e disposição inadequada de lixo. Ainda entre os aspectos negativos

encontrados existe a ausência do tratamento de esgotos domésticos e indústrias; bem como a falta de consciência ambiental por parte da população em descumprimento das leis ambientais.

3.6 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA NA BACIA DO RIO UBERABA –MG

Resumo: Esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de realizar a caracterização ambiental das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Uberaba, situada no Triângulo Mineiro, abrangendo os municípios de Uberaba, Veríssimo, Conceição das Alagoas e Planura. Para proceder as análises qualitativa e quantitativa, ora propostas, foram ponderadas variáveis físicas, químicas, biológicas e hidrológicas e considerados dados relativos à amostragem da água ao longo de 10 estações de pesquisa, desde a nascente à foz. A coleta do material foi efetuada em diferentes períodos climáticos, com a finalidade de estabelecer resultados que representasse com maior fidelidade a situação da bacia. Nas análises foram usados métodos de pesquisa adotados pelo Laboratório do CRHEA/EESC/USP. Após quatro anos de investigações e análises a conclusão é que a bacia encontra-se degradada, em virtude da influência de fortes impactos ambientais, dos quais a intervenção humana inadequada é, exclusivamente, a responsável.

Palavras-Chave: Recursos hídricos, Comitê e Bacia hidrográfica.

Abstract: This research was developed in order to trace the environmental characterization of hydric resource of the Uberaba river basin, situated in the Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Southeast of Brazil, enclosing the cities of Uberaba, Veríssimo, Conceição das Alagoas and Planura. To proceed the qualitative and quantitative analyses, the physical, chemical, biological and hydrological variable were pondered and data of water sampling were considered in ten research stations, from the spring of river to the estuary. The collection of the material was effected in different climatic periods; with the purpose of establishing results that represent with better accuracy the situation of the basin. In the analyses, methods of research of the CRHEA/EESC/USP Laboratory were used. After four years of inquiries and analyses it was concluded that the basin is degraded due to the influence of strong environmental impacts caused by inadequate human intervention.

Key Words: hydrographic basin; use of soil e GIS

INTRODUÇÃO

De acordo com MARGALEF (1983) o rio é um sistema fluvial que apresenta uma grande interação com os ecossistemas terrestres circunvizinhos, com importação e exportação de materiais e energia de maneira dinâmica. Os rios são ambientes lóticos, ou de água corrente, que apresentam renovação constante e efeito de transporte de vários tipos de substâncias. Conseqüentemente, os rios são sistemas abertos, com fluxo contínuo, desde a nascente até a foz (HYNES, 1970). As vazões de escoamento são grandes e as variáveis sofrem contínuas alterações em função das atividades humanas (antrópicas) em sua bacia de contribuição, tornando o ambiente aquático muito instável. A atividade humana interfere diretamente na água escoada superficialmente, influenciando o regime fluvial e o transporte de sedimentos (CHRISTOFOLETTI, 1981; RIOS, 1993).

A bacia hidrográfica engloba todas as modificações que venham a sofrer os recursos naturais. Sendo assim, torna-se mais fácil propor alternativas para manejar e otimizar o uso dos recursos naturais. Não existe área qualquer da terra, por menor que seja, que não se integre a uma bacia ou microbacia.

Considerando a industrialização acelerada e conseqüente crescimento das cidades, os corpos d'água passaram a ser sobrecarregados com os usos e a intensificação dos mesmos. Os rios, que antes eram utilizados para lazer ou para a pesca, tiveram suas águas poluídas por dejetos domésticos ou industriais, desviadas para irrigação ou barradas para gerar energia. Com o intensivo uso do solo, com os desmatamentos e intervenções no leito dos rios, pode-se observar importantes alterações de regime hidrológico.

Os efeitos do crescimento populacional e do homem sobre o meio em que vive se projetam no tempo, fazendo-se sentir dezenas ou centenas de anos à frente. Reflexos de medidas tomadas, ou não tomadas, agora serão sentidos pelas gerações futuras, que colherão os benefícios ou pagarão o preço do que tiver sido feito ou negligenciado hoje (GALETI, 1987; DACACH, 1990).

Segundo BARTHOLO (1994) e CALIJURI & OLIVEIRA (1996) vale ressaltar que a urbanização e a industrialização não são as únicas causas da diminuição e poluição da água. O manejo inadequado do solo para a agricultura e pecuária, os usos intensificados de fertilizantes e pesticidas, o desflorestamento e, conseqüentemente, a erosão, as enchentes e a diminuição

das reservas de água no subsolo são problemas relacionados com a conservação da água que devem ser mencionados.

São vários os fatores físicos que causam ou concorrem para o agravamento da poluição. A presença de partículas em suspensão, causando turbidez; ou substâncias pigmentadas em solução, causando cor e limitando a penetração dos raios luminosos na água, restringindo ou abolindo completamente a possibilidade de desenvolvimento de algas, pela não realização da fotossíntese, comprometendo a oxigenação da água, que é de suma importância para a fauna e flora aquática (BUKIT et al., 1995).

Levando em consideração o modelo de uso e ocupação do solo em uma bacia de drenagem, ODUM (1988), afirma que as mudanças de coberturas vegetais produzem um encadeamento de fenômenos que mudam completamente o *habitat*. Os níveis de água ficam sujeitos a amplas flutuações em consequência do desmatamento, compactação do solo, da erosão e do assoreamento.

De acordo com Myers e Shelton *in* LAGE FILHO (1996) a demanda de água, poluição e conflitos de interesse demonstram a importância que os ecossistemas apresentam ao serem manejados cientificamente, sob uma visão interdisciplinar. E de acordo com TUNDISI e STRASKRABA (1995) os estudos ecológicos são fundamentais para o manejo de águas, como restauração de *habitat*, manejo das águas e manutenção de demandas recreacionais.

Fatores que Influenciam a qualidade da água

CRUZ (1996) afirma que a qualidade de uma água se refere ao conjunto de suas características biológicas e físico-químicas. O grau de aceitabilidade da água para um uso específico (agricultura, abastecimento público, industrial, recreação, etc.) depende da composição, da concentração e da influência das características mencionadas sobre o uso. Em função disso surgiram leis e resoluções referentes aos padrões de qualidade. A qualidade de água pode ser mensurada através de diversas variáveis, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas.

Em 23 de janeiro de 1986 foi criada a Resolução CONAMA nº 20/86, que dispõe dentre outros aspectos, sobre os limites dos parâmetros de qualidade de água e condições a serem atendidos em cada classe de uso de água. Para cada uso da água, são exigidos limites máximos de impurezas que a mesma pode conter. A classificação das águas é muito importante

nos programas de controle de poluição, pois permite o enquadramento dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica. As medidas preventivas e corretivas são adotadas, depois de definida a classe de um determinado manancial, de modo a garantir que o mesmo atenda aos limites e condições estabelecidos.

O conhecimento da qualidade, dos usos atuais e potenciais de cada trecho de um corpo d'água e seu planejamento racionalizador, são indispensáveis para a recuperação e a conservação dos recursos hídricos de uma bacia. O conceito de bacia hidrográfica ajuda a colocar em perspectiva muito dos problemas e conflitos gerados. Por exemplo, as causas e as soluções da poluição da água não serão encontradas olhando-se apenas para dentro da água. A bacia de drenagem inteira deve ser considerada como uma unidade de gerenciamento (ODUM, 1988).

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar a qualidade de água do rio Uberaba, em diferentes períodos climáticos, considerando as influências das atividades antrópicas realizadas na bacia.

MATERIAIS E MÉTODOS

Escolha das Estações de Amostragem da Água

Para estabelecer um diagnóstico seguro sobre as atividades impactantes e mesmo a sua origem, ao longo do rio Uberaba, realizou-se a primeira expedição ao longo de suas margens, no mês de setembro em 1998. Esta expedição teve como principal objetivo estabelecer os pontos de amostragem de água (georeferenciados com o uso de um GPS), identificando os trechos com aspectos críticos de poluição. Fizeram parte do critério de escolha o tipo de uso e ocupação de solo nas margens e na bacia, a facilidade de acesso para veículos e equipamentos e pontos críticos de poluição, sendo escolhidas 10 estações de amostragem. Os padrões de qualidade da água foram desenvolvidos mediante a legislação vigente, ou seja, a Resolução CONAMA 20/86.

As amostragens de água ocorrem da seguinte forma: a primeira na estação seca (mês de agosto/2001), a segunda em estação intermediária seca-chuvosa (mês de outubro/2001), a terceira na estação chuvosa (mês de janeiro/2002). As estações foram distribuídas de acordo com as modalidades de uso e ocupação do solo e de uma estimativa da vazão. A distribuição temporal foi baseada no regime pluviométrico que influencia diretamente o nível hidrológico e

todos os processos de transporte. As medidas físico-químicas da água são consideradas como medidas instantâneas de uma dada condição ambiental.

Na primeira coleta, representando a estação climática seca, o rio Uberaba passou por momentos críticos, sendo registrado um dos mais baixos níveis de vazão ($450 \text{ m}^3/\text{s}$), no ponto de captação. Durante a segunda coleta realizada em outubro de 2001, representando a estação seca-chuvosa, não houve precipitação. Na terceira, realizada no final do mês de janeiro de 2002 foi registrada a ocorrência de chuvas.

A maioria das análises foi realizada em Unidade Móvel, montada no espaço cedido pelo IEA-TM – Instituto de Engenharia e Arquitetura do Triângulo. Algumas análises foram realizadas no próprio local de coleta e outras foram realizadas no Laboratório do CRHEA-USP. As medidas realizadas *in situ* foram o pH, a Condutividade, o OD e a Temperatura. Na Unidade Móvel foram os cloretos, os sulfatos, os Coliformes, a DQO e a DBO e no Laboratório o nitrato, o nitrito, a amônia, o fósforo, os sólidos suspensos e a clorofila.

Descrição das estações de coleta

Considerando as características do rio Uberaba e o uso e ocupação do solo na bacia, o rio foi dividido em 4 (quatro) trechos distintos, descritos como segue:

No primeiro trecho, que compreende o curso d'água principal, desde a nascente até o ponto de captação de água da CODAU – Companhia de Desenvolvimento e Abastecimento de Uberaba, foram estabelecidas seis estações de coleta que são:

- a primeira estação (Ponte Alta - Nascente): situa-se na região de nascente, alagadiça, no topo do planalto não apresenta condições ideais de preservação. Funcionando como uma “esponja”, esta região absorve as águas das chuvas, liberando-as durante as outras estações do ano, abastecendo as nascentes e o rio.

- a segunda estação (Faz. Chapadão - Mata-Burro): próximo à região de nascente, onde o rio, que já não está mais em área alagada, corre por canal estreito com profundidade média de 1 m. Em suas margens possuem pouca mata ciliar e mais distante o solo é usado para plantio de milho e soja.

- a terceira estação (Ponte dos Bambus): a região é denominada “Mata da Vida” onde a atividade predominante é a criação de gado em pequenas e grandes propriedades.

- a quarta estação (Santa Rosa): povoado com algumas atividades de comércio e escola. Além da criação de gado, é comum encontrar produtores de hortaliças. Nesta região também se encontra grande extensão ao longo do rio sem mata ciliar.

- quinta estação (Prainha): nesta estação o rio Uberaba já recebeu águas de importantes afluentes, tendo por isso representativo aumento de seu volume. Há na região extração de pedra brita, atividade de “pesque-pague” e predominância de pastagens. O local recebe visitas como ponto turístico e de pescadores.

- sexta estação (Captação CODAU - Centro Operacional de Desenvolvimento e Saneamento de Uberaba): o rio é caracterizado como ambiente de represa em função da comporta de represamento de captação. Bem protegida por exuberante mata ciliar à direita e ocupação urbana na margem esquerda. O rio já recebe influência da área urbana tais como lixo e esgoto clandestino.

O segundo trecho, o mais poluído em relação a todos os outros, é compreendido da Captação até a máxima influência da malha urbana, incluindo o distrito industrial I e II. Neste trecho ficaram estabelecidas duas estações de coleta, descritas a seguir:

- sétima estação (Jardim Uberaba): situada abaixo da Universidade, onde o rio recebe o principal afluente contaminado com esgoto doméstico, córrego das Lages. Além deste, mais acima de sua foz, outras fontes pontuais de esgoto doméstico são conhecidas.

- oitava estação (Morumbi): local em que o rio Uberaba já recebeu todos os esgotos da malha urbana e também os esgotos industriais.

O terceiro trecho, situado entre as cidades de Uberaba e Conceição das Alagoas, região de grande produção agrícola, incluindo o plantio de cana-de-açúcar que se inicia atualmente, recebe esgoto doméstico da cidade de Veríssimo através do afluente de mesmo nome. Neste trecho, o rio Uberaba passa por processo de depuração e foi estabelecida apenas uma estação de coleta (Conceição das Alagoas) em uma ponte dentro da malha urbana de Conceição das Alagoas.

O quarto trecho representa o rio de Conceição das Alagoas até a foz. O rio Uberaba já sofre influência do Rio Grande, tornando-se maior em largura, com águas mais tranquilas. Próximo ao local de coleta (estação Foz – Planura) é feito a extração de areia com draga. As medidas físico-químicas da água são consideradas como medidas instantâneas de uma dada condição ambiental.

As Variáveis Analisadas.

Na Tabela 3.6.1 apresentam-se as variáveis analisadas na pesquisa e as respectivas metodologias utilizadas na realização das análises físicas, químicas e biológicas.

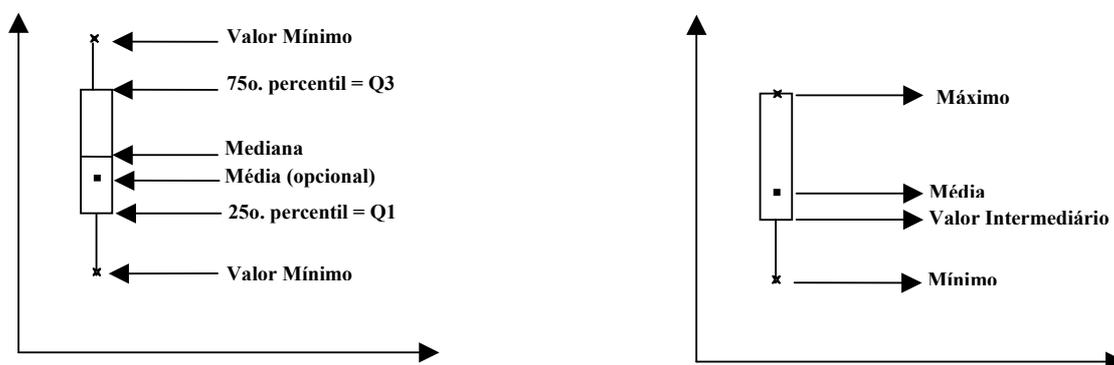
Tabela 3.6.1 – Variáveis analisadas (Fonte: CONAMA 20/86)

Variáveis	Metodologia Utilizada
FÍSICAS	
Turbidez	Espectrofotômetro com padrão analítico HACH (1996) em unidade FTU.
Cor	Espectrofotômetro com padrão analítico HACH (1996) em unidade FTU.
Odor	Análise sensorial
Temperatura	Medidor multi-variáveis marca HORIBA mod. U-10
Sólidos em suspensão	A determinação é gravimétrica segundo AWWA, 1995.
BIOLÓGICAS	
Coliformes Totais	Contagem destes grupos é realizada pelo método de cultivo em meio nutritivo Colilert (IDEXX 2000).
Coliformes Fecais	Contagem destes grupos é realizada pelo método de cultivo em meio nutritivo Colilert (IDEXX 2000).
Clorofila e feofitina	Nusch, 1980.
HIDROLÓGICAS	
Vazão (Q)	Cálculo a partir da equação $Q = V \times A$ (V= velocidade da corrente; A= área da secção transversal)
Precipitação	Estação Meteorológica
QUÍMICAS	
pH	Medidor multi-variáveis marca HORIBA mod. U-10
Condutividade (μScm^{-1})	Medidor multi-variáveis marca HORIBA mod. U-10
Alcalinidade (mg/L)	Descrito em MARCKRETH, 1978.
Fósforo Dissolvido	Método colorimétrico pelo azul fosfomolibdílico AWWA, 1995.
Nitrito	Descrito em AWWA, 1995.
Nitrato	Descrito em AWWA, 1995.
DBO	Descrito em AWWA, 1995.
DQO	HACH (1996).
OD	Medidor multi-variáveis marca HORIBA mod. U-10
Cloretos	Determinados pela reação calorimétrica de Cloreto férrico e Tiocianato de Mercúrio conforme descrito em HACH, 1996.
Sulfatos	Determinados por turbidimetria da reação com cloreto de bário conforme descrição de HACH (1996).
Óleos e Graxas	A determinação é pela extração Soxhlet (AWWA, 1995) e dosagem gravimétrica.
Metais	Espectrofotômetro de absorção atômica após extração em ácido nítrico.

Apresentação dos Resultados

Como o objetivo principal desta pesquisa é realizar um diagnóstico ambiental da bacia do rio Uberaba, uma atenção especial foi dada para a forma metodológica de apresentação dos resultados. Um número grande de informações foi gerado para subsidiar as discussões e atingir as metas propostas inicialmente, tal como, as três coletas de amostras de água, realizadas para conhecer as mudanças naturais do sistema e caracterizar os diferentes setores do rio.

Para um melhor entendimento da variação espacial da qualidade da água, os resultados estarão sendo apresentados em forma de síntese, no modelo gráfico “*Box-Plot*” originado pelo *software* Origin versão 6,0 - Microcal. É um gráfico que apresenta os valores centrais dos dados e alguma informação a respeito da amplitude deles. Mostra pontos de máximo e de mínimo, a média, a mediana e o percentil (Figura 3.6.1a). Este modelo foi adotado para apresentar os dados de precipitação. Para o restante dos parâmetros analisados adotou-se uma variante deste modelo, exemplificado na Figura 3.6.1b. Isto devido ao fato de trabalhar com os resultados das análises de três coletas para cada estação.



Figura

3.6.1 – a) Modelo gráfico *Box-Plot* b) Modelo variante do gráfico *Box-Plot*

O modelo de análise estatística de Pearson foi adotado para entender melhor a correlação entre os dados. Este modelo analisa as correlações ocorridas entre as variáveis, mostrando a existência positiva e significativa entre a concentração de material.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os resultados de qualidade de água, os dados obtidos descrevem com fidelidade o uso e a ocupação do solo nas margens do rio em toda a bacia. Os dados foram

ordenados, de forma que a letra A representa a nascente e a J, a foz. Resumidamente, serão apresentados a seguir os resultados das principais variáveis analisadas (Os valores das variáveis estão disponíveis no Anexo 2). Nas figuras, aparece uma linha tracejada, indicando o limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86, para rios de classe 2.

Segundo os dados de precipitação, a bacia do Rio Uberaba apresenta um período de estiagem mais acentuado entre junho e agosto e uma estação chuvosa com pico entre dezembro e fevereiro (Figura 3.6.2a). O gráfico da precipitação foi obtido com dados de 1989 a 1999, sendo que as setas verticais indicam os períodos de coleta (Fonte: Estação Climatológica Principal de Uberaba INMET/EPAMIG, 2001).

A vazão apresentou valores menores na coleta da estação seca (agosto de 2001) em relação à coleta da estação chuvosa (janeiro de 2002). Houve uma tendência do aumento da média da vazão no sentido nascente-foz (Figura 3.6.2b). O aumento da vazão no sentido longitudinal dos rios é previsto dentro do conceito de bacias hidrográficas, onde à medida que se avança no sentido nascente-foz aumenta a área de captação da bacia e conseqüentemente, aumenta a vazão. Como era de se esperar é possível verificar na Figura 3.6.2b uma tendência de aumento da amplitude entre a vazão máxima e a mínima, mensuradas. Este fenômeno associa-se ao fato de que nas cabeceiras o pulso de inundação tem duração menor em relação à foz. Todavia, a previsibilidade do pulso de inundação em setores de baixa ordem é menor em relação aos setores mais próximos à foz.

Apesar dos anos de 2001 e 2002 terem sido considerados atípicos em relação à escassez das chuvas, os órgãos responsáveis pela captação de água devem reestruturar as suas estratégias. Cabe ressaltar que em relação ao clima atípico, a Organizações das Nações Unidas - ONU tem alertado sobre as bruscas mudanças climáticas em escala global nos últimos vinte anos, portanto, anos “atípicos” serão cada vez mais freqüentes.

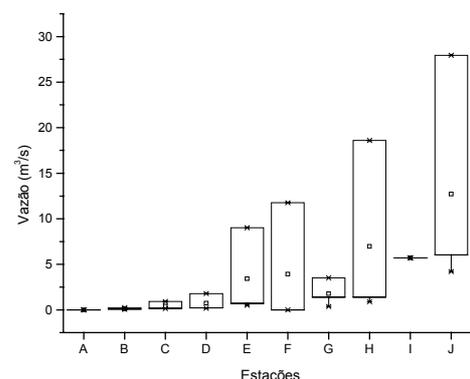
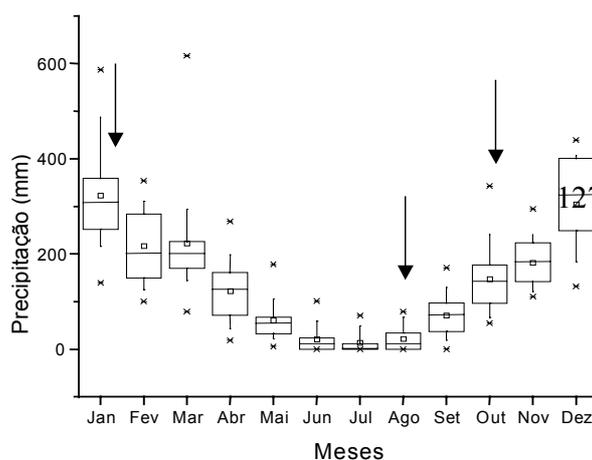


Figura 3.6.2a) - Variação mensal da precipitação – b) variação da vazão nas estações de coleta
Variáveis relacionadas ao transporte de partículas

Segundo PETTS & AMOROS (1996), grande parte do material em suspensão dos sistemas lóticos é de origem alóctone, devido à ação mecânica dos rios na matriz geológica da bacia ou mesmo do revolvimento de sedimentos já depositados. Portanto, os valores das variáveis, acima dos limites estabelecidos pela lei, podem estar relacionados ao efeito do assoreamento em função do desmatamento da vegetação ciliar, principalmente na estação A, e dos sólidos de origem antropogênica a partir da estação G (Figura 3.6.3 a,b,c).

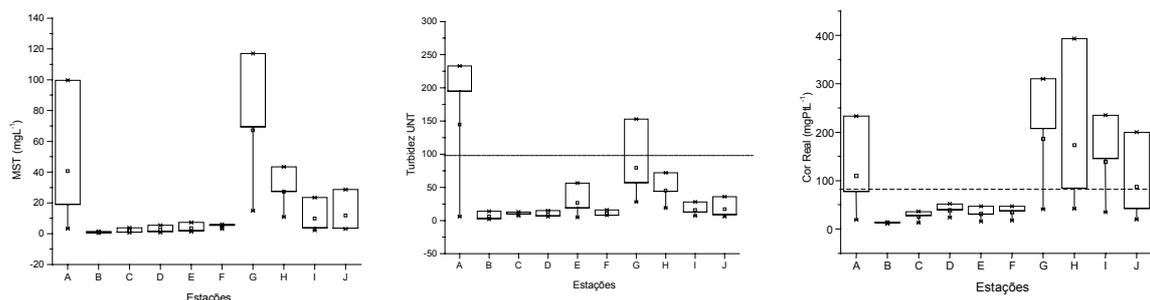


Figura 3.6.3 a) -Variação da concentração de Material em Suspensão Total – b) turbidez - c) cor real nas estações de coleta

Os valores de cor real apresentaram-se acima dos limites estabelecidos pelo CONAMA 20/86 nas estações A, G, H, I e J e a turbidez nas estações A e G. A análise de correlação de Pearson entre as variáveis mostrou que existe correlação positiva e significativa entre a concentração de material em suspensão e turbidez ($r = 0,71$ e $p < 0,05$) e entre material em suspensão e cor real ($r = 0,56$ e $p < 0,05$).

Temperatura e características iônicas

A temperatura média a partir da estação B, que possui águas correntes, registrou os valores medidos entre 20 e 25 °C, conforme demonstrado na Figura 3.6.4a. Observa-se que a

temperatura média apresentou tendência de aumento das estações B a F. Na estação G a média da temperatura foi menor, provavelmente devido à perda de calor do sistema na região de barragem, e novamente ocorreu um aumento da tendência da temperatura nas estações de G a J. Isto se justifica pelo fato de que a área de superfície do rio tende a aumentar à medida que se aproxima da foz, favorecendo a absorção de calor e influenciando no aumento da temperatura média.

Quanto ao pH, esteve fora da faixa estabelecida pelo CONAMA 20/86 apenas nas estações A (6,0) e B (4,6), enquanto que para as outras estações o valor médio foi 7,4 (Figura 3.6.4a).

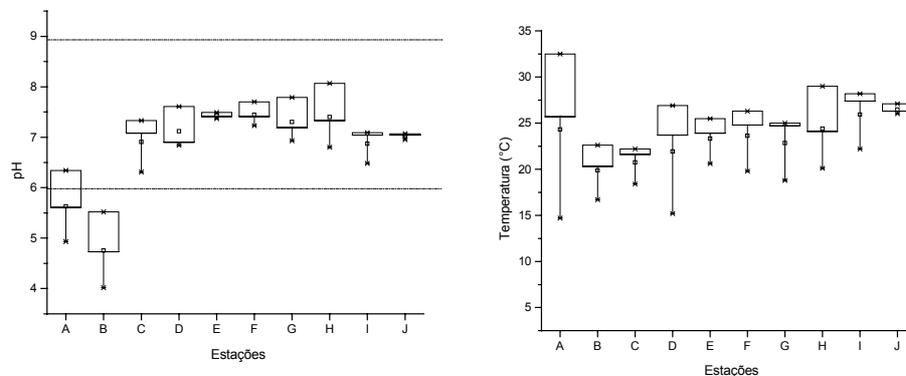


Figura 3.6.4a) - pH da água nas estações de coleta– b) Variação da temperatura

A condutividade elétrica e a alcalinidade, apesar de não contempladas na Legislação Federal vigente, registraram médias mais elevadas nas estações G e H com até 100% de diferença em relação às demais estações.

Gases Respiratórios e Matéria Orgânica

WETZEL (1995) afirma que as variáveis Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Oxigênio Dissolvido (OD) e o Gás Carbônico (CO₂) estão diretamente associados ao metabolismo respiratório dos sistemas aquáticos. A DBO e a DQO representam a necessidade de oxigênio para os processos de autodepuração. A primeira está relacionada com a degradação da matéria orgânica e a segunda com o total de compostos químicos oxidáveis. O sulfato é um sub-produto resultante das reações químicas que ocorrem na respiração anaeróbia, na decomposição da matéria orgânica.

As concentrações de DBO e DQO foram maiores nas estações G e H (Figuras 3.6.5a, 3.6.5b), enquanto que o OD esteve abaixo do valor limite estabelecidos pelo CONAMA 20/86.

A estação A localiza-se em região alagável e topo de planalto, por isso tem tendência a produzir, naturalmente, altas cargas de matéria orgânica em decomposição. Por ter menor fluxo, acumula maiores concentrações de CO₂, como se verifica na Figura 3.6.6b.

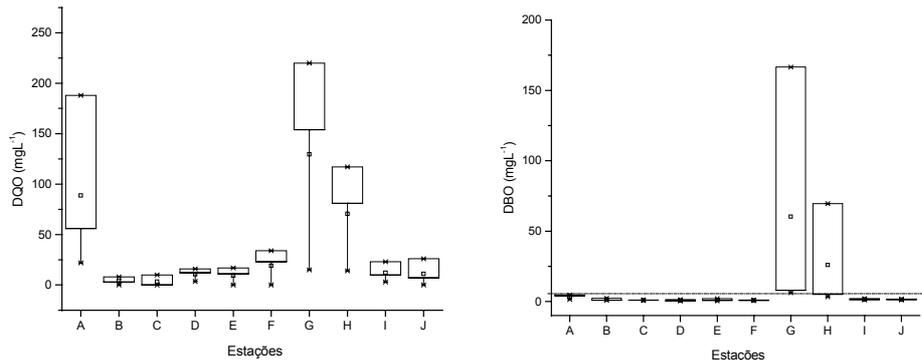


Figura 3.6.5 a) - Variação dos valores de DQO – b) DBO₅ nas três coletas

Observa-se que nos demais setores do rio as atividades humanas foram a maior causa de perturbação das variáveis DBO, DQO, OD e Sulfatos. Estas perturbações são mais acentuadas nas estações G e H. Foi possível observar também uma tendência de autodepuração do sistema, devido à redução das concentrações de DBO e DQO nas estações I e J para a faixa de valores encontrados nas estações do primeiro trecho do rio, com pouca contaminação por esgoto doméstico.

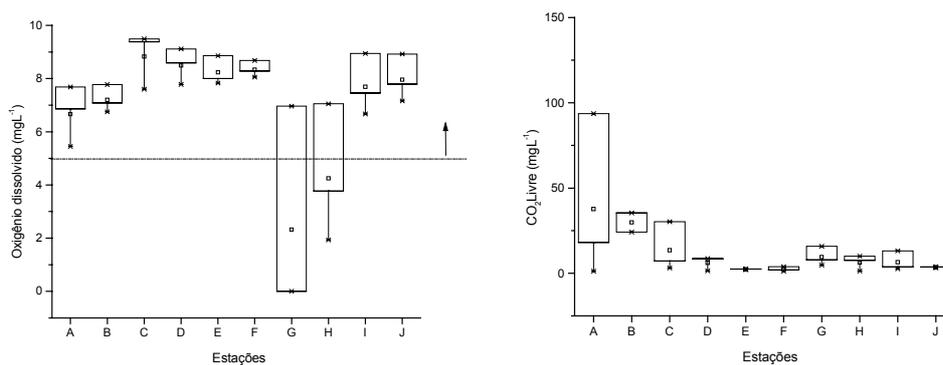


Figura 3.6.6 a) Variação da concentração de OD – b) gás carbônico livre nas estações de coleta

Formas nitrogenadas

Das formas nitrogenadas analisadas, as maiores concentrações foram encontradas nas estações G e H, exceto para o nitrato, que obteve concentrações médias maiores nas estações I e J (Figuras 3.6. 7a, b e 3.6.8a, b). Este fato ocorre por que com o passar do tempo, o nitrito é decomposto em nitrato. Então, as medidas de nitrito nas estações G e H vão tornar-se valores de nitrato medidos nas estações seguintes.

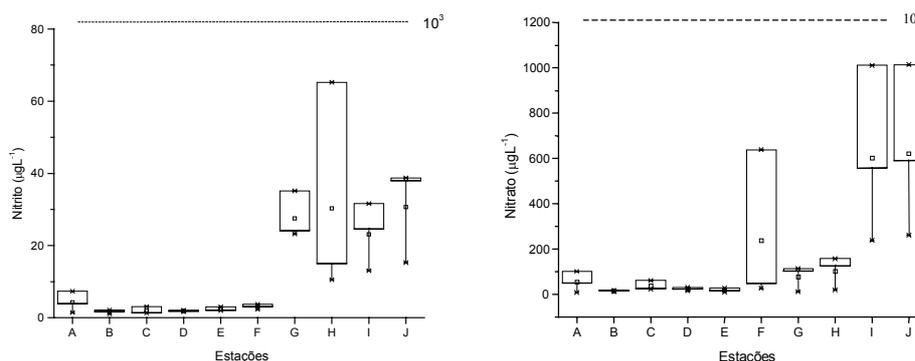


Figura 3.6.7a) - Variação da concentração de nitrato – b) e nitritos nas estações de coleta

O nitrato apresentou maiores médias nas estações F, I e J. As estações I e J estão à jusante da descarga e esgotos (estações G e H), onde o nitrito é a forma de nitrogênio inorgânico predominante. Este fenômeno pode estar associado à tendência de formação de nitritos em ambientes menos oxigenados (como as estações G e H).

Segundo ESTEVES (1988), o nitrito e o nitrato tendem a um comportamento inversamente proporcional devido justamente ao potencial de oxidação do sistema. Desta forma as estações G e H enviam o nitrito que será oxidado em nitrato à jusante nas estações I e J (Figuras 3.6.7 a, b).

A média elevada da concentração de nitrato na estação F em relação à estação E pode estar evidenciando uma entrada de nutrientes nesta estação. Apesar de nenhuma das estações apresentarem concentrações de nitrato acima do permitido pela lei, existe a necessidade de se descobrir a fonte de nitrato que está contaminando o reservatório da CODAU (Figura 3.6.7b).

As formas nitrogenadas originam-se naturalmente dos constituintes de proteínas, clorofilas e vários outros compostos biológicos. A origem antropogênica são os despejos domésticos, industriais, excremento de animais e fertilizantes.

De acordo com RICHETER & AZEVEDO NETTO (1989) e SPERLING (1995) o nitrogênio na forma de nitrato está associado a doenças como a metahemoglobinemia (síndrome do bebê azul). Este parâmetro é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos, processo denominado eutrofização.

O nitrogênio, nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste ao nitrato, implica em consumo de oxigênio dissolvido do meio, afetando indiretamente a vida aquática. PATERNIANI (1998) afirma que altas concentrações de nitrato são tóxicas ao ser humano e animais e o nitrito pode dar origem a nitrosaminas, as quais são potentes agentes carcinogênicos. Para o caso das formas fosfatadas, estas apresentam o mesmo padrão de resultados encontrados nas formas nitrogenadas e demais variáveis, confirmando a idoneidade das amostras.

Variáveis biológicas

Estas variáveis correspondem aos coliformes e a clorofila. Os valores de clorofila foram iguais a zero em todas as amostras. As algas desempenham um importante papel no ambiente aquático, sendo responsáveis pela produção de grande parte do oxigênio dissolvido do meio; em grandes quantidades, como resultado do excesso de nutrientes (eutrofização), trazem alguns inconvenientes: sabor e odor; toxidez; turbidez e cor; formação de massas de matéria orgânica que ao serem decompostas provocam a redução do oxigênio dissolvido; corrosão; interferência nos processos de tratamento de água; aspecto estético desagradável (PATERNIANI, 1998).

Os resultados das análises de coliformes totais e fecais estão dispostos nas Tabelas 6.3.2 e 3.6.3, respectivamente. Estes organismos, bactérias do grupo coliforme, são indicadores de contaminação fecal, não são patogênicos, mas torna-se uma indicação satisfatória de quando a água a ser analisada é contaminada por fezes humanas ou de animais, apresentado a sua potencialidade em transmitir doenças.

Tabela 3.6.2 - Coliformes totais em NMP/100 mL

Estações/ Campanhas	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Ago 2001	68930,00	3270,00	>2419	6050,00	4810,00	7880,00	>2419200	>2419200	36000,00	3230,00

Out 2001	104624,00	4080,00	98040,00	38730,00	23330,00	29870,00	>2419,2	4100000,00	241970	187,20
Jan 2002	5200,00	10810,00	30760,00	30760,00	13130,00	29870,00	488400,00	365400,00	14670,00	>2419

A utilização dos coliformes como indicadores biológicos e qualidade de água ocorre pelas seguintes razões: os coliformes encontram-se em grande quantidade nas fezes humanas e de animais de sangue quente, o que aumenta a probabilidade de detecção após o lançamento nos cursos d'água; apresentam resistência similar à maioria das bactérias patogênicas intestinais e as técnicas de detecção de coliformes são rápidas e econômicas. Os valores de coliformes fecais, em negrito e itálico, estão acima do permitido pelo CONAMA 20/86 para rios de classe 2.

Tabela 3.6.3 - Coliformes Fecais em NMP/100 mL

Estações/ Campanhas	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Ago 2001	620,00	310,00	307,60	410,00	51,20	49,60	>2419200	>2419200	610,00	0,00
Out 2001	5540,00	325,50	325,50	307,60	107,10	200,00	>2419,2	1046240,00	5200,00	124,60
Jan 2002	0,00	200,00	200,00	310,00	100,00	980,00	1483000,00	25400,00	2940,00	>2419

CONCLUSÕES

Conclui-se que através das análises de qualidade de água realizadas ao longo do curso do rio Uberaba foi possível perceber a influência direta e indireta dos fatores atribuídos ao modelo de uso e ocupação do solo na bacia.

O rio Uberaba foi enquadrado pela Legislação Estadual na Classe 2. Todavia, não apresenta nenhum trecho de acordo com esta classificação.

As variáveis turbidez, cor, MST e coliformes indicaram os problemas relacionados à pecuária, tal como o acesso de animais e ausência da mata ciliar que aceleram o processo de erosão das margens levando, conseqüentemente, ao assoreamento do leito do rio. Outro problema ligado a este aspecto é o manejo inadequado do solo na agricultura.

A incidência de esgoto doméstico e industrial anula a biodiversidade do rio, sendo que para o segundo trecho a qualidade de água só adequou-se para a vida de larvas, vermes, bactérias, vírus e outros microorganismos ligados à decomposição da matéria. Este fator está

fortemente ligado à ocupação urbana, que ocupa o meio ambiente sem desenvolvimento sustentável de seus recursos.

Ainda de acordo com as análises, a nascente encontra-se em processos de degradação, principalmente ligados à ausência de proteção ciliar. Será necessário estabelecer rigoroso controle da qualidade do rio Uberaba, pois tem grande importância no abastecimento para a cidade de Uberaba e a perda desta qualidade traz consequências graves para a saúde pública. Os resultados da qualidade da água indicam total restrição para uso da classe 2 nos municípios de Veríssimo e Conceição das Alagoas, fato este que deverá ser tratado no gerenciamento da bacia hidrográfica.

4 – COMENTÁRIOS FINAIS

4.1 – Outras variáveis de qualidade da água

A apresentação dos dados segue uma ordem crescente das estações ao longo do rio Uberaba, sendo que o ponto A representa a nascente e o ponto J a foz. Nas figuras em que aparece uma linha tracejada é a indicação do limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 20/86, para rios de classe 2. Os valores das variáveis estão disponíveis no Anexo 2.

Variáveis hidrológicas

Quanto à vazão muitas cidades que sofrem os efeitos de inundações de rios estão localizadas em setores mais próximos às nascentes e constroem suas casas nas regiões de várzea destes sistemas. Como o pulso é muito rápido, a previsibilidade dos efeitos das enchentes é menor e o planejamento da ocupação do espaço fica prejudicado. Portanto, para os futuros processos de urbanização nos setores próximos às estações entre A e D, devem levar em consideração a menor previsibilidade dos efeitos das enchentes (Figura 4.1.1).

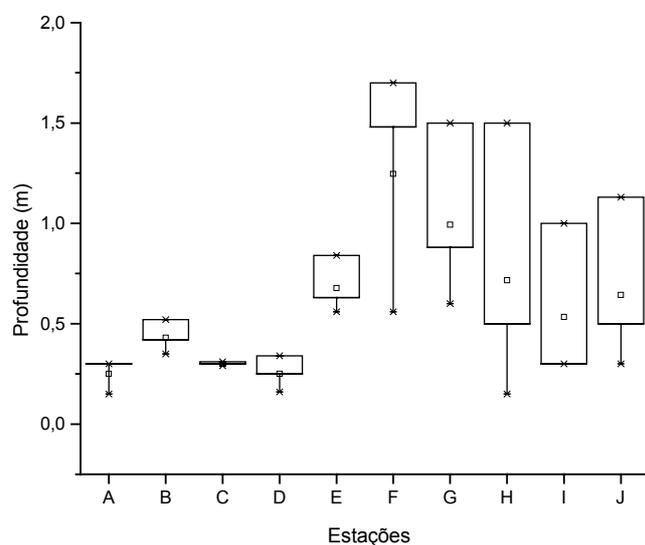


Figura 4.1.1 –Variação da profundidade média das estações durante as campanhas

Observa-se na barragem para captação de água da CODAU - estação F, provavelmente, exerce forte influência na variação da vazão da estação H, o que evidencia a

ação do represamento. Entretanto, a vazão mínima da estação F (coleta de agosto de 2001) é muito próxima às vazões médias observadas nas estações de cabeceira e a variação da profundidade também evidencia uma fase crítica (Figura 4.1.1).

Condutividade e alcalinidade

Em um sistema aquoso que contenha íons pode conduzir uma corrente elétrica. A maioria dos ácidos, bases e sais orgânicos são bons condutores. Inversamente, moléculas que não se dissociam numa solução aquosa, como compostos orgânicos, serão maus condutores. Assim, a condutividade é definida como o inverso da resistência elétrica, e como parâmetro de referência para a qualidade de água tem sido utilizada para estimar a concentração de íons na água (PATERNIANI, 1998). De acordo com a Figura 4.1.2a é possível observar que a maior concentração de íons ocorre na estação G e H, apresentando uma diferença média superior a 100% em relação às demais estações.

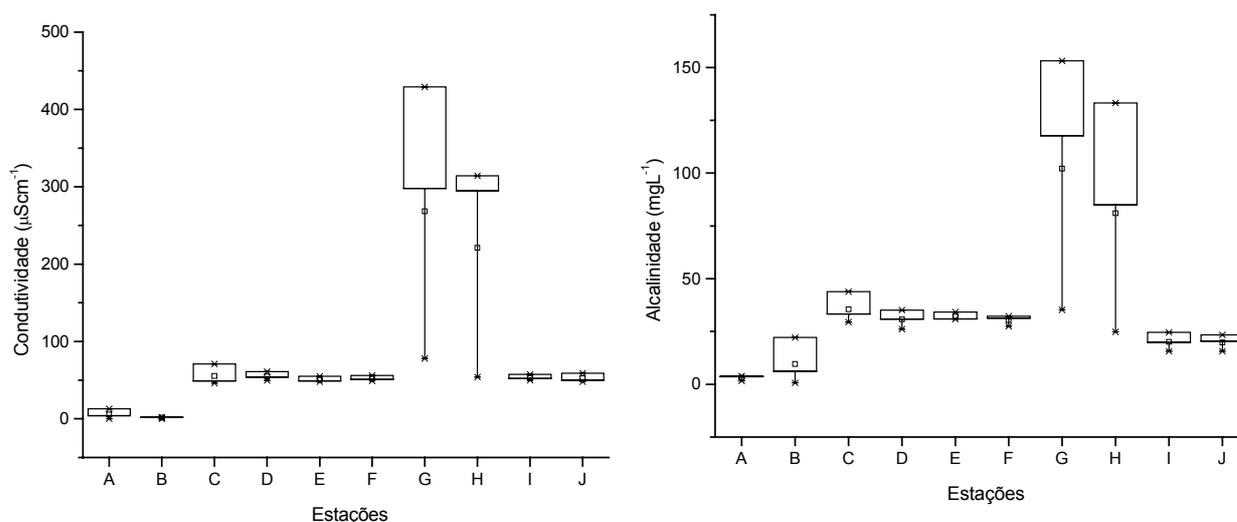


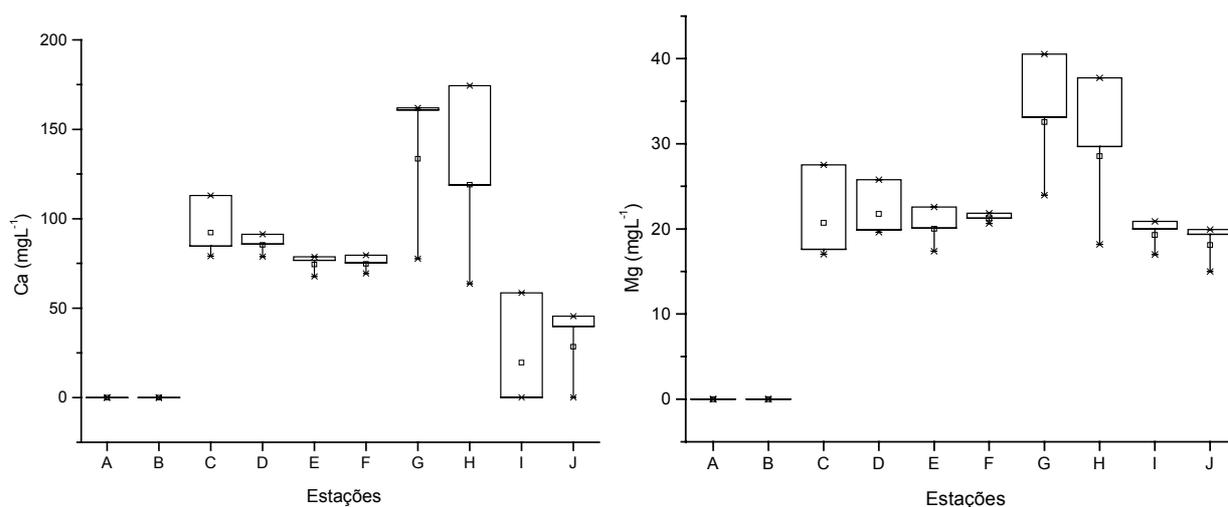
Figura 4.1.2 – a) Variação da condutividade elétrica e b) Variação da alcalinidade nas estações de coleta

A alcalinidade relaciona-se a quantidade de íons na água que reagirá para neutralizar os íons hidrogênio. É uma medição da capacidade da água de neutralizar os ácidos (capacidade de resistir às mudanças de pH - capacidade tampão). Os principais constituintes da alcalinidade

são os bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e os hidróxidos (OH^-). A distribuição entre as três formas na água é função do pH (LAURENTY, 1997).

Elevadas concentrações deste parâmetro conferem um gosto amargo à água. É uma determinação importante no controle do tratamento de água, estando relacionada com a coagulação, redução de dureza e prevenção da corrosão em tubulações. Os valores de alcalinidade apresentados nas estações B e C estão associados ao tipo de solo desta região. Enquanto que os valores das estações G e H estão associados a lançamento de esgoto doméstico e industrial (Figura 4.1.2b).

Os íons Cálcio e Magnésio, indicados na Figura 4.1.3a e b foram detectados somente a partir da estação C. A presença destes íons está fortemente ligada à composição da matriz geológica da bacia, sendo que no rio Uberaba, a matriz calcária tem início a partir da região da



estação B.

Figura 4.1.3 – a) Variação da concentração de cálcio e b) Variação da concentração de magnésio nas estações de coleta

Segundo ESTEVES (1988), os íons de Ca e Mg estão fortemente relacionados com o equilíbrio do pH e da alcalinidade em águas naturais. Desta forma as estações A e B, devido à carência destes íons e conseqüentemente menor alcalinidade, estão mais sujeitas às variações de pH sendo, todavia, ambientes mais sensíveis às transformações ambientais.

Por outro lado, o excesso de alcalinidade e de condutividade elétrica pode indicar também, perturbações no sistema. As estações G e H possuem médias muito acima das demais, as quais seguramente estão relacionadas com a entrada de efluentes.

Óleos, Graxas e Íons Metálicos.

O óleo e as graxas são substâncias naturalmente liberadas na decomposição de vegetais. A diferença entre óleos e graxas está no estado físico: os óleos são mais fluidos e as graxas são mais densas. Entretanto, a atividade antrópica geralmente, é a maior fonte. Conforme relato feito pela FEAM (2002) no Projeto Rio Doce, a poluição por óleos e graxas é originada de serviços rotineiros de postos de gasolina, oficinas mecânicas, garagens de veículos e lava-jatos, onde grandes quantidades de água são misturadas a eles e descartadas nas redes de esgoto alcançando, assim, os recursos hídricos acarretando inúmeros prejuízos à vida aquática local podendo ter extensão até à saúde humana. A Figura 4.1.4 mostra a variação da concentração de óleos e graxas nas estações de coleta. Em todas as estações, os valores estão acima do limite máximo estabelecido pelo CONAMA 20/86 para rios de classe 2, onde esta variável deve ser virtualmente ausente, concentração zero.

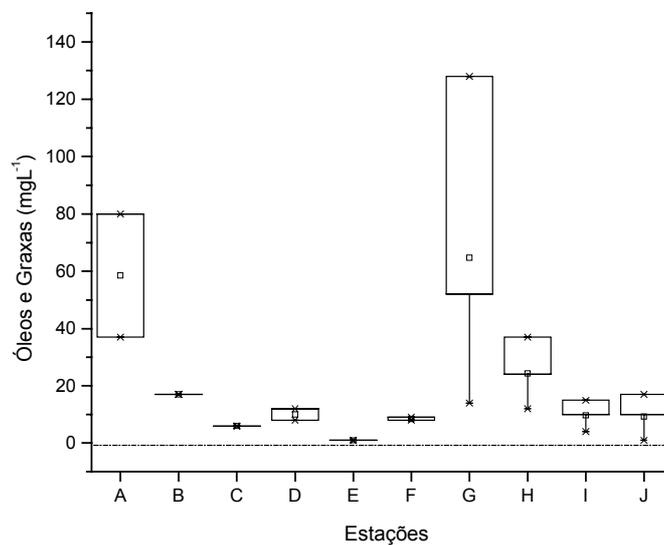


Figura 4.1.4 - Variação da concentração de óleos e graxas (mg/L) nas estações de coleta

Segundo FEAM (2002), uma das conseqüências desta poluição é a formação de uma fina camada na superfície da água dificultando as trocas gasosas necessárias à respiração e fotossíntese, causando danos à fauna e à flora aquáticas.

Outro prejuízo é causado pela alteração do sabor da carne dos peixes, perceptível ao paladar. A gravidade deste fato está na constatação de pesquisas científicas, tal como a que foi desenvolvida por SILVEIRA (2002), que analisou a influência dos óleos e graxas sobre o comportamento de algumas espécies de peixes e verificou várias mudanças comportamentais. As amostras com concentração acima de 1,25 mg/L causou toxicidade aguda, matando-os entre 24 e 72 horas. Ainda em conformidade com FEAM (2002) as substâncias que compõem os óleos e graxas são acumuladas no organismo dos peixes e são tóxicos ao homem, além de possuírem propriedades cancerígenas. Considera-se também o fato de que as águas contendo óleos e graxas não podem ser utilizadas para a irrigação de lavouras, não existindo tratamento que permita o seu reaproveitamento para consumo humano.

Uma atenção especial deverá ser dada para a avaliação destes resultados por ser este rio a principal fonte de abastecimento de Uberaba e que também, atende ao uso de irrigação na horticultura. Uma provável fonte de contaminação são os motores movidos a diesel, comumente utilizados para abastecer a irrigação. Nas visitas ao campo, constatou-se a existência de mais de 60 retidas de água do rio, incluindo o uso para a dessedentação de animais e humano.

Quanto aos metais, podem ter origens naturais (minerais), mas geralmente estão associados a atividades antrópicas como o despejo de esgotos e agricultura. PATERNIANI (1998) enfatiza que os constituintes inorgânicos que mais chamam a atenção são os metais Cr, Cu, Cd, Pb, Hg e Zn, devido aos impactos causados pelo homem contemporâneo.

Conforme documento do FEAM/IGAM (2002), disponível no Anexo 1, o rio Uberaba apresenta alta contaminação por tóxicos, com ocorrência de valores acima dos limites de classe 2 (CONAMA 20/86) dos íons Al, Cu, Mn, Fe, Cd e Ni, sendo os três primeiros detectados antes da captação de água do CODAU.

Formas Nitrogenadas

A análise de correlação de Pearson para as formas nitrogenadas apóia a hipótese de que a maior fonte de formas nitrogenadas é de origem antropogênica. Além do fato de que as maiores concentrações estão presentes nas estações de lançamento de esgoto, existe uma correlação positiva e significativa entre DBO, N-orgânico (forma mais abundante encontrada) e amônio, apresentados na Tabela 4.1.1.

Tabela 4.1.1 - Correlação de Pearson (r) para as formas nitrogenadas e DBO.

Os valores em negrito e itálico possuem correlação significativa ($p < 0,05$).

	DBO	Nitrato	Nitrito	Amônio	N-Orgânico
DBO	1.00	-0.06	0.15	<i>0.58</i>	<i>0.56</i>
Nitrato	-0.06	1.00	<i>0.40</i>	-0.16	-0.15
Nitrito	0.15	<i>0.40</i>	1.00	0.24	0.16
Amônio	<i>0.58</i>	-0.16	0.24	1.00	<i>0.89</i>
N- Orgânico	<i>0.56</i>	-0.15	0.16	<i>0.89</i>	1.00

Considerando que o aumento da DBO ocorre em função da entrada de efluentes, torna-se correto afirmar que o aumento das concentrações de N-orgânico (Figura 4.1.5a) e amônio deve-se também a entrada de esgotos.

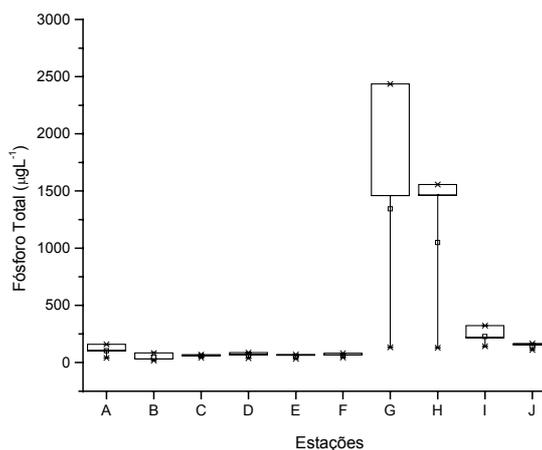
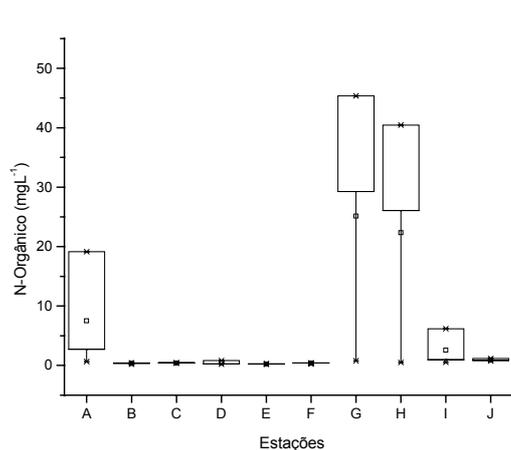


Figura 4.1.5 – a) Variação da concentração de nitrogênio orgânico e B) Variação da concentração de fósforo total nas estações de coleta.

Para o caso das formas fosfatadas (Figura 4.1.5b), apresentaram o mesmo estilo de resultados encontrados nas formas nitrogenadas e demais variáveis, confirmando a idoneidade das amostras.

4.2 – Uso do solo e o Código Florestal

Conforme os mapas de uso do solo de 1964 e de 1998 (Figuras 4.2.2 e 4.2.3) a vegetação nativa ocupava 40,7% na década de 60 e na década de 90 apenas 19,7 % de toda a bacia, o que deveria ser no mínimo igual a 20% conforme o Código Florestal. São graves os impactos que estão ocorrendo, principalmente sobre os recursos hídricos. Têm-se dois fatores desfavorecendo o abastecimento de água para a cidade de Uberaba. O primeiro, podendo ser considerado quase natural se houver um controle, é o próprio crescimento populacional que ocupa áreas indevidas acima da captação de água trazendo riscos de contaminação para o rio.

O segundo é a perda da cobertura vegetal nativa para o uso com pastagem e agricultura, influenciando no abastecimento do lençol freático reduzindo o volume das águas superficiais disponível no rio Uberaba (Figura 4.2.1). Uma tentativa de melhorar o problema foi a construção de 400 bolsões para a captação das águas de chuva, localizados em várias propriedades acima da captação. Mas, nenhuma pesquisa tem sido desenvolvida para verificar os resultados desta ação.

Uma comparação importante pode ser observada na Figura 4.2.1, onde é possível ver a diferença do volume de água no mesmo mês - abril/85 x abril/02. Segundo o engenheiro RATTO (2001)⁶, que cedeu a imagem da cachoeira registrada em 1985, na fazenda Grotão, o volume de água que está na queda é bem superior ao que se encontra hoje, na mesma estação, sendo suas as palavras: “no decorrer dos anos, a quantidade de água do rio Uberaba diminuiu muito”. Para as duas imagens, não tinha sido registrada a ocorrência de chuva no período.

⁶ Entrevista com Sérgio Ratto, realizada em Abril de 2001.



Figura 4.2.1 – Imagens da Cachoeira, próxima à nascente em abril de 1985 e abril de 2001.

A Figura 4.2.4 mostra o mapa de uso do solo de 1998 destacando o uso indevido de áreas de preservação permanente de acordo com o Código Florestal. Como a maior ocupação é a pastagem relaciona-se assim também a maior área da bacia ocupada indevidamente alcançando 34,8 km². Enquanto que a agricultura ocupa 8,2 km² e a malha urbana conjuntamente com as lagoas 3,2 km². As áreas que estão de acordo com as leis florestais correspondem a 34,7 km²: matas ciliares, de topo e encostas.

Na legenda do mapa as seguintes siglas correspondem: VN – Vegetação nativa; AA – Área agrícola; P – Pastagens; MU – Malha urbana; L – Lagoas e represas; Sb – Substituindo e Ap – Área de preservação permanente.

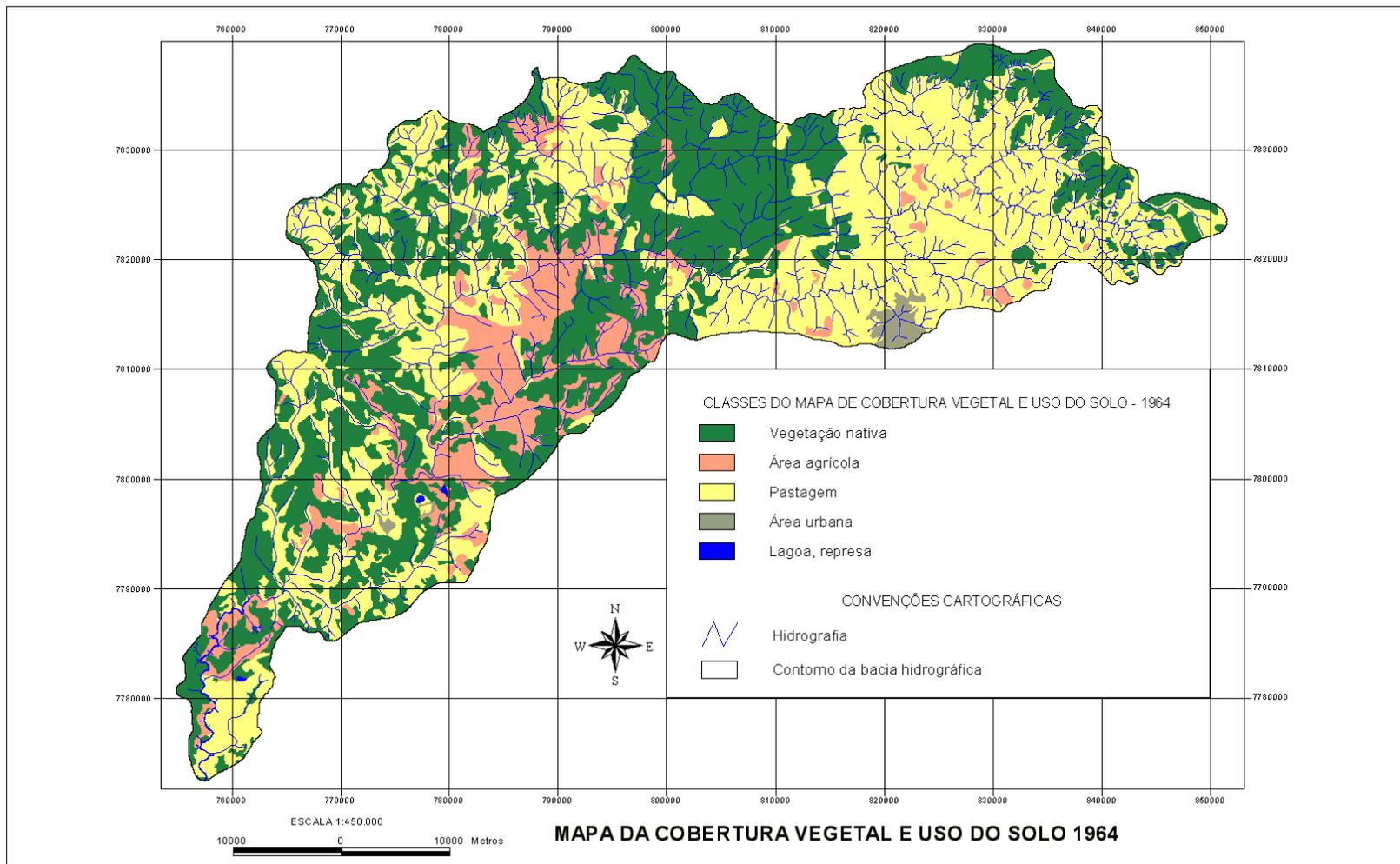


Figura 4.2.2 – Mapa da Cobertura Vegetal e Uso do Solo de 1964

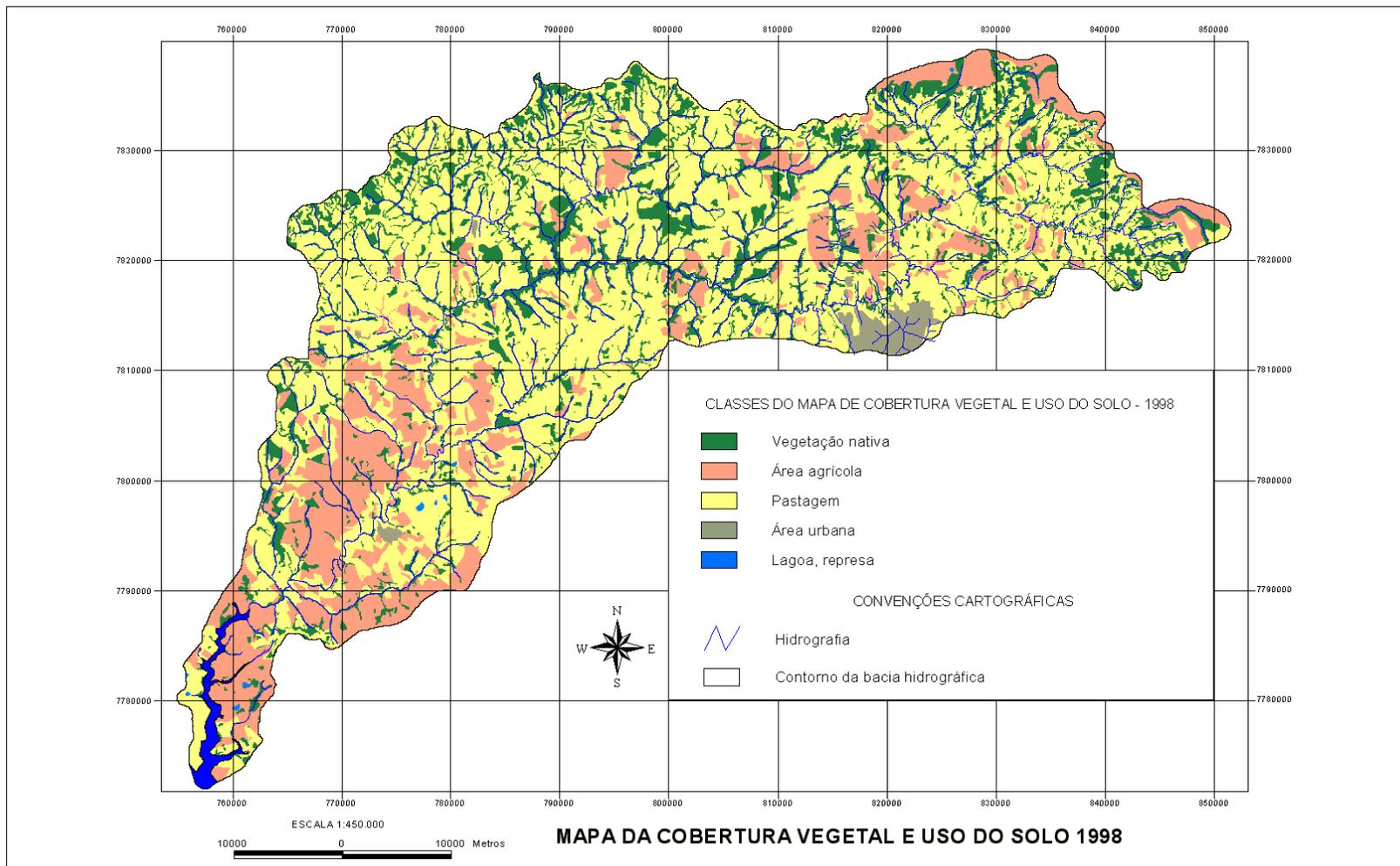


Figura 4.2.3 – Mapa da Cobertura Vegetal e Uso do Solo de 1998

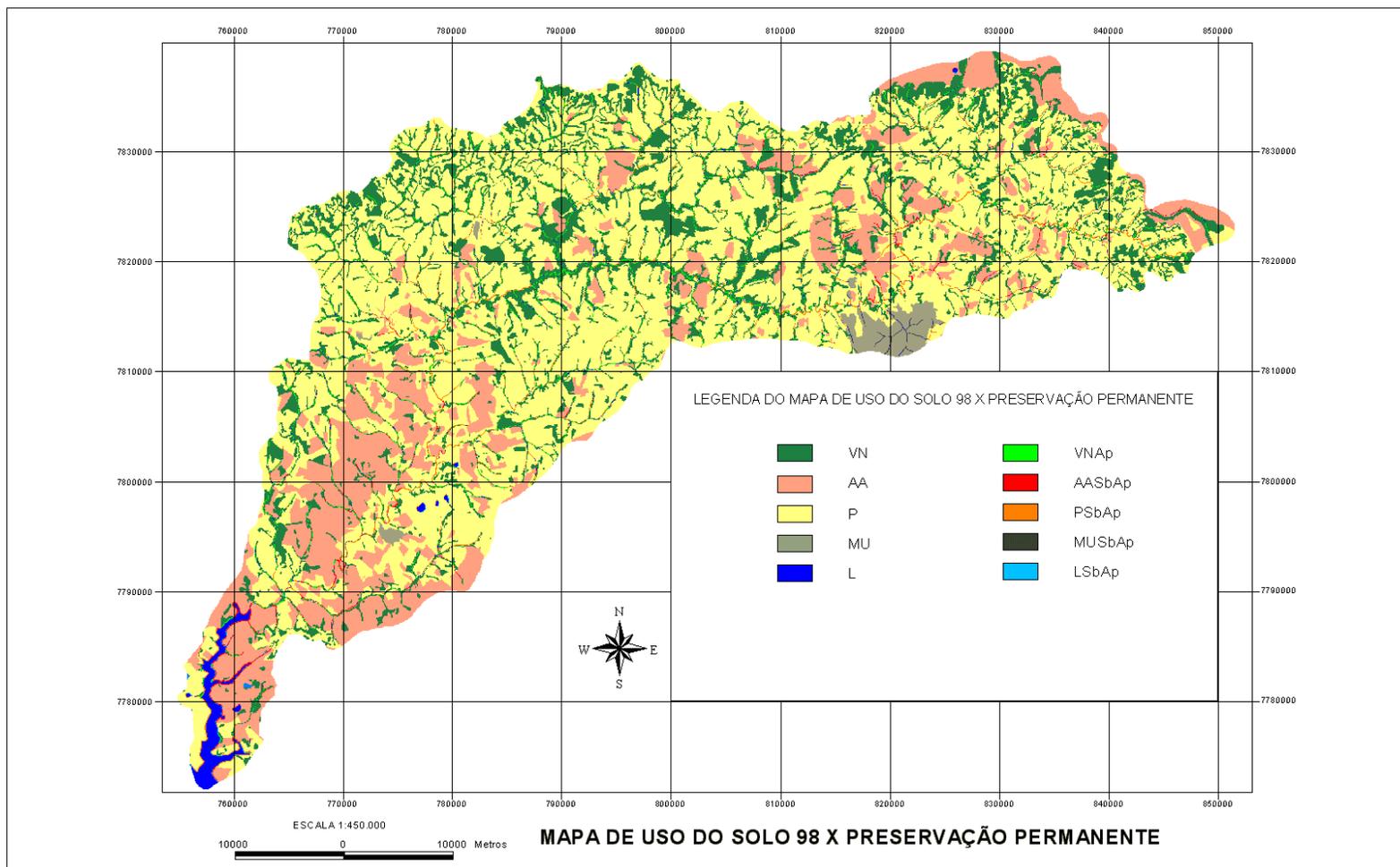


Figura 4.2.4 – Mapa de Uso do Solo de 1998 x Preservação Permanente

4.3 - Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água

A qualidade da água é, sem dúvida, o reflexo das ações naturais e antrópicas ocorridas, que pode ser observado a curto, médio e longo prazo. No entanto, para conseguir um levantamento tão numeroso de dados é preciso estabelecer um monitoramento eficaz, o que exige mão-de-obra especializada, médios investimentos e uma entidade gestora capacitada para estabelecer soluções aos problemas detectados.

A Lei 9.433/97 indica os Comitês de Bacias Hidrográficas – CBH, que destinados a atuar como “parlamento das águas” têm funções deliberativas, normativas e consultivas, que envolve a participação dos usuários, do poder público e da sociedade civil organizada na gestão das bacias. Cabe a cada cidadão, através dos instrumentos de gestão político-sociais, lutar pela recuperação e preservação dos recursos naturais ainda disponíveis na região.

No caso da bacia do rio Uberaba, realizou-se uma análise da evolução do uso e ocupação do solo de 1964 com o de 1998, tornando possível perceber que neste período houve muitas mudanças. A Figura 4.3.1 apresenta os resultados desta evolução. Uma explicação mais detalhada sobre a legenda e distribuição de áreas nesta figura é demonstrada na Tabela 4.3.1.

A vegetação nativa que em 1964 cobria mais de 40 % da bacia passou apenas a 19% em 1998. As pastagens evoluíram em 23% sobre este tipo de uso, enquanto que a área agrícola ocupou 9%. Estes valores levariam a pensar que restaram apenas 8% da vegetação nativa. Mas, a natureza sempre reage na tentativa de encontrar equilíbrio. Em 11% da bacia houve substituição das pastagens e da área agrícola por vegetação nativa, provavelmente por terem sido abandonadas. Grande parte destas áreas recuperadas são áreas de preservação permanente, determinadas pelo Código Florestal.

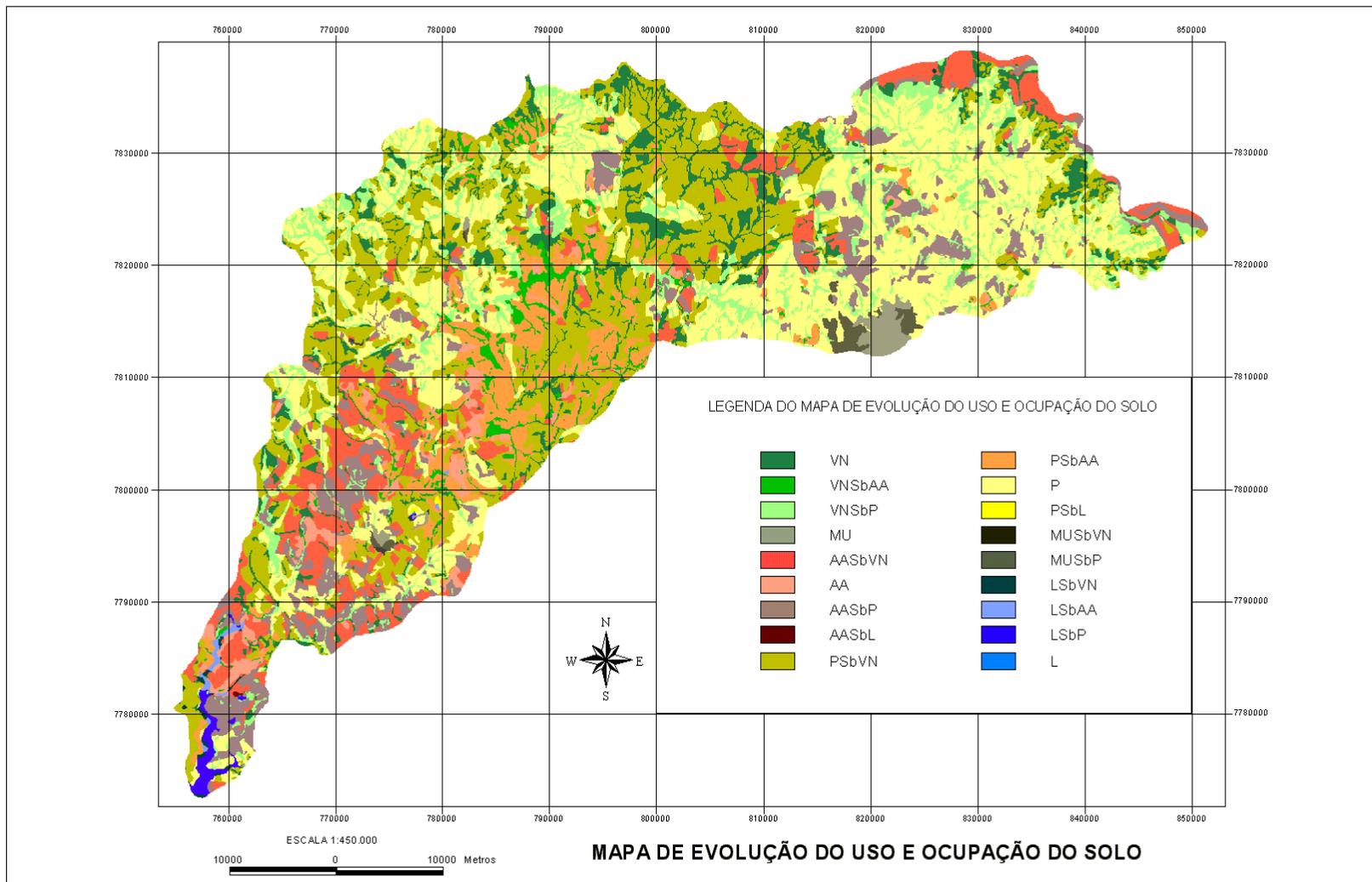


Figura 4.3.1 – Mapa de Evolução do Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Rio Uberaba

Tabela 4.3.1 – Detalhamento da Legenda da Figura 4.3.1

Tipo de Ocupação	Área (km²)	% da Área
VN – Vegetação Nativa	187,6	8,07
VNSbAA - Vegetação Nativa Substituindo Área Agrícola	47,5	2,04
VNSbP - Vegetação Nativa Substituindo Pastagens	225,1	9,68
AA – Área Agrícola	48,7	2,09
AASbVN - Áreas Agrícolas Substituindo Vegetação Nativa	209,5	9,01
AASbP - Áreas Agrícolas Substituindo Pastagens	196,1	8,43
AASbL - Áreas Agrícolas Substituindo Lagoas	0,3	0,01
P - Pastagem	652,3	28,05
PSbVN – Pastagem Substituindo Vegetação Nativa	535,4	23,02
PSbAA – Pastagem Substituindo Área Agrícola	168,5	7,25
PSbL – Pastagem Substituindo Lagoas	0,8	0,03
MU – Malha Urbana	19,5	0,84
MUSbVN – Malha Urbana Substituindo Vegetação Nativa	1,0	0,04
MUSbP – Malha Urbana Substituindo Pastagem	15,0	0,65
L - Lagoas	0,1	0,00
LSbVN – Lagoas Substituindo Vegetação Nativa	3,1	0,13
LSbAA – Lagoas Substituindo Área Agrícola	4,4	0,19
LSbP – Lagoas Substituindo Pastagem	10,5	0,45

A maior extensão da área agrícola substituindo a vegetação nativa ocorreu no município de Conceição das Alagoas e nas regiões de planalto, na cabeceira do rio no município de Uberaba. Já no município de Veríssimo, a perda da vegetação nativa foi pelas pastagens. Ainda em Uberaba, ocorreu um aumento significativo da malha urbana, não havendo correspondência para as outras cidades da bacia.

O represamento do rio Grande, através da criação da Usina Hidrelétrica Porto Colômbia inundou as margens do rio Uberaba, próximo à foz, na década de 70, ocupando uma área de 18 km².

O modelo de uso e ocupação apresentado, neste período de 34 anos, justifica os resultados de qualidade da água encontrados nas análises. A Tabela 4.3.2 apresenta o levantamento das diversas atividades potencialmente poluidoras exercidas na bacia.

Tabela 4.3.2 – Algumas atividades potencialmente poluidoras na bacia do rio Uberaba nos municípios que a compõem (Fonte: Prefeitura dos Municípios da Bacia)

Local/ Atividade Geradora de Impacto	Potencial Poluidor Sobre a Água	Local/ Atividade Geradora de Impacto	Potencial Poluidor Sobre a Água
Nascente/ Culturas de milho e soja	Fertilizantes e biocidas (N, P, K, cádmio, cobre, mercúrio, chumbo e zinco)	Nascente/ Pastagens	Diminui a vazão e acelera processos erosivos do solo (partículas sólidas em suspensão, Coliformes totais e fecais).
Santa Rosa/ Uberaba Horticultura	Fertilizantes e biocidas (N, P, K, cádmio, cobre, mercúrio, chumbo e zinco).	Santa Rosa /Uberaba Fossa Negra	Contaminação do lençol freático (Coliformes Totais e fecais)
Santa Rosa/ Uberaba Extração de cascalho e argila	Perda da Cobertura Vegetal (diminui vazão). Foco de processos erosivos (sólidos em suspensão)	Malha Urbana de Uberaba antes da Captação	Contaminação (Lixo, coliformes totais e fecais)
Captação de Água (CODAU)	Extração de 95% da água disponível na estação seca (diminui a vazão)	Uberaba /Córrego das Lages.	Despejo de esgoto doméstico sem tratamento (Elevada DBO, coliformes, sais, eutrofização, lixo, etc.)
Pesque-pague antes da captação	Contaminação (Lixo, coliformes totais e fecais e matéria orgânica)	Distrito Ind. I/ Uberaba Fábrica de Rações	Despejos com alto teor de matéria orgânica (Elevada DBO)
Distrito Ind. I/ Uberaba Curtume	Cobre (sulfato); metilamina; cromo; corantes (metais pesados); matéria orgânica (sangue e soro); elevados sólidos em suspensão; salinidade; DBO e DQO.	Distrito Ind. I/ Uberaba Fábrica de Fertilizantes	Fertilizantes (Eutrofização)
Distrito Ind. I/ Uberaba Coleta de lixo e limpeza Urbana	Contaminação do lençol freático com chorume	Distrito Ind. I/ Uberaba Indústria de equipamentos em geral	Polifosfatos, perboratos, silicatos, carbonato de sódio, carboximetilcelulose, etc.
Distrito Ind. II/ Uberaba Fábrica de rações	Despejos com alto teor de matéria orgânica (Elevada DBO).	Distrito Ind. II/Uberaba Armazenagem de Grãos	Uso de biocidas (cádmio, cobre, mercúrio, chumbo e zinco).
Veríssimo/ Conceição das Alagoas Granjas	Despejos com alto teor de matéria orgânica (Elevada DBO).	Conceição das Alagoas/ Veríssimo Esgoto	Despejo de esgoto doméstico sem tratamento (Elevada DBO, coliformes, sais, eutrofização, lixo, etc.)
Veríssimo /Conceição das Alagoas Cultura da	Fertilizantes e biocidas (N, P, K, cádmio, cobre, mercúrio, chumbo e zinco)	Veríssimo /Conceição das Alagoas Pastagens	Diminui a vazão e acelera processos erosivos do solo (partículas sólidas em suspensão, Coliformes totais e fecais).

Cana-de-açúcar e sorgo			
------------------------	--	--	--

No primeiro trecho - da nascente até o reservatório do CODAU – a qualidade da água está em conformidade com o enquadramento oficial (FEAM/IGAM) atendendo à Classe 2 (CONAMA 20/86), com exceção das seguintes variáveis: coliformes total e fecal, alumínio, cobre, fosfato total, manganês e turbidez. A maior ocupação para este trecho é pelas pastagens. Culturalmente, nesta região não se realiza reforma com técnicas que ajam contra a compactação do solo. Com o passar do tempo, há o enfraquecimento das gramíneas deixando o solo mais exposto aos processos erosivos, impulsionado pelo acesso do gado e ausência de mata ciliar em muitos trechos do rio. Além, de diminuir a infiltração das águas de chuva causando interferência no ciclo hidrológico.

Quanto aos coliformes fecais e totais, são indicativos de pequenos lançamentos de esgotos derivados das atividades de bovinocultura (currais e acesso direto de animais) e avicultura, identificados durante as caminhadas ao longo do rio. Outro indicativo é o crescimento de bairros da cidade de Uberaba próximos ao rio. Muitos moradores fazem ligação de esgotos na rede pluvial, que conseqüentemente alcançam o rio antes da captação.

Outra atividade impactante é a agricultura, em especial a horticultura, realizada nas margens do rio Uberaba e que em alguns trechos ocupa área de preservação permanente. Esta atividade contribui com poluição originada pelo uso de fertilizantes e contaminações com biocidas, elevando o nível de toxicidade da água, comprovados por documentos do FEAM/IGAM de 2001.

No segundo trecho quase todas as variáveis estão fora do padrão de Classe 2, atendendo ao padrão de Classe IV, conforme CONAMA 20/86. Infelizmente, este trecho do rio é o mais poluído por causa dos lançamentos de esgotos domésticos e industriais desta cidade. MOTA (1995) afirma que a composição dos resíduos industriais é bastante variável. Há uma previsão, segundo projeto do CODAU, de uma estação de tratamento de esgoto. Esta estação, em funcionamento, irá tratar o esgoto contribuindo com a despoluição e adequação do trecho, conforme a legislação ambiental.

Situado entre as cidades de Uberaba e Conceição das Alagoas-MG, o terceiro está enquadrado na Classe 2, com muitas variáveis acima dos níveis determinados para esta classe

(Resolução CONAMA 20/86). O rio Uberaba apresenta no seu leito o afloramento do basalto, formando pequenas quedas com escoamento turbulento, contribuindo para o processo de autodepuração, recuperando um pouco a qualidade da água. O principal afluente deste trecho é o rio Veríssimo, contaminado com os esgotos domésticos e industriais da cidade homônima.

O quarto trecho está enquadrado novamente na Classe 2, porém com as seguintes variáveis acima do limite estabelecido para a classe: alumínio, cobre, ferro solúvel, coliformes totais e fecais, fosfato total, manganês, níquel e turbidez. Está previsto na Resolução CONAMA 20/86 que as águas enquadradas na Classe 2 têm os seguintes usos preponderantes: abastecimento doméstico, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Uberaba envia água com baixa qualidade para Conceição das Alagoas, Veríssimo e até mesmo Planura. Estes municípios não podem usufruir o uso desse recurso, conforme indicação da Classe de qualidade de água. Em visita aos moradores ribeirinhos destes municípios, os mesmos afirmaram que “nem mesmo o gado chega perto do rio de tanto que catinga (na língua popular quer dizer mau odor)”. Pode-se perceber que os mesmos não consideravam nenhuma vantagem do rio passar por suas Terras. Sem incentivos para contribuir com a melhoria da qualidade da água, pouco se tem feito estes municípios em favor do rio Uberaba. Conseqüentemente, apesar de ter aumentado o seu volume de água e passar por processo de depuração ao longo de seu curso, o rio continua tendo variáveis fora do enquadramento, pois recebe mais contaminação destes municípios. Este será um motivo de conflito a ser gerenciado pelo Comitê de Bacia Hidrográfica local.

4.4 - Índice de qualidade de Água - IQA

Segundo MAIA (1992), nos últimos anos confirmou-se a importância da abordagem científica, passando os estudos do impacto ambiental a enfatizar as mudanças das condições iniciais dos fatores ambientais e considerar os programas de monitoração dos impactos. Detendo-se aos aspectos científicos da causa, isto implica em obter medições criteriosas dos

parâmetros e indicadores escolhidos para caracterizar a qualidade dos fatores ambientais relevantes, alcançando um diagnóstico ambiental realista.

A qualidade das águas superficiais do estado de Minas Gerais está sendo acompanhada pelo Projeto Águas de Minas – Monitoramento das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais – Bacia do Rio Grande desenvolvido pelos órgãos FEAM/IGAM. Foi publicado um documento constando as informações dos pontos de amostragem, denominados BG057 (nos anos de 1998 e 2000) e BG058 (no ano de 2000), localizados no rio Uberaba afluente da Bacia do rio Grande.

Os indicadores da situação ambiental adotados são: o Índice de Qualidade de Águas (IQA) e a Contaminação por Tóxicos. O IQA foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation, USA, considerando um conjunto de nove parâmetros mais representativos para a caracterização da qualidade das águas. Desta forma, os parâmetros adotados na elaboração do IQA foram o OD, Coliformes Fecais, pH, DBO, nitrato, fosfato total, temperatura, turbidez e sólidos totais. Os níveis de qualidade e suas respectivas faixas de valores que variam entre 0 e 100, conforme descrição na Tabela 4.4.1 a seguir:

Tabela 4.4.1 – Distribuição dos níveis de qualidade de água do IQA

Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito Ruim	$0 < IQA \leq 25$

Assim definido, o IQA reflete a interferência por esgotos sanitários e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos.

A contaminação por tóxicos é avaliada considerando-se os seguintes componentes: amônia, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cianetos, cobre, cromo hexavalente, índice de fenóis, mercúrio, nitritos e zinco. Em função das concentrações observadas e dos limites legais definidos na CONAMA 10/86, a contaminação é caracterizada como Baixa, Média ou Alta.

De acordo com Relatório FEAM/IGAM (2002) o ponto de amostragem BG058 foi estabelecido em 02/03/00 e o ponto BG059 em 15/08/97 (Figura 4.4.1).

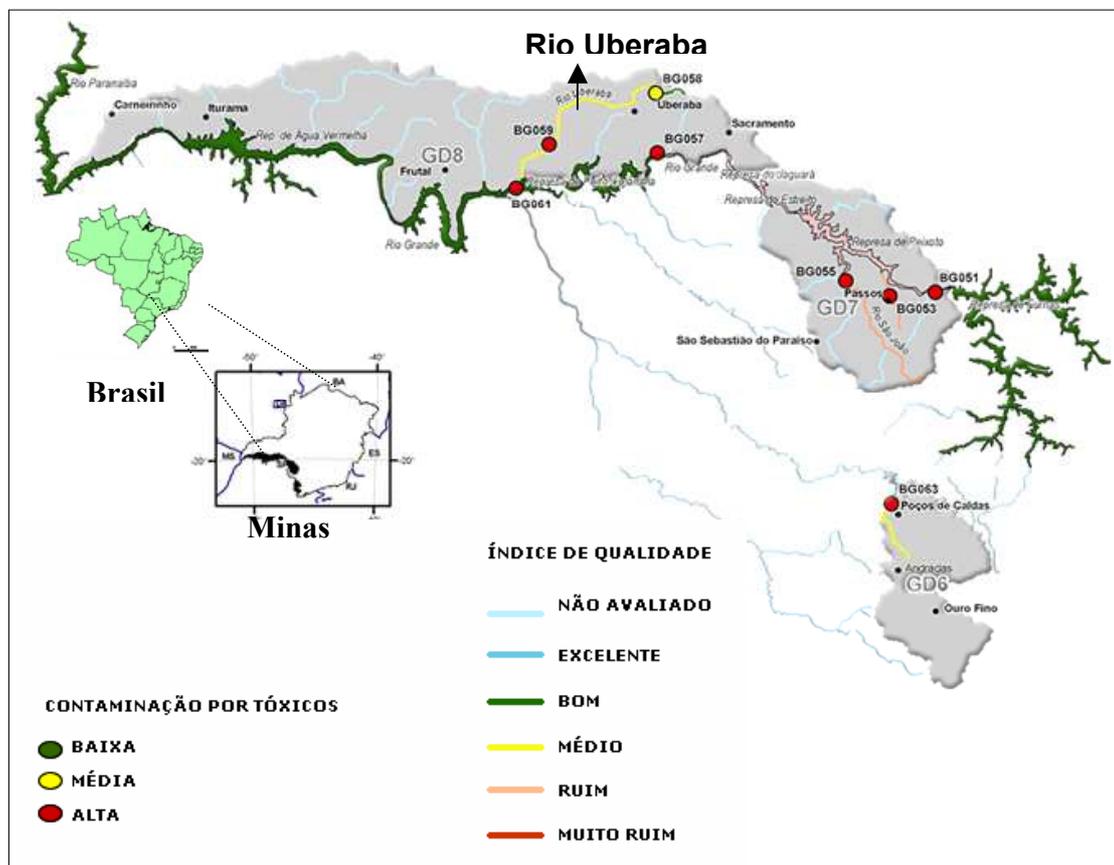


Figura 4.4.1 – Qualidade das águas superficiais em 2001, 4º trimestre, Bacia do Rio Grande/GD8. (Fonte: www.igam.mg.gov.br/aguas/htmls/gd678_t4_01.htm)

O Ponto BG059 está localizado no Rio Uberaba a montante do Reservatório de Porto Colômbia, no município de Conceição das Alagoas (Estação I) e o Ponto BG058 está localizado acima da captação, em Santa Rosa (Estação D). As Tabelas 4.4.2 e 4.4.3 apresentam os resultados dos respectivos enquadramentos (Respectivos dados no Anexo 1).

Tabela 4.4.2 – Relação de parâmetros e respectivos resultados do Ponto BG059 (Estação I)

Resultados	1998	2000
------------	------	------

Enquadramento	Classe 2	Classe 2
IQA:	Médio	Médio
Contaminação por Tóxicos	Média	Alta
Ocorrência acima dos Limites de Classe	Cádmio, Coliformes Fecais, Fosfato Total.	Alumínio, Cobre, Ferro solúvel, Coliformes Fecais, índice de Fenóis, Fosfato Total, Manganês, Níquel e Turbidez.

Tabela 4.4.3 – Relação de parâmetros e respectivos resultados do Ponto BG058 (Estação D)

Resultados	1998	2000
Enquadramento	-	Classe 2
IQA:	-	Médio
Contaminação por Tóxicos	-	Alta
Ocorrência acima dos Limites de Classe	-	Alumínio, Cobre, Coliformes Fecais, índice de Fenóis, Fosfato Total, Manganês e Turbidez.

Os resultados do IQA obtidos com base nos dados de qualidade de água desta pesquisa foram desenvolvidos segundo a metodologia apresentada por CETESB (2001). Por isso, ressalva-se que as comparações a seguir são aproximações, por não ser possível conhecer com exatidão os métodos utilizados pelo FEAM/IGAM (2002). A Figura 4.4.2 apresenta o resultado sumarizado do IQA das três coletas. Os riscos horizontais tracejados indicam o limite da Faixa do IQA – CETESB e os riscos horizontais cheios indicam o limite da Faixa do IQA –

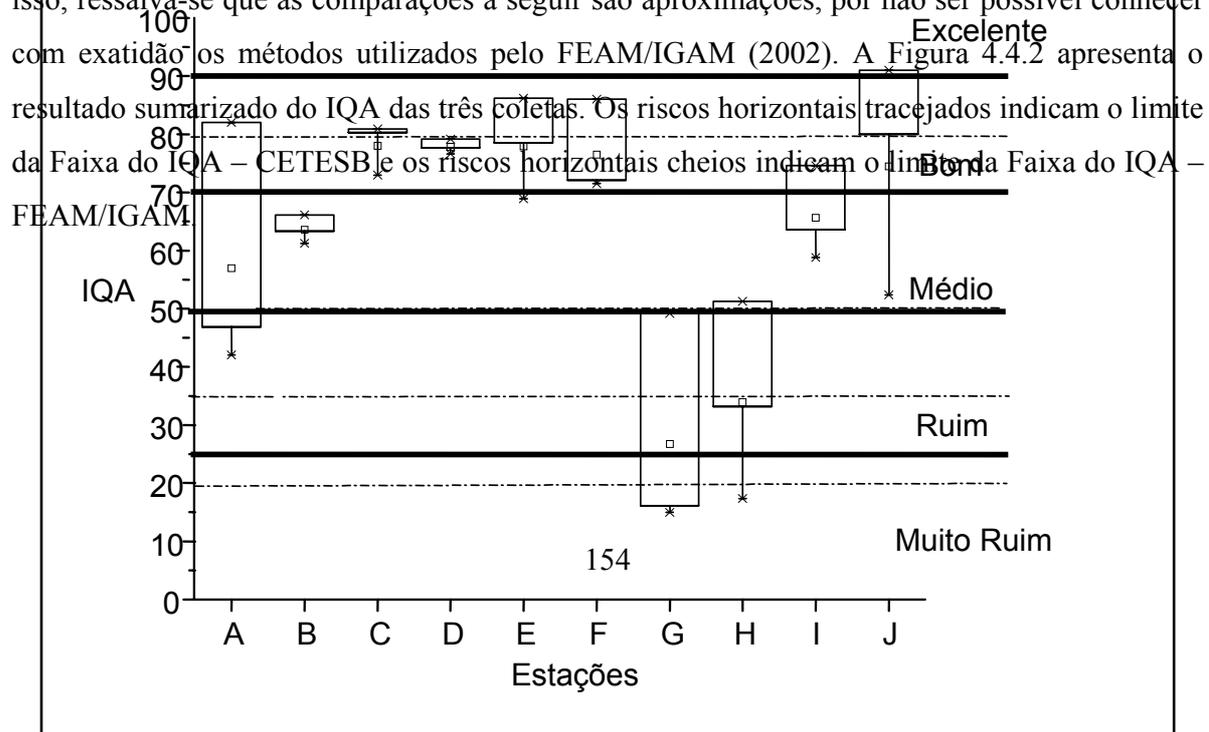


Figura 4.4.2 – Resultados do IQA nas estações de coleta

Comparando os resultados de IQA com a classificação considerada por FEAM/IGAM (2002) apresentada na Tabela 4.8.1, nas três coletas os IQAs na estação D enquadraram-se na faixa “Bom”, enquanto que para a estação I, apenas na primeira coleta obteve este resultado, sendo que para a segunda e a terceira coletas, o IQA manteve-se “Médio”.

O IQA varia de péssimo a regular nas estações G e H, com valor médio que se enquadra na faixa “Ruim”, enquanto que as estações A, B e I mantêm os valores médios na faixa “Regular”. O restante das estações se enquadram na faixa “Bom”. A maior diferença entre o IQA – CETESB e o IQA – FEAM/IGAM ocorre nas faixas “Bom” e “Ótima”, sendo o IQA – FEAM/IGAM mais rigoroso, pois considera valores maiores para cada faixa. Mesmo assim, os resultados apresentados pelos IQAs estão de conformidade com a qualidade de água encontrada na bacia (Anexo 2).

5 – CONCLUSÕES GERAIS

A presente pesquisa foi desenvolvida para diagnosticar os impactos ambientais gerados pela ocupação e pelas formas de utilização da terra, considerando alguns fatores que caracterizam as reações do ecossistema identificando a degradação. Então, obteve-se as seguintes conclusões:

- Os resultados demonstrados na evolução do uso do solo revelaram que na bacia do rio Uberaba há a predominância das pastagens, associado ao fator cultural da tradicional pecuária regional.
- A evolução da ocupação e modernização das atividades econômicas não considerou os possíveis riscos ambientais gerados com os intensos desmatamentos, principalmente na cabeceira do rio Uberaba. Este fato associa-se à deficiência da legislação ambiental do passado, ignorância de conhecimento sobre o equilíbrio ecológico no cerrado e ganância na obtenção do lucro sobre qualquer atividade que viesse a ser rentável.
- Correlacionando o uso do solo com o código florestal em vigor foi possível identificar e localizar as áreas de preservação permanente que estão ilegalmente sendo ocupadas por outros usos, devendo ser recuperadas. Concomitantemente, foram identificadas as áreas que ainda estão conservadas.
- De acordo com o levantamento histórico das leis ambientais conclui-se que houve muitos desmatamentos ilegais nas décadas de 80 e 90, ocasionando a baixa porcentagem de vegetação nativa disponível na bacia.

- Os resultados em relação a suscetibilidade à erosão mostraram que as áreas selecionadas são ocupadas pela agropecuária, sugerindo que sejam tomadas as providências em relação à mudança no manejo com o uso de técnicas mitigadoras de conservação do solo para reduzir os impactos, principalmente sobre os recursos hídricos.
- A perda crescente da vegetação nativa, principalmente na região de nascentes com pastagens, sem manutenção adequada, aumentaram a compactação do solo, diminuindo a capacidade de infiltração das águas de chuva e interfere no abastecimento do lençol freático o que pode estar interferindo na quantidade de água disponível na bacia. Além disso, está ocorrendo a atuação de processos erosivos resultando no acúmulo de banco de areia em vários pontos do rio.
- O método de avaliação de impacto – matriz de interação, subsidiado pelos resultados obtidos com SIG – Idrisi e levantamentos bibliográficos foram adequados para identificar os impactos ambientais diretos e indiretos na bacia.
- O estado de degradação contínuo em que se encontra a bacia do rio Uberaba e sua importância para o abastecimento público deverão ser poderosos incentivos para o empreendimento de ações de recuperação e preservação de seus recursos.
- A formação do comitê da bacia hidrográfica que abrange a área desta bacia será um importante passo para estabelecer ações de educação ambiental, planejamento de recuperação de áreas degradadas e controle de poluição, pois terá poderes de interação entre todos os setores da sociedade com capacidade de reunir esforços em prol do manejo sustentável sem utopias.
- Conclui-se ainda que as análises de qualidade de água realizadas ao longo do curso do rio Uberaba mostraram a influência direta e indireta dos fatores atribuídos ao modelo de uso e ocupação do solo na bacia. O rio Uberaba, enquadrado pela Legislação Estadual na Classe 2, não apresenta nenhum de seus

trechos de acordo com esta classificação, o que restringe totalmente os usos dispostos na classe 2 para os municípios de Veríssimo e Conceição das Alagoas.

- A recepção de esgoto doméstico e industrial pode ser considerada a principal causa de interferência no equilíbrio ecológico do rio, fator resultante da ocupação urbana que, ao invés de tratar os esgotos, os despeja nos rios e afluentes. Será necessário estabelecer rigoroso controle da qualidade do rio Uberaba, para que a perda de sua qualidade não traga conseqüências graves para a saúde pública.
- O IQA poderá ser utilizado como referência em monitoramentos da qualidade de água da bacia do rio Uberaba.

6 – AÇÕES PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DA BACIA

A bacia do rio Uberaba apresenta-se bastante impactada em função do modelo de uso do solo adotado desde as primeiras ocupações. Por isso, recomenda-se um trabalho de intensa divulgação dos dados aqui levantados para obter a conscientização da população que a habita, disponibilizando o conhecimento da situação ambiental atual para o início da tarefa de educação.

Segundo consta na história da evolução do uso e ocupação da bacia, e através dos mapas produzidos nesta pesquisa, existem áreas dentro da bacia que são ocupadas por pastagens por mais de 34 anos, podendo estar sendo utilizadas sem manutenção até por 60 anos. A cada ano, o pisoteamento do gado aumenta gradativamente a compactação do solo, formando uma camada impermeável às águas da chuva. Conseqüentemente, aumenta o escoamento superficial incitando os processos erosivos e diminuindo o abastecimento do lençol freático.

Como o volume de água disponível no rio Uberaba depende do processo descrito anteriormente, com o passar do tempo diminui também sua vazão, ou volume de água disponível. Recomenda-se o uso de tecnologia simples desenvolvida pela EMBRAPA, para o manejo adequado das pastagens. A técnica citada aprimora os métodos de rentabilidade do pecuarista, onde as pastagens podem ser reformadas fazendo-se o consórcio com plantação de milho ou soja. Além de melhorar o ganho anual do pecuarista, esta técnica permite a reforma do pasto com baixo custo de investimento. Este investimento inicial é necessário para fazer o plantio e aluguel de máquinas, no caso do pecuarista não tê-las, retornando como lucro resultante da venda da produção ou economia na compra de insumos para tratar o gado.

Foram detectadas na pesquisa as áreas que não atendem as especificações do Código Florestal. Portanto, recomenda-se a estruturação de um programa de recuperação das áreas degradadas na bacia, principalmente para as matas ciliares, pois contribuem na melhoria da qualidade das águas superficiais. Este programa deverá ser feito em parceria com a EMATER e os proprietários das terras, com prazo estimado para alcançar os objetivos desejados, visto que

as áreas detectadas não estão em conformidade com as Leis Florestais, podendo os proprietários receber multa por infringirem-nas.

O programa deverá se estender também às áreas de nascentes, encostas, topos de morros e àquelas potencialmente susceptíveis a erosão. O sucesso deste programa dependerá das técnicas propostas para a recuperação das áreas. Sugere-se que a primeira meta a ser estabelecida deva ser a construção de cercas separando as áreas de pastagens e agrícolas das áreas a serem recuperadas e, posteriormente, realizar o plantio de espécies da vegetação nativa. O processo pode acontecer aos poucos, por sub-bacia, que servirá de modelo para outras, sucessivamente, até a recuperação de toda a área.

Como já é do conhecimento da sociedade, o CODAU vem trabalhando para a instalação das estações de tratamento dos esgotos da cidade de Uberaba. Provavelmente em dois anos estarão funcionando e trazendo um grande benefício ao rio Uberaba que é a despoluição de grande trecho que hoje não apresenta boa qualidade de água. O mesmo sistema deverá ser adotado nos municípios de Veríssimo e Conceição das Alagoas em menor escala. A estação de Conceição das Alagoas não estava funcionando nas datas de realização das coletas de água desta pesquisa. Nas pesquisas de campo, observou-se o lançamento de esgoto no rio Uberaba naquela localidade.

Deverá ser realizado o zoneamento ambiental - um plano que possibilita gerar uma proposta de divisão da bacia que empreenderá, baseando-se em classificação ambiental devida, nas análises dos quadros ambientais atuais e futuros e na solicitação de áreas a serem autorizadas ou interditadas legalmente para determinadas atividades. Este zoneamento é um dos aspectos da política ambiental que tem por finalidade resguardar o desenvolvimento sustentável da bacia, sendo ainda, um instrumento de gestão regulamentado pela Política Nacional de Meio Ambiente estabelecido pela Lei n 6.938 de 31 de agosto de 1991 e do decreto n 88.351 de 01 de junho de 1983.

Conforme PIRES & SANTOS 1995, este zoneamento servirá para impedir que a propriedade individual seja utilizada exclusivamente de maneira desejada pelo proprietário, garantindo a obediência às determinações da administração pública que, subsidiada pelo planejamento ambiental, deverá discernir entre os tipos de usos dos recursos permissíveis para cada área dentro da bacia, conforme os critérios ecológicos e econômicos estabelecidos no plano de gerenciamento.

Após estabelecer o zoneamento, será necessário empreender um plano de controle das cargas poluidoras no rio Uberaba, bem como o monitoramento da qualidade de água. MOTA, 1995 afirma que as medidas de controle da poluição dos recursos hídricos devem ter caráter técnico, administrativo e legal. Um plano de controle de poluição de determinado recurso hídrico deve considerar as características e aspectos regionais, apoiando-se em legislação própria, com definição das atribuições de todos os órgãos envolvidos, estabelecer quais os requisitos de qualidade de água pretendidos e ainda fixação das punições a serem aplicadas quando descumpridos tais requisitos. O plano de controle de poluição é mais uma tarefa a ser gerida pelo comitê de bacia.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA 21/ Resumo – Cúpula da Terra: **Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro, Brasil. 3 – 4 de Junho, Centro de Informação das Nações Unidas, 1992, 46p.

ALMEIDA, Luciana Togeiro de. **Política Ambiental: Uma análise Econômica**. São Paulo: Unesp Editora Papirus, 1998. 192p.

APHA. **Standard Methods for examination water and wastewater**. 19th ed. Washington, 1995. 1368 p.

ASSAD, Eduardo Delgado et al. Estruturação de dados geoambientais no contexto de microbacia hidrográfica. In: ASSAD, Eduardo Delgado; SANO, Edson Eyji. **Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Agricultura**. Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1993. p. 89–108.

ASSIS, Antônio F. Ferraz de, et. al. **Uso do Trator no Controle à Erosão**. Instruções Práticas CATI, Campinas, 4ª edição, nº. 153. 36 p. Agosto. 1986.

AWWA-American Water Work Association. **Standard Methods for Water and Wastewater**, 19 ed, Washington, APHA, 1995.

BARBIERI, José Carlos. **Desenvolvimento e Meio Ambiente: as estratégias de mudanças da Agenda 21**. Petrópolis/RJ, Editora Vozes, 4ª edição, 2001. p. 107-121.

BARROS, Raphael T. de V. et. al. **Manual de saneamento e proteção ambiental para municípios**. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2ª edição, v. 2. 1996. 221p.

BARTHOLO, J. A. Eficiência potencial de processos convencionais e especiais do tratamento de água para remoção de parâmetros ligados à agricultura. **Boletim Técnico EPAMIG**. Belo Horizonte, nº 41, Fev. 1994.

BERTONI, José; LOMBARDI NETO, Francisco. **Conservação do Solo**. São Paulo, Editora Ícone. 1993. 355 p.

BOGNIOTTI Lauro Donizette; Márcio .A. Souza. NOGUEIRA; Rouverson Pereira. SILVA. Estudo de Erodibilidade na Bacia do Rio Uberaba (MG), com Emprego de SIG In: **XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 1999, Pelotas/RS. Jul, 1999, CD-Rom.

BRAILE, Pedro Márcio; CAVALCANTI, José Eduardo W. A. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais**. CETESB: São Paulo. 1979. 764p.

BRANCO Samuel Murgel. **O Meio Ambiente em Debate**. São Paulo: Editora Moderna, 2001.71p. Cap. 3: Os Impactos Ambientais, p. 20-21.

BRANCO, Samuel Murgel. **Tratamento de Esgotos e Águas Residuárias: poluição e pesquisa tecnológica**, São Paulo: Editora Moderna, 1972. p. 117-151.

BRASIL. **Código Civil Brasileiro**, de 12 de janeiro de 1911.

_____. **Código Penal Brasileiro**, de 07 de dezembro de 1940.

_____. **Decreto nº 2.848**, de 07 de dezembro de 1940. Institui o Código Penal Brasileiro

_____. **Decreto nº 1.413**, de 14 de agosto de 1975. Institui o Controle de Poluição Sobre o Meio Ambiente.

_____. **Decreto nº 24.643**, de 10 de julho de 1934. Institui o Código das Águas.

_____. **Decreto nº 7.6389**, de 03 de outubro de 1975. Institui Sobre o Controle de Poluição Industrial.

_____. **Decreto nº 94.076**, de 05 de março de 1987. Institui Sobre o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas.

_____. **Decreto nº 97.632**, de 10 de abril de 1989. Regulamenta o Art. 2. VIII, da lei nº 6.938, de 31/08/81, que dispõe sobre a recuperação de áreas degradadas (exploração de recursos minerais).

_____. **Decreto nº 97.628**, de 10 de abril de 1989. Regulamenta o Código Florestal.

_____. **Decreto nº 98.816**, de 11 de janeiro de 1990. Dispõe Sobre os Agrotóxicos.

_____. **Decreto nº 99.221**, de 25 de abril de 1990. Cria a Comissão Interministerial para a preparação da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento - CIMA.

_____. **Decreto nº 99.274**, de 06 de junho de 1990. Regulamenta a Lei 6.902 de 27/04/81 e Lei 6.938 de 31/08/81.

_____. **Lei nº 3.824**, de 23 de novembro de 1960. Institui sobre a limpeza de bacias hidrográficas

_____. **Lei nº 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal.

_____. **Lei nº 5.197**, de 01 de janeiro de 1967. Institui sobre a proteção da fauna.

_____. **Lei nº 6.513**, de 20 de dezembro de 1977. Dispõe sobre áreas especiais de proteção.

_____. **Lei nº 6.803**, de 02 de julho de 1980. Institui o zoneamento industrial.

_____. **Lei nº 6.902**, de 27 de abril de 1981. Institui a criação de Estações Ecológicas.

_____. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Institui sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.

_____. **Lei nº 7.347**, de 24 de julho de 1985. Institui os danos causados ao Meio Ambiente.

_____. **Lei nº 7.735**, de 22 de fevereiro de 1989. Institui a Secretaria Especial do Meio Ambiente -SEMA.

_____. **Lei nº 7.797**, de 10 de julho de 1989. Cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente - FNMA.

_____. **Lei nº 7.990**, de 28 de dezembro de 1989. Institui sobre a compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica.

_____. **Lei nº 8.001**, de 13 de março de 1998. Institui as modificações da Lei 7.990 de 28/12/89.

_____. **Lei nº 8.171**, de 17 de janeiro de 1991. Institui a Política Agrícola.

_____. **Lei nº 9.433**, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos - PNRH.

_____. **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Institui as sanções penais e administrativas ao Meio Ambiente.

_____. **Lei nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Institui a criação de Parques Nacionais, Estaduais e Municipais e Reservas Biológicas pelo Poder Público.

_____. **Medida Provisória nº 2.166-67**, 24 de agosto de 2001. Dispõe a supressão total ou parcial de florestas de preservação permanente.

_____. **Portaria GM nº 0013**, 15 de janeiro de 1976. Define Quatro Classes para Águas Interiores.

_____. **Resolução CONAMA nº 001**, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre o Estudo e o Relatório de Impacto Ambiental.

_____. **Resolução CONAMA nº 20**, 18 junho de 1986. Estabeleceu a Nova Classificação das Águas Doces, Salobras e Salinas do Território Nacional.

BRIGANTE, Janete. **Utilização de testes ecotoxicológicos para a avaliação do impacto de substâncias químicas no rio Moji-Guaçu: uma abordagem ecossistêmica.** 144 p. (Relatório Técnico) – Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2001.

BUKIT, N. T et al. Water Quality Conservation for the Citarum River in West Java. **Water Science Technology**, Water Conservation And Pollution Control, v. 31, nº 9, p. 1-10, 1995.

BURGUERA, J. L et al. Studies on the Albarregas River Pollution. **Acta Cient. Venez**, v. 37, nº 6, p. 657-666, 1986.

CALIJURI, Maria do Carmo; OLIVEIRA, Haydee Torres de. **Manejo da qualidade de água: uma abordagem metodológica.** Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada - USP, 1996. 31p.

CARDOSO, H.E.A. (org). **Fundamentos de SIG. A tecnologia da informação a serviço do desenvolvimento.** Viçosa, MG. SRH/MMA/Núcleo SIGEO. v. 1, 1997. 80p.

CARVALHO, J.C. Gestão Florestal em Minas Gerais In: LOPES, Ignes Vidigal et al. **Gestão Ambiental no Brasil: Experiência e Sucesso.** Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 4a edição, 2001. p. 128 a 154.

CEDRAZ, A. **Política Nacional dos Recursos Hídricos – Legislação.** Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília. 2001. 54p.

CETESB - - Companhia de Tecnologia de Saneamento. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo.** São Paulo: Série Relatórios/Secretaria de Estado do Meio Ambiente, v. 1 e 2, 2001. 160 p.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia Fluvial.** São Paulo: Edgard Blucher, 3ª edição, 1981. 189p.

CRUZ, Leila Beatriz Silva. **Avaliação de um filtro de manta sintética não tecida para irrigação localizada.** 65p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – FEAGRI - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1996.

DACACH, Nelson Gandur. **A água em nossas vidas**. Fundação Escola Politécnica da Bahia. Editora Didática e Científica Ltda., Salvador-Ba, 1990. 190p.

DAFLON, R. Pioneirismo verde. **Revista Época**. 11 de outubro de 1999.

DI BERNARDO, Luiz. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água**. Rio de Janeiro: ABES, v. I e II, 1993. 503p.

ECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO **Revista**, nº 5, agosto. 1995. p. 15.

EMBRAPA/EPAMIG - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das Terras do Triângulo Mineiro**. Boletim de Pesquisa nº 1 e 2 mapas, 1982. 526 p.

ESAL - Escola Superior de Lavras. Departamento de Ciências Florestais. **Conservar é Saber Usar: 1º. Curso de Avaliação de Impacto Ambiental**. (Coord. ALVARENGA, M.I.N e SCOLFORA, J.R.S). Lavras: Editora Gráfica Universitária, p. 40-47. 1994.

ESPÍNDOLA, Carlos R.; TERESO, Mauro. José Andrade. A pesquisa em desenvolvimento rural sustentável e a necessidade nacional de formação de recursos humanos habilitados. In: REBOUÇAS, A.C. (Coord). **Ciências e Desenvolvimento Sustentável. Instituto de Estudos Avançados**, São Paulo, USP, 1998. p. 229-238.

ESPÍNDOLA, Evaldo L. Gaeta. et al., **A Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho**. São Carlos: Editora Rima, 2000. 188p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**, Rio de Janeiro, Editora Interciência Ltda. 1988. 575p.

FAGNANI, Maria. Angela. **A Questão Ecológica na Formação do Engenheiro Agrícola**. Universidade Estadual de Campinas: Faculdade de Educação, 1997. 14p.

FEAM/IGAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente e Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Qualidade das águas superficiais do estado de Minas Gerais. **Excertos do Projeto**

Águas de Minas – Monitoramento das Águas Superficiais do Estados de Minas Gerais – Bacia do Rio Grande. Belo Horizonte. Fevereiro. 2002. 12p.

FELDMANN, Fabio. **Guia da Ecologia: para entender e viver melhor a relação homem natureza.** São Paulo, Editora Abril, 1992. 320p.

FIGUEIREDO, Paulo Jorge Moraes. **A Sociedade do Lixo - Os Resíduos, a Questão Energética e a Crise Ambiental.** 2ª Ed., Piracicaba - SP, Ed. UNIMEP, 1995. 240p.

FONTOURA, Sônia Maria et al. **Processo de Tombamento da Caieira do Meio. Processo 0012. Conselho Deliberativo Municipal do Patrimônio Histórico e Artístico de Uberaba.** CODEMPHAU: Arquivo Público de Uberaba, Fundação Cultural de Uberaba e Secretaria Municipal de Planejamento e Meio Ambiente, 2001. 96p.

GALETI, Paulo Anestar. **Conservação do Solo – Reflorestamento – Clima.** Campinas Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2ª edição, 1989. 285p.

GALETI, Paulo Anestar. **Conservação do Solo-Reflorestamento-Clima.** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1982. 286p.

GALETI, Paulo Anestar. **Práticas de Controle à erosão.** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1987. p 1-47.

GOMES, I. A. et. al. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade e aptidão agrícola dos solos do Triângulo Mineiro,** Rio de Janeiro, 1982. p. 14 – 42.

GORBACHEV, Mikhail S. Ambiente: as fontes de água doce secarão. **Revista Época,** p. 104-106, Janeiro. 2001.

GRASSI, Luiz Antônio Timm. Gerenciamento de bacias hidrográficas. **Revista ECOS,** nº 1, p. 24-26, maio. 1994.

GRIPPI, Sidney. **Reciclagem e sua História: Guia para as prefeituras brasileiras.** Rio de Janeiro: Editora Interciência. 2001. 134p.

GUERREIRO, Elaine Maria Bessa Rebello. **Crêterios de Uso e Ocupa o do Solo em Bacias Hidrográficas Visando a Prote o dos Corpos D' gua**. 141p. Disserta o. (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 1996.

HACH METHODS. **Methodology**. Colorado: Hach Company, n  8051, 8224 e 8000. 1996.

HYNES, H. B. N. **The ecology of running waters**. University Press, Liverpool, 1970. 555p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, LABGEO/Universidade de Uberaba, **Cartas Topográficas** (Folha Uberaba, Veríssimo, Guaraci e Campo Florido - Escala 1:100.000). 1972.

IDEXX, Colilert Method. **Defined Substrate Quanti-Tray**, 2000.

IEF-INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS/MG, LABGEO/Universidade de Uberaba, **Mapa de cobertura vegetal e uso do solo**. (Folha Uberaba, Veríssimo, Guaraci e Campo Florido - Escala. 1:100.0000). 1994.

INFOGEO. Revista, Publica o Bimestral, Ano 2, n  6, p. 69, março/abril. 1999.

LAGE FILHO, A. L. **Características ecológicas e limnológicas da bacia hidrográfica do Ribeirão das Antas, no período de menores precipita es (Poços de Caldas – MG)**. 191p. Disserta o. (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1996.

LAURENTY, A. **Qualidade de  gua I**. Florianópolis: Imprensa Universitária. p. 5-89. 1997.

LIMA, Luiz Mário Queiroz. **Lixo: Tratamento e Biorremedia o**. São Paulo: Editora Hemus, 3   edic o, 1995. 227p.

LIMA, R.N et al. Efeito das Atividades Antrópicas na Bacia Hidrográfica do Rio Una. Guarapari/ES. In: **GIS Brasil – 98, IV Congresso e Feira de Usuários de geoprocessamento da América Latina**. Curitiba, PR.1998. CD ROM.

LIPORACY, R. L. F. et al. Gerenciamento de dados de mapeamento geotécnico por sistemas de informações geográficas, visando planejamento ambiental. In: GisBrasil 96 II Congresso e Feira para Usuários de geoprocessamento, 2, Curitiba/PR **Anais... Módulo Meio Ambiente**. Curitiba. v. 1, p. 303-311, 1996.

LORENTZ, L. F. et al. Análise da Bacia Hidrográfica da Represa de Jurumirim (SP) com o Uso de SIG's In: GisBrasil 96 II Congresso e Feira para Usuários de geoprocessamento, 2, Curitiba/PR **Anais... Módulo Meio Ambiente**. Curitiba. v. 1, p. 783-790, 1996.

LUTZENBERGER, José. **Ecologia: Do jardim ao poder**. Porto Alegre: L&PM Editores Ltda, 11^a edição. 1992. 159p.

MACIEL, Gisele de Cássia. **Zoneamento geoambiental do município de São Vicente (SP), utilizando o sistema de informação geográfica – SIG**. Dissertação. (Mestrado em Ecologia Aplicada) – 134p. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2001.

MAGEED, Yahia Abdel. Uma Crise no Horizonte. **Revista O Correio da Unesco**, Rio de Janeiro, Ano 6, n 4, p.4, abril. 1978.

MAIA – Manual de Avaliações de Impactos Ambientais. Curitiba: SUREHMA/GTZ, 1992. 35p.

MAIER, M. H.; TOLENTINO, M. Aspectos climáticos e limnológicos da Bacia do rio Jacaré Pepira. São Paulo, Brasil. **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 2, p. 261-300. 1988.

MARGALFF, Ramón. **Limnologia**. Editora Omega, Barcelona, 1983. 1010p.

MARGALFF, Ramón. **Teoria de los sistemas ecológicos**. Universitat de, Barcelona Publicações, 1991. 290p.

MARTINELLI, L. A. et al. Fluxo de nutrientes em alguns rios do Estado de Rondônia, Bacia do rio Madeira. **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 2, p.911-930. 1988.

MATHEUS, C. E. e TUNDISI, J.G. **Estudo físico-químico e ecológico dos rios da bacia hidrográfica do Ribeirão e Represa do Lobo (Broa): Liminologia e Manejo de Represas**, vol. 1, tomo1, 1985. p. 419-471.

MENCK, J.C. A gestão das Águas – A inserção da variável ambiental nos usos dos recursos hídricos. **Revista BATATA SHOW**, ano 1, nº 2, julho de 2001.

METCALF e EDDY. **Wastewater Engineering: treatment disposal, reuse**. Mcgraw-Hill Publishing Company, 3^a edição, p.50-57. 1991.

MINAS GERAIS. **Lei nº 10.561**, de 27 de dezembro de 1991. Dispõe Sobre a Política Florestal de Minas Gerais.

MINAS GERAIS. **Resolução Complementar nº 006**, de 21 de dezembro de 1992. Dispõe sobre Normas de Controle do Desmatamento que vise alteração do uso do solo no Estado de Minas Gerais.

MOREIRA, Maria Suely. **Estratégia e Implantação do Sistema de Gestão Ambiental (Modelo ISSO 14000)** editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001. 288p.

MOTA, Suetônio. **Preservação e Conservação de Recursos Hídricos**. Rio de Janeiro: ABES, 2^a edição. Editora Rev. e atualizada, 1995. 200p.

MYERS, W. L.; SHELTON, R. L. **Survey methods for ecosystem management**. John Wiley & Sons, New York, 403 p. 1980. apud LAGE FILHO, A. L. Características ecológicas e limnológicas da bacia hidrográfica do Ribeirão das Antas, no período de menores precipitações (Poços de Caldas – MG). 191p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1996.

NETO, M. S. S. et al. Caracterização hidrogeoquímica da bacia do rio Manso-Cuiabá, Mato Grosso. **Acta limnológica Brasiliensia**. v. 14, p. 14-36. 1993.

NEVES, A. R. **A educação florestal**, Rio de Janeiro: Globo, Coleção do Agricultor, Ecologia, 1987. 178 p.

NEVES, Marcos C. e GOMES, Marco. A. F. Caracterização Ambiental da Microbacia do Córrego Espraiano. In: II Simpósio de Usuários IDRISI (p. 5 – 7), **Caderno de Resumos...** Campinas, SP: UNICAMP/FEAGRI. FPE/Faculdade de Agronomia “Manoel Carlos Gonçalves”, EMBRAPA/CNPTIA, UNICAMP/CEPAGRI. (1997) 140 p.

NUSCH, E. A. **Comparasion of different methods for chlorophyll a and pheopigments determination.** Arc. Fur Hydrobiol, v. 14, p.14-36. 1980.

ODUM, Eugene. P. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Editora. Guanabara, 1988. 434p. Cap. 2: Ecossistemas. p. 9-54.

OLIVEIRA Elísio Márcio de. **Educação Ambiental: uma possível abordagem** Brasília: Editora da UnB, 2^a edição, 2000. 149p.

OTTWAY, J. H. **Bioquímica da Poluição.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, trad. de PITOMBO, Luiz; MASSARO, Sérgio, EPU, 1982.

OVALLE, A. R. C et al. Variação espacial da composição química das águas fluviais, Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 2, p. 883-895. 1988.

PATERNIANI, José Euclides Stipp. **Aplicações Modernas das Técnicas de Irrigação e seus Impactos sobre os Recursos Hídricos: Legislação e Disposição Legais sobre o Uso dos Recursos Hídricos - Módulo 6.** Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior:FEAGRI/UNICAMP, 1998. 49 p.

PETTS, G. E, & AMOROS, C. **Fluvial Hydrosystems.** Chapman & Hall, London, 322 p. 1996.

PINTO, N. L. S. et al. **Hidrologia básica.** São Paulo, Editora Edgard Blücher, p. 1-6. 1976.

PIRES. J. S. R.: SANTOS, J. E. Bacias Hidrográficas: integração entre meio ambiente e desenvolvimento. **Revista Ciência Hoje**, v. 19, nº 110. p. 40 – 45. 1995.

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos: **Legislação.** Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília, 54p. 2001.

PONTES, Hildebrando. **História de Uberaba e a Civilização do Brasil Central**. Minas Gerais: Editora Academia de Letras do Triângulo Mineiro, 1978.

PRADO, Rachel Bardy. **Influência do uso e ocupação do solo na qualidade de água: Estudo do médio rio Pardo – SP (período de 1985 a 1997)**. 128p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1999.

RAMALHO, Rubens Sette. **Introduction to Wastewater: treatment processes**. New York: Academic Press Inc (2nd Ed.), 1983. 577p.

RANIERI, Simone Beatriz Lima. **Avaliação de métodos e escalas de trabalho para determinação de risco de erosão em bacia hidrográfica utilizando sistema de informações geográficas (SIG)**. 128p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1996.

RELATÓRIO. **Documentação da Proposta de Criação do CBH-Rio Uberaba**. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Belo Horizonte. 2001.

RICHETER, C. A.; AZEVEDO NETTO, Jorge Marques. **Tratamento de Água: tecnologias atualizadas**. São Paulo: Editora Edgard Blücher,. p. 01-41. 1989.

RIOS, Leonardo. **Estudo Limnológico e fatores ecológicos em ribeirões e córregos da bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão (Estado de São Paulo)**. 146p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 1993.

ROCHA FILHO, José da; PRIMAVESI, Odo. Aplicação do SIG-IDRISI para Estudo e Classificação das Áreas de Proteção dos Recursos Naturais na Fazenda Canchim (EMBRAPA São Carlos – SP). In: II Simpósio de Usuários IDRISI. **Caderno de Resumos...** Campinas/SP: UNICAMP/FEAGRI. FPE/Faculdade de Agronomia “Manoel Carlos Gonçalves” e EMBRAPA/CNPTIA, UNICAMP/CEPAGRI. p. 5 – 7, 1997.

RODRIGUES, Rodrigo. **Análise da dinâmica da cobertura e uso da Terra na bacia do Ribeirão Claro, utilizando o SIG e a cadeia de Markov.** 61p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1997.

RODRIGUES, M. **Introdução ao geoprocessamento.** In: I Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, São Paulo: EPUSP, p. 1-26. 1990.

SANTOS, Eva Teixeira. **Caracterização Ambiental da Alta Bacia do Rio Aquidauana/MS e Identificação dos Impactos do Uso do Solo na Qualidade dos Recursos Hídricos.** 132p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2000.

SANTOS, Marcos Bravin dos. **Proposta metodológica para o planejamento do uso agrícola da vinhaça, considerando os seus aspectos ambientais, por meio de sistema de informação geográfica.** 122p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2000.

SCHWARZBOLD, A. et al. Eutrofização, Biodiversidade e recuperação de ambientes degradados. Programa brasileiro para a conservação e manejo de águas interiores: Síntese das Discussões. **Acta Limnológica Brasiliensia**, Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Limnologia, Editor BARBOSA, Francisco A. R. v. 5, p. 211-222. 1994.

SENNA, N. A **Terra Mineira.** In: Chorographia de Minas Gerais. Edição Centenário da Independência. Typ. Lith. Pimenta Mello e Cia. Rua Sachet, 34. 1922.

SILVA, Demetrius David da; PRUSKI, Fernando Falco. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável na agricultura.** Brasília: MMA; SRH; ABEAS; Viçosa-MG: UFV – Departamento de Engenharia Agrícola, 252p. 1997.

SILVA, E. **Avaliação de impactos no Brasil.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 34p. 1994.

SILVEIRA, Rosana B. **Influência dos óleos e graxas sobre o comportamento e desenvolvimento inicial em hippocampus reidi (pisces, syngnathiformes, syngnathidae) em laboratório.** <ftp: www.unilivre.org.br/centro/experiências/330.html> , 29/08/2002.

SIMÃO JR, Roberto. **Uso do SIG como ferramenta de auxílio na recuperação de áreas degradadas.** 92p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos. 2001.

SINAY M.F; LIMA Júnior, P.C.R. SIG como Ferramenta na Avaliação Qualitativa de Impactos Ambientais Decorrentes de Projetos Relativos a Sistemas de Transporte Público. In: **Anais.V Congresso Brasileiro de Defesa do Meio Ambiente.** Editora do Clube de Engenharia. Rio de Janeiro. Setembro, 1998.

SOUZA, Enio Resende de. **Manejo integrado de bacias hidrográficas.** Belo Horizonte: EMATER-MG, 1999. 20p. il.

SOUZA, Helga Bernhard; DERISIO, José Carlos. **Guia técnico de coleta de amostras de água.** São Paulo: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento, 257p. 1994.

SOUZA, Paulo Henrique de. **A ponderação de fatores ambientais para a proposição de zoneamento para distritos industriais utilizando SIG.** 183p. (Mestrado Ecologia Aplicada): Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos. 1998.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 1, 240 p. 1995.

SPERLING, Marcos Von. **Princípios básicos do tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, v. 2 , 211p. 1996.

STALLARD, R. F. e EDMOND, J. M. **Geochemistry of the Amazon II: the influence of Geology and Weathering environment of the dissolved load.** Washington, J. Geoph. Res. 88: p.8671-8688. 1983.

TAUK- TORNISIELO, Sâmia Maria. *Análise Ambiental: estratégias e ações*. Editores:, S.M.; GOBBI, N.; FORESTI, C.; LIMA, S.T. São Paulo. T.A. Queiroz/Fundação Salim Farah Maluf; Rio Claro, SP., CEA-UNESP, 1995, 381p.

TEIXEIRA, Amândio L. A.; MORETTI, Edmar; CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Introdução aos sistemas de informação geográfica**. Rio Claro, Ed. do autor, 1992. 80p.

TEIXEIRA, C. V. et al. GEO Fiscalizando o Desmatamento. **Revista INFOGEO**, Ano 2, nº 7, p. 48 – 49, maio/junho, 1999.

TUBELIS, Antônio e NASCIMENTO, Fernando J. L. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações Brasileiras**. São Paulo: Nobel, 1980. 374p.

TUNDISI, J. G e STRASKRABA, M. **Strategies for building partnerships in the context of river basin management: the role of ecotechnology and ecological engineering**. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, v. 1, p. 31-38, 1995.

VALÉRIO FILHO, Mário. Gerenciamento de bacias hidrográficas com a aplicação de técnicas de geoprocessamento. In: TALK-TORNISIELO, S. M. et al. **Análise Ambiental: Estratégias e Ações**, Rio Claro/SP: Centro de Estudos Ambientais – UNESP. 1995.

WETZEL, R.G. **Limnology**. W.B. Saunders Co, Philadelphia, 1995.

XAVIER-DA-SILVA, José. **Geoprocessamento e SGIs**. Curso de Especialização em Geoprocessamento. Rio de Janeiro: UFRJ, IGEO, LAGEOP, v. 4, 1999. CD ROM.

XIA, R. The study and practice of developing a fresh water resource in the estuary of the tidal Yangtze river. *Journal of Water Services Research and Technology*. **Magazine AQUA**, v. 46, nº 6, p.335-346, Dec. 1997.

YAHN, Armando Gallo. **Água x População: um balanço mundial e regional**. Campinas: Seminário, Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A SANASA, 1999.

10 - ANEXO 1

Tabela 11.1 - Resultados das análises das variáveis físicas e químicas da água do Rio Uberaba-MG em agosto de 2001

Variáveis/Estações	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Temp. °C	14,7	16,7	18,4	15,2	20,6	19,8	18,8	20,1	22,2	22
pH	4,93	4,73	6,31	6,84	7,41	7,23	7,19	7,33	6,48	7,04
Cond. uS-1	0,05	2,00	46,00	49,60	48,00	51,00	298,00	314,30	57,60	59,00
OD mg/L	6,86	7,77	9,49	9,11	8,86	8,28	0,00	1,93	8,94	8,92
% sat OD	76,70	90,63	113,20	99,82	107,04	98,50	0,00	22,82	109,82	117,53
Alcalinidade mg/L	3,551	0,6	29,45	26,1	0	32,2	117,8	133,25	19,95	20,4
CO2 livre mg/L	93,65	24,17	30,30	8,38	2,43	3,89	15,85	10,09	13,08	3,69
DQO mg/L	56	3	0	16	17	23	154	117	23	26
DBO mg/L	4,64	2,28	0,75	0,45	0,48	0,61	166,61	69,60	1,10	1,69
Turbidez	233	14	13	6	5	8	57	72	7	9
MST mg/L	19,00	0,52	0,69	1,45	1,88	5,44	69,47	43,38	2,32	3,63
Cor Aparente Pt Co	233	14	13	24	31	38	310	393	35	43
Cor real Pt Co	38	7	18	15	24	16	96	97	27	27
Cloretos mg/L	1,2	0,2	0	0,3	1,7	6,1	23,7	23,8	5,1	3,7
Sulfatos mg/L	9	0	0	2	1	1	16	9	16	2
Nitrato ug/L	50,69	16,58	61,47	14,91	16,03	638,43	113,85	125,98	1011,00	1014,50
Nitrito ug/L	3,89	2,13	1,30	2,08	2,06	3,07	23,23	15,00	24,60	38,70
Amonio ug/L	386,54	121,90	22,13	25,58	14,18	35,86	2215,70	1803,90	67,16	94,40
N Orgânico mg/L	2,72	0,23	0,35	0,21	0,30	0,42	29,25	40,44	0,54	0,74
Fósforo total ug/L	104,55	18,33	42,63	38,00	32,84	43,73	1461,10	1557,30	217,50	109,59
Ortofósforo ug/L	9,18	4,38	21,17	19,00	14,58	19,37	722,35	843,09	53,28	48,04
Fósforo dissolvido ug/L	17,00	8,67	28,90	26,39	21,96	28,46	968,65	944,03	75,62	73,25
Silicato mg/L	0,26	0,11	6,11	6,67	7,18	8,20	6,12	6,73	5,39	5,57
Coliformes totais NMP ind/100ml	68930	3270	>2419	6050	4810	7880	>2419200	>2419200	36000	3230
Coliformes fecais NMP ind/100ml	620	310	307,6	410	51,2	49,6	>2419200	>2419200	610	0
Óleos e Graxas mg/L	37,00	17,00	6,00	8,00	1,00	9,00	52,00	24,00	4,00	1,00

Tabela 11.2 - Resultados das análises das variáveis físicas e químicas da água do Rio Uberaba-MG em outubro de 2001

Variáveis/Estações	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Temp. °C	32,5	20,3	21,6	26,9	23,9	26,3	25	29	28,2	27,1
pH	6,34	5,52	7,33	7,61	7,37	7,7	7,79	8,07	7,04	6,95
Cond. uS-1	13	2	49	54	55	56	429	295	52	50
OD mg/L	5,45	7,08	9,38	8,59	7,83	8,68	0	3,77	6,67	7,16
% sat OD	79,14	88,80	119,00	120,01	100,65	116,55	0,00	52,31	91,37	96,23
Alcalinidade mg/L	1,55	22,15	33,25	30,85	30,85	31,25	153,15	84,90	15,65	15,65
CO2 livre mg/L	1,25	136,28	3,10	1,40	2,54	1,16	4,71	1,30	2,62	3,26
DQO mg/L	188	0	0	3,5	0	0	220	81	10	7
DBO mg/L	4,16	0,79	0,97	0,35	0,79	0,84	7,34	5,07	1,33	1,34
Turbidez	195	2	7	7	56,5	8	153	44	13	6
MST mg/L	99,60	0,74	0,99	0,84	1,29	3,04	117,10	27,48	3,73	3,09
Cor Aparente Pt Co	900	13	22,5	40	34	41	714,5	240	71	49
Cor real Pt Co	78	14	36	52	16	18	208	85	235	20
Cloretos mg/L	0,65	0	0,5	0,3	0,6	1	54,5	1,8	4,3	3,2
Sulfatos mg/L	6	1	3	4	1	2	28	8	2	2
Nitrato ug/L	101,67	18,21	23,87	24,04	9,80	26,77	12,80	20,13	557,82	591,54
Nitrito ug/L	7,34	1,71	1,40	1,65	1,98	3,72	24,13	10,53	13,04	15,29
Amonio ug/L	292,54	25,26	16,64	25,07	37,36	44,70	2363,90	2739,60	179,18	84,38
N Orgânico mg/L	19,13	0,44	0,45	0,81	0,20	0,43	45,35	26,06	0,97	0,85
Fósforo total ug/L	159,74	84,17	69,42	88,17	70,07	81,14	2435,50	1461,90	141,93	157,93
Ortofosfato ug/L	19,34	6,22	19,45	22,65	14,88	13,04	2009,50	1105,70	56,18	56,24
Fósforo dissolvido ug/L	33,39	12,81	26,63	35,75	26,00	27,03	1894,90	1083,80	81,83	79,63
Silicato mg/L	1,16	0,87	8,03	7,27	6,85	7,18	4,55	6,94	4,78	6,22
Coliformes totais NMP ind/100ml	104624	4080	98040	38730	23330	29870	>2419,2	4100000	241970	187,2
Coliformes fecais NMP ind/100ml	5540	325,5	325,5	307,6	107,1	200	>2419,2	1046240	5200	124,6
Óleos e Graxas mg/L	80,00	ND	ND	ND	ND	8,00	128,00	37,00	15,00	17,00
	OBS: ND - Não determinado									

Tabela 11.3 - Resultados das análises das variáveis físicas e químicas da água do Rio Uberaba-MG em janeiro de 2002

Variáveis/Estações	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Temp. °C	25,7	22,6	22,2	23,7	25,5	24,8	24,7	24,1	27,4	26,3
pH	5,61	4,02	7,08	6,9	7,49	7,41	6,93	6,8	7,09	7,07
Cond. uS-1	4	0,002	71	61	49	49	78	54	50	48
OD mg/L	7,68	6,75	7,60	7,78	8,00	8,05	6,96	7,05	7,45	7,79
% sat OD	106,47	88,49	97,52	102,66	105,85	105,23	90,76	89,8	100,63	103,27
Alcalinidade mg/L	3,90	6,10	43,80	35,15	34,15	27,50	35,30	24,80	24,60	23,45
CO2 livre mg/L	18,09	1147,03	7,21	8,57	2,09	2,04	7,93	7,58	3,70	3,74
DQO mg/L	22	8	10	12	11	34	15	14	3	0
DBO mg/L	1,42	0,91	1,15	1,29	2,04	1,15	6,26	3,28	2,06	0,93
Turbidez	6	3	10	15	19	16	28	19	28	36
MST mg/L	3,30	1,45	3,75	5,44	7,30	6,05	14,89	10,82	23,47	28,67
Cor Aparente Pt Co	39	21	46	69	91	86	150	97	60	81
Cor real Pt Co	19	11	28	40	47	47	41	42	146	200
Cloretos mg/L	0,7	0	0,5	0,7	0,6	1,2	3,5	2,5	1,5	1,6
Sulfatos mg/L	1	1	2	3	3	4	3	3	6	5
Nitrato ug/L	8,53	11,44	26,07	30,29	27,79	48,30	102,72	158,21	237,71	261,24
Nitrito ug/L	1,46	1,07	3,08	1,78	3,03	2,30	35,15	65,22	31,61	37,99
Amonio ug/L	7,62	2,45	4,85	3,51	2,31	2,77	921,43	379,47	34,85	24,60
N Orgânico mg/L	0,64	0,36	0,43	0,25	0,21	0,25	0,78	0,49	6,17	1,15
Fósforo total ug/L	41,18	30,49	58,00	68,06	65,27	67,17	133,54	128,49	324,25	166,71
Ortofosfato ug/L	4,51	5,83	19,17	16,02	19,25	15,44	142,08	57,85	39,87	37,06
Fósforo dissolvido ug/L	9,40	8,98	27,67	22,45	26,92	20,74	163,56	76,77	49,72	52,57
Silicato mg/L	1,10	0,93	9,04	9,57	10,13	9,28	9,27	9,01	10,28	10,52
Coliformes totais NMP ind/100ml	5200	10810	30760	30760	13130	29870	488400	365400	14670	>2419
Coliformes fecais NMP ind/100ml	0	200	200	310	100	980	1483000	25400	2940	>2419
Óleos e Graxas mg/L	ND	ND	ND	12,00	ND	ND	14,00	12,00	10,00	10,00

Legenda das estações de amostragem:				G	Uberaba- Bairro Jd Uberaba
A	Nascente Ponte Alta	D	Santa Rosa	H	Uberaba- Bairro Morumbí
B	Faz. Chapadão	E	Prainha	I	Conceição das Alagoas
C	Ponte do Bambú	F	Reservatório da CODAU	J	Planura- Foz com Rio Grande