



Mestrado em Engenharia Ambiental

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental

DISSERTAÇÃO

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO RIO MARACUJÁ

Autora: Maria Alzira Diniz Almeida

OURO PRETO - MG

2008



Universidade Federal de Ouro Preto
Programa de Pós-Graduação Engenharia Ambiental
Mestrado em Engenharia Ambiental

MARIA ALZIRA DINIZ ALMEIDA

“DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO RIO MARACUJÁ”

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Ambiental
da Universidade Federal de Ouro Preto,
Como requisito parcial à obtenção do título
De Mestre em Engenharia Ambiental.**

Orientadora Prof^a Dr^a Vera Lúcia de Miranda Guarda

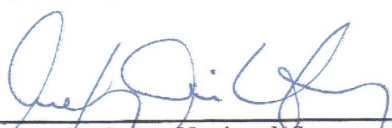
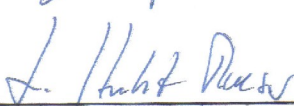
**OURO PRETO
2008**

 UFOP Universidade Federal de Ouro Preto	Ministério da Educação Universidade Federal de Ouro Preto Programa de Mestrado em Engenharia Ambiental ICEB - Campus - Morro do Cruzeiro Ouro Preto - MG - CEP 35.400-000 Fone: (031)3559-1725 E-mail: proagua@iceb.ufop.br
---	--

“Diagnóstico Ambiental do Rio Maracujá”

Autora: Maria Alzira Diniz Almeida

Dissertação defendida e aprovada, em 26 de setembro de 2008, pela banca examinadora constituída pelos professores:

 Professora Dr.ª Vera Lúcia de Miranda Guarda- Orientadora Universidade Federal de Ouro Preto
 Professor Dr. Caetano Marciano de Souza Universidade Federal de Viçosa
 Professor Dr. Hubert Mathias Peter Roeser Universidade Federal de Ouro Preto

Bruno, Henrique, Flávia, Diogo e Sérgio,
*Eternos companheiros de minha vida. Razão
da caminhada. Minha admiração e orgulho.*

Flávia, Diogo, Henrique, Bruno

*“O correr da vida embrulha tudo.
A vida é assim: esquentada e esfria,
aperta e daí afrouxa,
sossega e depois desinquieta.
O que ela quer da gente é coragem”*

João Guimarães Rosa

*Carmem e Inês, minha sempre ternura
Tia Eunice, meu eterno carinho
Meus irmão e irmãs, presentes que Deus me deu
Antônia, minha grande companheira*

**Ao Projeto Manuelzão, razão da dissertação sobre o rio Maracujá e à Universidade
Federal de Ouro Preto, meus agradecimentos pelo apoio, infra-estrutura, recursos
técnicos e humanos:**

**Prof. Apolo Heringer Lisboa/Coord. Projeto Manuelzão/UFMG,
Rafael Bernardes/Projeto Manuelzão/UFMG,
Prof. Marcos Callisto/ICEB/NUVELHAS/UFMG,
Juliana França/NUVELHAS, Ludmila Vieira/IGAM, Josilene Filgueiras/IGAM,
Luís César Botelho/CEMIG, Jose Antônio Cardoso (CETEC).**

**Aos Profs. José Fernando de Paiva/DEQUI/UFOP, Paulo de Tarso/DEGEO/UFOP,
Júlio Cezar de Oliveira/DEAMB/UFOP, pelas discussões e sugestões.**

**Prof. Hermínio Arias Nalini Jr/Lab. de Geoquímica Ambiental/DEGEO /EM/UFOP,
pelas análises realizadas.**

**Tanare Cambraia, Fernanda Fonseca, Cláudia Guedes, Jaime Rios, Osvaldo
Gonçalves, Cláudio Gouvea, Maurício Coutrin, Geraldo Magela, Carlúcio Antonio,
César Versiani,**

Meu muito, muito obrigada.

À minha orientadora, Dr^a Vera Lúcia de Miranda Guarda, pelo apoio e competência.

*...o rio mais lindo, é o que passa no quintal da minha casa
À minha mãe e ao meu pai*

O rio Maracujá pertence à bacia do Alto Curso do rio das Velhas, inserida no Complexo Bação, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, região de grande depósito de minério de ferro, manganês, ouro, e gemas preciosas, cuja descoberta demarcou o desenvolvimento mineiro, principalmente na região leste do estado.

A localização da bacia do rio Maracujá favoreceu dois pólos básicos de desenvolvimento: a mineração de topázio imperial, como subsídio próprio, e a agropecuária, como celeiro do município de Ouro Preto.

Com o objetivo de diagnosticar os impactos sofridos pelo rio Maracujá junto a sua calha e seu entorno, foram realizados levantamentos bibliográficos e *in loco*, quanto aos aspectos naturais e antrópicos.

Duas campanhas foram monitoradas em função de parâmetros físico-químicos e biológicos referentes ao regime climático da região. O comprometimento da vida aquática foi identificado pelo biomonitoramento das comunidades de anfíbios e de macroinvertebrados bentônicos.

A ausência de sistema de tratamento de esgoto e ações voltadas para o bem estar da comunidade estão associadas à falta de políticas públicas voltadas à gestão ambiental.

O conflito relativo ao volume de água expõe o ecossistema no uso de seus recursos naturais. O custo deste passivo se faz sentir quando evidencia ser o rio Maracujá um dos primeiros poluidores do rio das Velhas.

Os impactos e a degradação sofridos em sua calha e em seu entorno foram identificados: assoreamento, retificação do rio, ausência de tratamento de esgoto, comprometimento da biodiversidade e contaminação das águas.

A fragmentação dos habitats é uma resposta aos impactos e à degradação ambiental, reagindo às interferências naturais e antrópicas que afetam todo este ecossistema.

Palavras chaves: rio, assoreamento, qualidade da água, bioindicador, esgoto.

ABSTRACT

The Maracujá river belongs to the Upper Course of the Velhas river, inserted into Bação Complex, Quadrilátero Ferrífero, region of large deposit of iron ore, manganese, gold, and precious gems, whose discovery drew the mining development, especially in the east side of the state.

The location of Maracujá river favored two local points of development: the mining of imperial topaz, as self subsidize, and agro-farming, in the city of Ouro Preto.

Aiming to diagnosis the damages suffered by the Maracujá river along its course and around, a series of bibliographical research was made besides in loco researches as to natural aspects and provoked ones.

Two campaigns were monitored according to the physico-chemical and biological aspects concerning the climate regimen of the region. The reduction of aquatic life was identified by monitoring the communities of amphibians and benthic macroinvertebrates.

In the absence of sewage treatment system and actions directed to the welfare of the community are a consequence of the lack of public policies geared to health and environmental management.

The impact on the volume of water exposes the ecosystem in the use of its natural resources. The cost of that liability is felt when the river Maracujá evidences to be one of the first polluters of the Velhas river.

The degradation suffered by its ground channel and its around were identified: sedimentation, rectification, absence of sewage treatment, damaging the biodiversity and water contamination.

The fragmentation of habitats is a response to the impacts and environmental degradation, responding to natural and anthropogenic interference that affect this entire ecosystem.

Key words: bioindicators, impact, silting, water quality, public health, sewage.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
SUMÁRIO.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xiii
LISTA DE EQUAÇÃO.....	xiii
SIGLA.....	xiv
<i>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....</i>	<i>1</i>
1.1 - A ÁGUA NO PLANETA.....	1
1.2 - A ÁGUA NO BRASIL	2
1.3 - A ÁGUA DO RIO MARACUJÁ.....	2
1.4 – JUSTIFICATIVA.....	3
1.5 – OBJETIVOS GERAIS.....	4
1.5.1 – Objetivos Específicos	4
<i>CAPÍTULO 2 - HISTÓRICO DA MINERAÇÃO DA REGIÃO DE OURO PRETO</i>	
<i>OCUPAÇÃO DO SOLO</i>	<i>5</i>
<i>2.1 - ASPECTOS EXTRATIVISTAS RELACIONADOS À EXTRAÇÃO DE OURO PRETO.....</i>	<i>5</i>
<i>CAPÍTULO 3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</i>	<i>8</i>
3.1 - ESTUDO AMBIENTAL DA QUALIDADE DA ÁGUA: IQA.....	8
3.2 - ESTUDO DO ASSOREAMENTO.....	12
3.3 - ESTUDO DOS BIOINDICADORES.....	13

3.4 - AVALIAÇÃO DO PROTOCOLO DE TRECHOS DE BACIAS.....	15
--	----

CAPÍTULO 4 - PARTE EXPERIMENTAL 18

4.1 - UNIVERSO DE ESTUDO	18
4.2 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	18
4.3 - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS.....	20
4.3.1 - Clima.....	20
4.3.2 - Vegetação.....	20
4.4 - ESTUDO AMBIENTAL DA QUALIDADE DA ÁGUA - IQA	21
4.4.1 - Pontos de coleta.....	21
4.4.2 - Materiais e Métodos	22
4.5 - ESTUDO DO ASSOREAMENTO.....	24
4.6 - ESTUDO DOS BIOINDICADORES-ANUROS E MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS.....	24
4.6.1 - Bioindicadores Anuros.....	24
4.6.2 - Bioindicadores macroinvertebrados bentônicos.....	25
4.7 - AVALIAÇÃO DO PROTOCOLO DA DIVERSIDADE DE HABITATS EM TRECHOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS	25

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO 30

5.1 - ESTUDO DA QUALIDADE AMBIENTAL DA ÁGUA-IQA.....	30
5.1.1 - PARÂMETROS DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA – O IQA.....	30
5.1.1.1 - Turbidez e de Sólidos em Suspensão.....	32
5.1.1.2 - Nitratos e Fosfatos.....	33
5.1.1.3 - Oxigênio Dissolvido e Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	35
5.1.1.4 - Condutividade e pH.....	37
5.1.1.5 - Teor de Coliformes Termotolerantes.....	38
5.1.2 - Metais e Metalóides.....	39
5.1.2.1 - Teor de Manganês e Ferro.....	42
5.1.2.2 - Teor de Cádmio e Zinco.....	43
5.1.3 - Saneamento e Enquadramento do rio Maracujá	44

5.2 - ESTUDO DO ASSOREAMENTO.....	..47
5.2.1 – ASSOREAMENTO NA REGIÃO DAS NASCENTES DO RIO MARACUJÁ	..52
5.2.2 - As Voçocoras	57
5.2.3 - Mineradoras nas cabeceiras e na calha do rio Maracujá	62
5.2.3.2 - Minaspérula.....	64
5.2.3.3 - Pedreira Irmãos Machado.....	64
5.2.3.4 - Top-Trino-ME/Processo DNPM nº 2917/1936.....	..65
5.2.3.5 - Topázio Imperial	..67
5.3 - RETIFICAÇÃO DO RIO MARACUJÁ	..68
5.4 - DADOS SOBRE O ABASTECIMENTO DE ÁGUA DOS DISTRITOS NA ÁREA DE DRENAGEM DO RIO MARACUJÁ.....	..69
5.5 – ESTUDO DE BIOINDICADORES/ANUROS E MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS.....	72
5.5.1 – Bioindicador – Anuros.....	72
5.5.2 - Bioindicadores - Macroinvertebrados Bentônicos	..74
5.6 - PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DA DIVERSIDADE DE HABITATS EM TRECHOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	80
<i>CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO.....</i>	81
<i>CAPÍTULO 7- PERSPECTIVAS.....</i>	83
<i>CAPÍTULO 8 – REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</i>	..84
ANEXOS.....	91
ANEXO 1.....	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1.1: Distribuição de água doce no Planeta	1
Figura 1.3.1: Mapa da Região da bacia do Rio Maracujá	3
Figura 3.1.1: Perfil Qualidade Água do R. das Velhas e Afluentes,1997/2003	11
Figura 4.2.1: Mapa da Localização da Bacia do Rio Maracujá	19
Figura 4.2.2: Formação do Rio Maracujá	19
Figura 4.4.1.1 : Localização dos pontos de coleta	22
Figura 4.7.1: Corredeiras.....	29
Figura 4.7.2: Rápidos.....	29
Figura 5.1.1.1: IQA/2007 do rio Maracujá.....	31
Figura 5.1.1.1.1: Teores Turbidez e Sólidos em Suspensão	32
Figura 5.1.1.2.1: Teores de Nitrato e Fosfato	34
Figura 5.1.1.3.1: Teores Oxigênio Dissolvido e Demanda Bioquímica Oxigênio	36
Figura 5.1.1.3.2: Reaeração do rio Maracujá após a Ponte do Palácio-C. Campo.....	37
Figura 5.1.1.5.1: Teor de Coliformes Termotolerantes	38
Figura 5.1.2.3.1: Teores de Manganês e Ferro	42
Figura 5.1.2.4.1: Teores de Cádmio e Zinco	43
Figura 5.2.1: Mineradoras e assoreamento	47
Figura 5.2.2: Nascentes e mineradoras	47
Figura 5.2.3: Nascentes assoreadas I.....	47
Figura 5.2.4: Nascentes assoreadas II	47
Figura 5.2.5: Nascente assoreada III.....	47
Figura 5.2.6: Mineração e barragem	47
Figura 5.2.7: C. Arranchador assoreado	48
Figura 5.2.8: C. Cipó assoreado.....	48
Figura 5.2.9: Ponte/ C. Cipó assoreado.....	48
Figura 5.2.10: R. Maracujá /formação/chuva	48
Figura 5.2.11: R. Maracujá/Após formação/seca.....	48
Figura 5.2.12: R. Maracujá/Após formação/chuva	48
Figura 5.2.13: R. Maracujá/entrada ETA/chuva.....	48
Figura 5.2.14: R. Maracujá/entrada ETA/seca	48
Figura 5.2.15: R. Maracujá/entrada C.Campo	49

Figura 5.2.16: R. Maracujá dentro C.Campo	49
Figura 5.2.17: Vertedouro dique 2 OPPS	49
Figura 5.2.18: Recuperação voçoroca/OPPS.....	49
Figura 5.2.19: Esgoto C. Campo/R. Maracujá.....	49
Figura 5.2.20: Lixo/R.Maracujá/C.Campo	49
Figura 5.2.21 R. Maracujá/entrada Amarantina.....	49
Figura 5.2.22: R. Maracujá saída Amarantina	49
Figura 5.2.23: R. Maracujá/Maracujá.....	50
Figura 5.2.24: R. Maracujá/ Coelhos/	50
Figura 5.2.25: Turbidez/ Coelhos/R. Maracujá	50
Figura 5.2.26: R. Maracujá/C. dos Padres.....	50
Figura 5.2.27: R. Maracujá/sítio em Maracujá.....	50
Figura 5.2.28: Voçoroca na foz/R. Maracujá	50
Figura 5.2.1.29: Encontro R. Maracujá/R. das Velhas	51
Figura 5.2.1.30: Encontro R. Maracujá/R. das Velhas/Represa rio de Pedras.....	51
Figura 5.2.1.1: Assoreamento de nascentes no Alto Maracujá por mineradoras	52
Figura 5.2.1.2: Assoreamento C. Cipó.....	53
Figura 5.2.1.3: Nascentes no Alto Maracujá	53
Figura 5.2.1.4: Garimpo de margem no C. Cipó	54
Figura 5.2.1.5: Garimpo de leite no Alto Cipó feito por dragagem	54
Figura 5.2.1.6: Foto geral da Cabeceira do Rio Maracujá	56
Figura 5.2.2.1: Voçorocas/C. Campo	57
Figura 5.2.2.2: Minas e ocorrências de topázio imperial na região de Ouro Preto	58
Figura 5.2.2.3: Voçoroca na foz do Rio Maracujá.....	59
Figura 5.2.2.4 : Construção de residência no interior da voçoroca Amado Batista ...	61
Figura 5.2.2.4 : Construção de residência no interior da voçoroca Amado Batista ...	62
Figura 5.2.2.3.1: Recuperação voçoroca OPPS/ Lançamento água pluvial	63
Figura 5.2.3.3.1: Pedreira Irmãos Machado e o R. Maracujá.....	65
Figura 5.2.3.4.1: Mineradoras no Alto Maracujá.....	66
Figura 5.3.1: Morfologia de rios	68
Figura 5.3.1: Retificação do rio Maracujá	68
Figura 5.4.1: Ponte sobre o Córrego Cipó	70
Figura 5.4.2: Assoreamento na ETA Vila Alegre	70
Figura 5.5.1.1: Foto geral da Cabaceira do Rio Maracujá	73

Figura 5.5.1.2: Girinos no reservatório da Cabeceira do Maracujá	73
Figura 5.5.2.1: Bioindicadores - Macroinvertebrados Bentônicos	75
Figura 5.5.2.2: Riqueza Taxonômica.....	79
Figura 5.5.2.3: Ecologia do Ecossistema.....	79
Figura 5.6.1: Resultados da relação dos Parâmetros Ecológicos e do IQA.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.2.1: Distribuição de água nas Regiões do Brasil.....	2
Tabela 2.1.1: Produção de Ouro nas Minas Gerais	6
Tabela 3.1.1: Peso dos Parâmetros de IQA	8
Tabela 3.1.2: Nível de Qualidade de acordo com o IQA	9
Tabela 3.1.3: Enquadramento de rio em classes	10
Tabela 3.1.4: Análises Parametros IQA/PNMAII/MG/IQA.....	11
Tabela 3.4.1: Protocolo Rápido de Trechos de Bacias/Serra do Cipó	17
Tabela 4.4.1.1: Pontos de coleta.....	21
Tabela 4.4.2.1: Mineralização	23
Tabela 4.4.2.2: Metodologia Analítica para Qualidade de Água.....	24
Tabela 4.6.2.1: Pontos de análise de macroinvertebrados benônicos	25
Tabela 4.7.1: Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em Trechos bacias hidrográficas modificado do protocolo de Hannaford	26
Tabela 5.1.1.1: Análises dos parâmetros de IQA Período de chuva- Março 2007	30
Tabela 5.1.1.2: Análises dos parâmetros de IQA Período de seca- Agosto 2007.....	31
Tabela 5.1.1.3: Índice de qualidade de água médio do rio Maracujá - IQA MÉDIO ..	31
Tabela 5.1.1.5.1: Doenças de Veiculação Hídrica	39
Tabela 5.1.2.1: Metais e Metalóides – Período de chuva Março /2007	40
Tabela 5.1.2.2: Metais e Metlóides – Período de seca - Agosto / 2007.....	41
Tabela 5.5.1.1: Resultados das análises físico-química e biológica/Nasc.	72
Tabela 5.5.2.1: Pontos de Coleta de Macroinvertebrados Bentônicos	74
Tabela 5.5.2.2: Análise qualitativa e quantitativa do Zoobênton	76
Tabela 5.6.1: Localização dos pontos analisados no Protocolo de Trecho de Bacias...	80
Tabela 5.6.2: Protocolo de Trecho de Bacia dos pontos amostrados.....	80

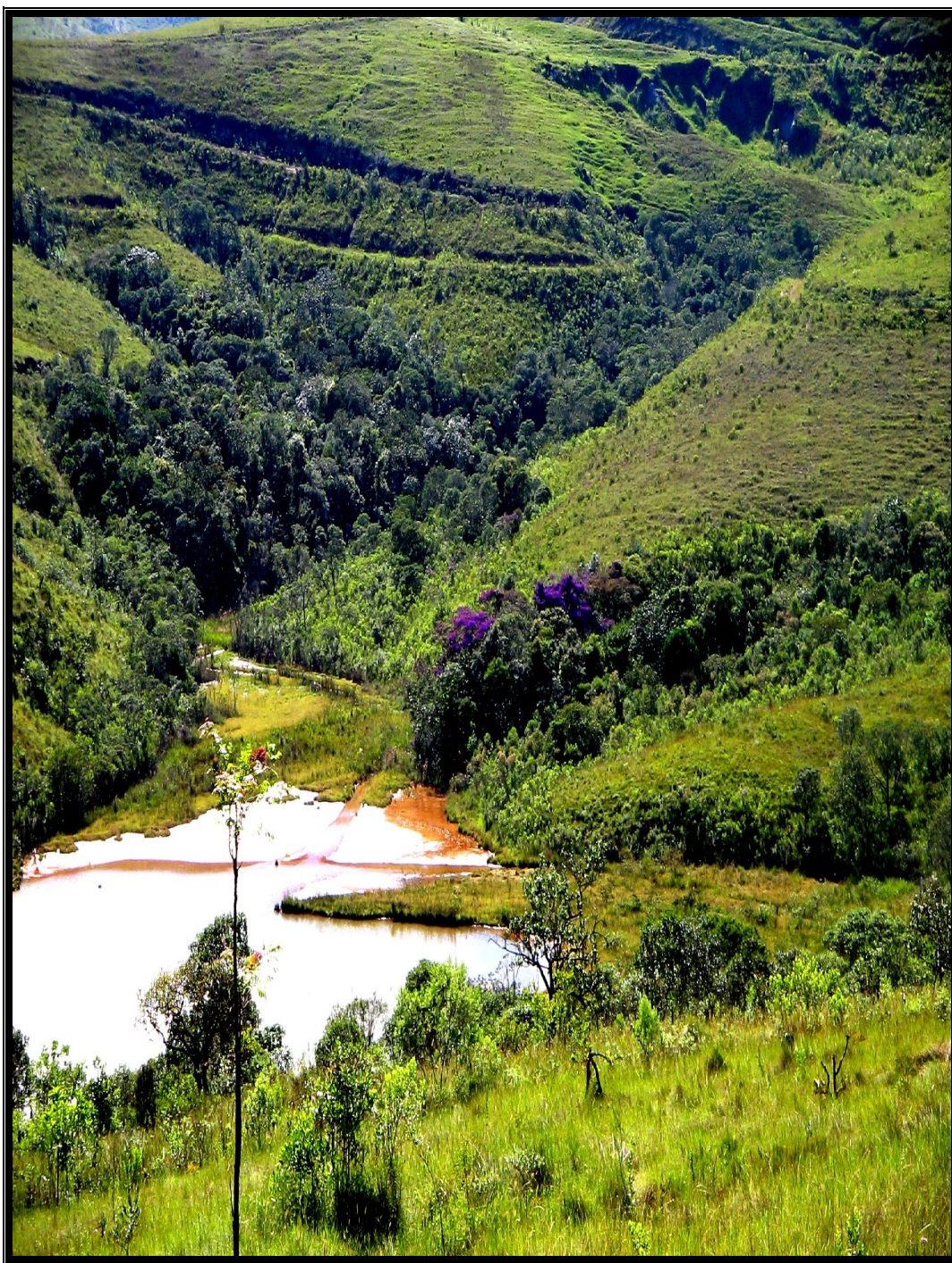
LISTA DE EQUAÇÃO

Equação 3.1.1-Cálculo do IQA.....	8
-----------------------------------	---

SIGLAS

APHA	American Public Health Association Association. Standart Methods for the examination of water and wastewater
APHA	American Public Health Association. Biological examination of water
CEMIG	Centrais Elétricas de Minas Gerais
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Col. Term.	Coliformes Termotolerantes
COPAM	Conselho de Política Ambiental
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CWa	Clima tropical de altitude, chuvas de verão e verões rigorosos
CWb	Clima tropical de altitude, chuvas de verão e verões brandos
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DEGEO	Departamento de Geologia
DN/COPAM/CERH	Deliberação Normativa N°1/08 do Conselho de Política Ambiental/Conselho Estadual de Recursos Hídricos
DEQUI	Departamento de Química
DNPM	Departamento Nacional de Pesquisa Mineral
EM	Escola de Minas
EPA	Agência de Proteção Ambiental de OHIO (EUA).
ETA	Estação de Tratamento de Água.
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
ICP-OES	Espectrofotômetro de Emissão Atômica com Fonte de Plasma Indutivo Acoplado
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão de Águas
IQA	Índice de Qualidade de Água
NMP	Número Máximo Possível
NSF	National Sanitation Foundation
NTU	Unidade Nefelométrica de Turbidez
ONU	World Resources Institute
OMS	Organização Mundial de Saúde
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos

pH	Potencial Hidrogeniônico
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
QF	Quadrilátero Ferrífero
S. Suspensão	Sólidos em Suspensão
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo,
SEMAE	Secretaria Municipal de Água e Esgoto
SEMMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
USEPA	US Environmental Protection Agency
UTM	Universal Transversal de Mercator
SCQA	Sistema de Cálculo da Qualidade da Água
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
VMP	Valores Máximos Possíveis



CABECEIRAS DO ALTO MARACUJÁ
REGIÃO DA NASCENTE DO RIO MARACUJÁ



FOZ DO RIO MARACUJÁ

1.1 - A Água no Planeta

O volume de água no planeta é de 1.386 milhões de Km³. 2,49 % representam o volume total de água doce. Os rios 0,00009 %, os lagos 0,009 % e a água na atmosfera 0,0009 % (Figura 1.1.1). A distribuição da água no nosso planeta não é uniforme, o que pode ocasionar uma desarmonia econômica e social (World Resources Institute, ONU, 1997).

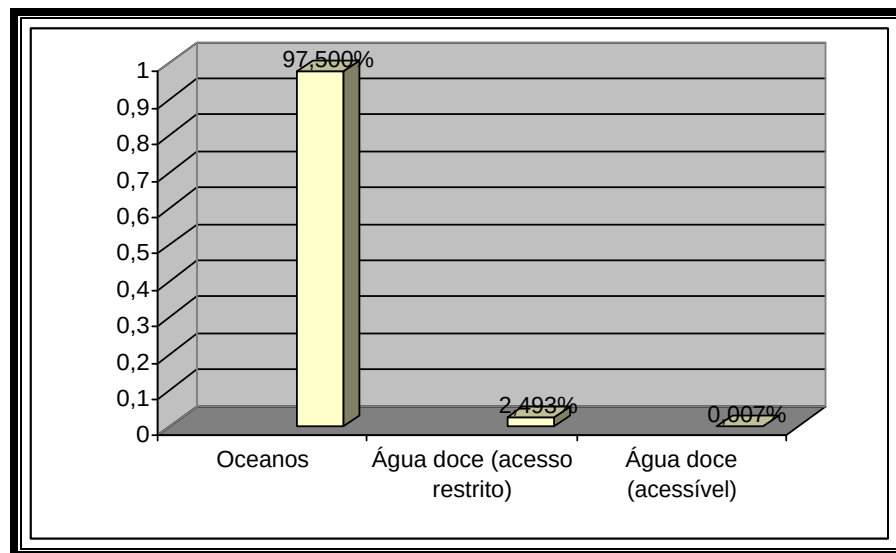


Figura 1.1.1: Distribuição de água doce no Planeta
Fonte: (<http://meioambienteagua.pbwiki.com/Porcentagem>)

Somente 0,007% da água doce se encontram em condições de uso ganhando relevância o tema de manejo e preservação das bacias hidrográficas. A bacia é um território microcosmo delimitado pela própria natureza. É uma unidade fisiográfica limitada por divisores topográficos, convergindo para uma seção fluvial única, denominada exutório. O cume de morros e serras, onde duas vertentes se encontram e a partir das quais o fluxo das águas superficiais se dá em sentidos opostos, são denominados divisores de água (www.etg.ufmg.br/tim1/baciahidrografica2007.doc).

1.2 - A Água doce no Brasil

O Brasil dispõe das maiores reservas hídricas do planeta. Estas reservas estão distribuídas por todo o Território Nacional dispondo de um volume médio de 8.130km³ anual segundo o World Resources Institute, ONU, (1997). Entretanto o fracionamento regional desta distribuição é altamente diferenciado conforme se verifica na tabela 1.2.1:

Tabela 1.2.1: Distribuição de água doce nas Regiões do Brasil

Região	Recursos Hídricos	Superfície	População
Norte	68,5	45,3	6,98
Centro Oeste	15,7	18,8	6,41
Sul	6,5	6,8	15,05
Sudeste	6,0	10,8	42,65
Nordeste	3,3	18,3	28,91
Total	100,00	100,00	100,00

Fonte: DNAEE, 1992 (<http://143.106.37.6/nea/agua/rechid.html>)

A concentração da população brasileira em conglomerados urbanos, alguns dos quais já se caracterizando como mega-cidades, vem ocasionando pressões crescentes sobre os recursos hídricos fortalecendo a implantação de medidas regulamentadoras como a Lei 9.433/97 que institui o PNRH, definindo os planos como um dos seus instrumentos. Entre eles, os planos Diretores que têm como finalidade orientar, gerenciar e fundamentar a implementação de Recursos Hídricos.

1.3 - A Água do Rio Maracujá

O rio Maracujá está localizado no complexo Bação, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais e possui 46km de percurso.

Sendo um dos primeiros afluentes a desaguar no rio das Velhas, é um referencial da maior importância por desembocar muito próximo à nascente desse rio, assoreando-o e

afetando a Represa de Rio de Pedras pertencente a Centrais Elétricas de Minas Gerais (CEMIG), localizada junto a sua foz (Figura 1.3.1).

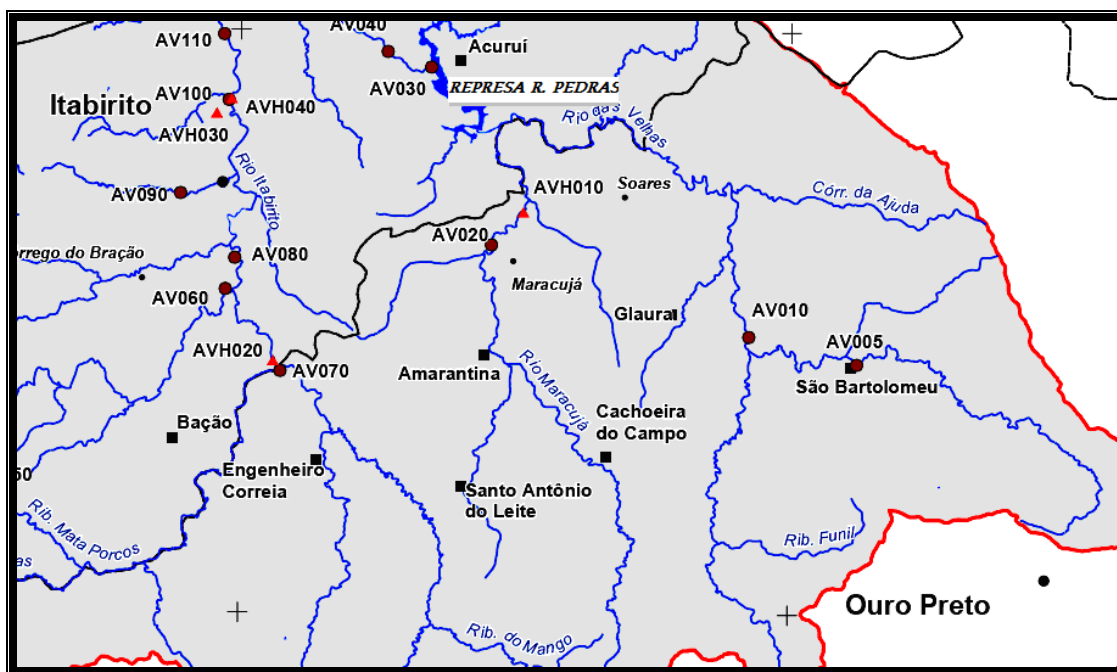


Figura 1.3.1: Mapa da Região da bacia do Rio Maracujá
Fonte: IGAM, 2005

Devido ao assoreamento, a CEMIG mantém um posto de monitoramento fluviométrico, obtendo dados sobre vazão, sólidos sedimentáveis e transportados, servindo de base para relatórios a respeito do Impacto Ambiental proveniente do rio Maracujá (Botelho, 2007).

1.4 - Justificativa

O rio Maracujá drena os distritos de Cachoeira do Campo, Santo Antônio do Leite, Amarantina, Glaura, povoados de Coelho e Maracujá, no município de Ouro Preto, recebendo esgoto doméstico *in natura*, lixo e resíduos advindos de minerações em sua calha. Não tendo políticas públicas direcionadas ao sanitário e à gestão ambiental, esta região e todo o seu entorno não possui sistema de tratamento de esgoto e ações visando o bem estar da comunidade. O lixo é depositado a céu aberto, ameaçando o ecossistema e a população. Os processos de exploração do topázio imperial são agressivos ao meio ambiente. As interferências impactantes nas águas do rio Maracujá deixa a região sujeita à

doenças de veiculação hídrica, convivendo com ambiente insalubre, ameaças de epidemias e inundações.

A degradação do ecossistema afeta os componentes bióticos e abióticos tornando a população refém dos impactos sofridos.

As nascentes do rio Maracujá localizam-se na região denominada Alto Maracujá, onde apresenta degradação por ações naturais e antrópicas: tipo de solo, voçorocas, exploração de topázio imperial, ausência de mata ciliar. As voçorocas participam ativamente no assoreamento do rio. A crescente ocupação urbana associada às atividades agrossilvopastoris configura junto às outras atividades, um cenário aparente de incompatibilidade associado ao uso do rio (Bacellar, 2000). O comprometimento da vida aquática mostra o passivo ambiental com o qual a região convive.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH é um instrumento de gestão da Política Estadual de Recursos Hídricos, previsto na Lei 13.199/99, que estabelece princípios básicos e diretrizes para o planejamento e controle adequado do uso da água no Estado de Minas Gerais. Tendo em vista os processos de degradação da bacia do rio Maracujá a implantação do PERH, pode gerar um plano de ação para a revitalização, recuperação e conservação hidroambiental da bacia, estabelecendo as diretrizes e critérios para gestão como outorga, enquadramento, sistema de informações e cobrança do uso da água..

1.5 - Objetivos Gerais

Diagnóstico e caracterização ambiental do rio Maracujá em sua calha e em seu entorno.

1.5.1 - Objetivos Específicos

- ✓ Avaliar os fatores naturais e antrópicos interferentes junto a calha do rio Maracujá e em seu entorno;
- ✓ Estudar a qualidade ambiental das águas e o saneamento;
- ✓ Estudar o assoreamento: avaliar o impacto da mineração e das voçorocas;
- ✓ Estudar os bioindicadores: Anuros e Macroinvertebrados Bentônicos;
- ✓ Aplicar o Protocolo de Trechos de Bacias Hidrográficas.

HISTÓRICO DA MINERAÇÃO DA REGIÃO DE OURO PRETO

OCUPAÇÃO DO SOLO

2.1 - Aspectos Extrativistas Relacionados à Mineração de Ouro Preto

Minas Gerais é uma região privilegiada pela riqueza natural notadamente por recursos minerais, logo explorados pelos colonizadores em busca de metais preciosos. No século XVII, as primeiras entradas e bandeiras em busca destas riquezas deixaram uma história de desigualdades inserida na sociedade até a atualidade. Somente depois de quase dois séculos do início da colonização, com a descoberta do ouro nas minas do Tripuí, é que se iniciou a ocupação regional (Brito *et al.*, 1997).

Em 23 de junho de 1698, a "bandeira" de Antônio Dias de Oliveira chegou ao pico Itacolomy. Ali nasceria Vila Rica (atual Ouro Preto), que foi capital da província até o final do século XIX.

Como a extração do ouro era feita no leito do rio, os garimpeiros viviam como nômades. Exaurida a lavra partiam para outro leito de maior potencialidade e em seguida para extração nas encostas das montanhas. Nesse processo, o garimpeiro fixou-se a terra. Assim núcleos e povoados foram sendo formados: Sabarabuçu, Cataguás ou Cataguases, Caeté, do Rio das Mortes, Itambé, Itabira, Ouro Preto, Ouro Branco etc. Eram enfim muitas minas, ou melhor, dizendo, "Minas Gerais".

Em 1701 o nome começou a ser usado, sendo oficializado em Carta Régia de 1732. A partir dessa data, a riqueza não demorou muito. Pela tecnologia da época, meio século foi suficiente para demonstrar que a produção do ouro decaía (Tabela 2.1.1). (Ciclo do Ouro, 2007).

Tabela 2.1.1: Produção de Ouro nas Minas Gerais

ANO	OURO
1697	115
1699	725
1705	1.500
1715	6.500
1739	10.000
1744	9.700
1754	8.800
1764	7.600

Fonte: www.idasbrasil.com.br/idasbrasil/geral/port/ouro.asp

Foi uma combinação socialmente trágica de crescimento econômico, concentração fundiária, desigualdade social e, fundamentalmente, degradação ambiental. Seria, utilizando um conceito moderno, um exemplo indiscutível de Desenvolvimento Não Sustentável no sentido clássico consagrado pelas Nações Unidas, ou seja, a completa desarmonia entre o desenvolvimento e o meio ambiente por um lado, e por outro, uma falta de equidade entre a satisfação das necessidades da geração presente e das gerações futuras (Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1988, Brito *et al.*, 1997).

Com o afluxo de pessoas para as lavras de Minas, a exaustão agrícola e habitacional chegou ao máximo no século XVIII.

Segundo Padre Afonso de Lemos, entre 1700 e 1701, formou-se na região um povoado denominado Cachoeira do Campo onde está localizado o alto, médio e baixo Maracujá. Pela fertilidade do solo e amenidade do clima, tornou-se um dos centros de produção agrícola impulsionada pela crise advinda das regiões mineradoras. Logo pequenos agricultores, fazendeiros, comerciantes se estabeleceram nesta região (Bohrer, 2003). A formação deste povoado tem intensas ligações com o ciclo do ouro. Nesta área fica ainda evidente a tentativa de descoberta do precioso metal, pelo revolvimento de cascalhos. Mas, historicamente não há nada que o comprove. No início a maioria dos produtos vinha da coroa, receosa da ameaça à mineração. Como consequência, foi dada cartas de sesmarias com a condição de ocupação da terra para agricultura e criação de gado, por no mínimo dois anos (Parzanese, 1991). Nesse distrito ocorreu a Guerra dos Emboabas e deu início à Inconfidência Mineira, (Bohrer, 2003).

A formação do povoado, a devastação vegetal, a abertura de estradas pressionaram o uso e a ocupação do solo da bacia do Maracujá (Barreiros, 1984, apud Bacellar, 2000).

No século XIX, novas riquezas minerais foram descobertas: o minério de ferro e as gemas preciosas passaram a delinear uma alternativa de desenvolvimento regional: a

descoberta do Quadrilátero Ferrífero começou a demarcar o desenvolvimento mineiro, principalmente na região leste do estado.

O minério de ferro, aliado às reservas florestais, forneceria o meio necessário para implantar a siderurgia a carvão vegetal. O capital estrangeiro e estatal, somado à força de trabalho necessária, foi o fundamento do crescimento econômico. Em cima destas informações, o governo Imperial convidou o mineralogista francês Henri Gorceix, para fundar e dirigir em Ouro Preto a Escola de Minas. Nos meandros do século XIX, a articulação entre desenvolvimento científico e progresso tecnológico, possibilitou a fase da revolução tecnológica. Dentro desta visão internacional a Escola de Minas de Ouro Preto iniciou as primeiras avaliações dos recursos minerais de Minas Gerais. O posicionamento a favor da siderurgia a carvão vegetal era evidente.. Apesar do alerta do ministro Artur Bernardes “Minério não dá duas safras”, não se chegou a questionar as perdas das reservas florestais. Ficou a expressão do próprio Bernardes em relação ao desmatamento: “exploração vampiresca de nossas matas” (Brito *et al.*, 1997). A existência de voçorocas na região de Cachoeira do Campo tem suas primeiras referências nesta época (Castelnau, 1843, apud Bacellar, 2000).

Na década de 60, com a construção da Rodovia dos Inconfidentes, Cachoeira do Campo começou a se tornar pólo de desenvolvimento da região. Por estar em ponto estratégico, logo se desenvolveu um crescente comércio perdendo o ar de pequeno povoado. Cachoeira torna-se um lugar de vida comercial agitada, sendo considerada posteriormente um perímetro urbano do município de Ouro Preto (Comitê de Bacia do rio Maracujá, 2003). As atividades garimpeiras e extração de areia e argila continuam a pressionar desordenadamente o uso e ocupação do solo, com sérios danos ambientais.

3.1 - Estudo Ambiental da Qualidade da Água: IQA

Parâmetros físico-químicos e biológicos são utilizados na caracterização da qualidade da água. Estes parâmetros foram estabelecidos pela NSF nos Estados Unidos, através de avaliação de especialistas da área, para o desenvolvimento de um índice que indicasse a qualidade da água – IQA. Nove parâmetros foram considerados mais representativos: oxigênio dissolvido (OD), coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrato, fosfato, temperatura da água, turbidez e sólidos totais. Foi estabelecido um peso para cada parâmetro em função de sua importância (IGAM, 2006), (Tabela 3.1.1).

Tabela 3.1.1: Peso dos Parâmetros de IQA

PARÂMETRO	Peso- W_i
Oxigênio Dissolvido-OD (% OD)	0,17
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	0,15
pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (mg.L ⁻¹)	0,10
Nitrato (mg.L ⁻¹ de N)	0,10
Fosfato (mg.L ⁻¹ de P)	0,10
Variação da temperatura (°C)	0,10
Turbidez (NTU)	0,08
Sólidos Totais (mg.L ⁻¹)	0,08

Fonte: IGAM, 2006

O Índice de Qualidade de Água é calculado pelo SCQA, que define as equações utilizadas para o cálculo do IQA. Cada parâmetro utilizado para este cálculo possui uma equação própria (SEMAD, 2005). O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros, conforme a equação 3.1.1:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad \text{sabendo-se que,} \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

(Equação 3.1.1: Cálculo do IQA)

Onde,

IQA = Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

q_i = qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade;

w_i = peso atribuído ao parâmetro relativo a sua importância na qualidade, entre 0 e 1;

n = número de parâmetros relacionados ao IQA;

Os valores do índice variam entre 0 e 100, conforme a tabela 3.1.2:

Tabela 3.1.2: Nível de Qualidade de acordo com o IQA

NIVEL DE QUALIDADE	FAIXA
EXELENTE	$90 < IQA < 100$
BOM	$70 < IQA \leq 90$
MEDIO	$50 < IQA \leq 70$
RUIM	$25 < IQA \leq 50$
MUITO RUIM	$0 < IQA \leq 25$

Fonte: IGAM, 2006

Para interpretação do IQA devem ser levados em consideração fatores importantes:

- ✓ A melhoria na qualidade da água é o resultado da capacidade de autodepuração dos próprios rios e da diluição de contaminantes;
- ✓ A qualidade das águas muda ao longo do ano - fatores meteorológicos;
- ✓ O IQA reflete a interferência por esgotos sanitários e outros materiais orgânicos nutrientes e sólidos.

A poluição das águas tem como origem diversas fontes:

- ✓ Efluentes domésticos - poluentes orgânicos biodegradáveis nutrientes e bactérias;
- ✓ Efluentes industriais - poluentes orgânicos e inorgânicos;
- ✓ Carga difusa urbana e agrícola - fertilizantes defensivos agrícolas fezes de animais e material em suspensão;
- ✓ Mineração - erosão de solos;
- ✓ Natural - chuvas e escoamento superficial, salinização, decomposição orgânica;
- ✓ Acidental - derramamento de substâncias tóxicas (IGAM, 2006).

A classe de um rio é estabelecida qualitativamente e quantitativamente de acordo com a Deliberação Normativa COPAM/CERH de 5 de maio de 2008: “*dispõe as diretrizes ambientais para seu enquadramento e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes*”. São apresentados os valores dos parâmetros do IQA, estabelecendo seu enquadramento dentro de uma classe de qualidade na tabela 3.1.3.

Tabela 3.1.3: Enquadramento de rio em classes

VARIÁVEL	Classe			
	Especial	1	2	3
Temperatura água (°C)				
pH in loco		6,0 – 9,0	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0
Turbidez (NTU)		40	100	100
Cloretos (mg.L ⁻¹)		250	250	250
Nitrato (mg.L ⁻¹)		10	10	10
OD (mg.L ⁻¹)		≥ 6	≥ 5	≥ 4
DBO (mg.L ⁻¹)		≤ 3	≤ 5	≤ 10
Col. Term. (NMP/100mL)	ausência	200	1.000	4.000
Sólidos suspensão (mg.L ⁻¹)		50	100	100
Sólidos Totais (mg.L ⁻¹)		500	500	500

Fonte: Deliberação Normativa Nº1/08 – COPAM/CERH/MG

Nas avaliações feitas pelo IBGE, (2004), *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável - Brasil, Dimensão ambiental - Água doce, SP*, foi feito um acompanhamento ambiental de 1992 a 2003 na Represa de Billings/Alto Tietê, na Zona Metropolitana/Alto Tietê e na Represa de Guarapiranga/Alto Tietê, apresentando os seguintes resultados de IQA:

Represa Billings/AltoTietê: 57,3/ 67,1/ 72,7 /73,8/ 67,1/ 72,4/ 70,7/ 70,3/ 73,1/ 67,9/ 69,0

Zona Metropolitana/AltoTietê: 30,6/ 31,8/ 31,4/ 31,8/ 33,4/ 32,4/ 30,2/ 31,8/ 32,1 27,8/ 27,8

Represa Guarapiranga/Alto Tietê: 65,6/ 72,1/ 67,1/ 57,3/ 56,8/ 62,4/ 65,6/ 63,9/ 60,9/ 61,2/ 60,2

A variação do IQA ficou de Bom a Ruim. O pior IQA foi obtido na Zona Metropolitana/Alto Tietê.

Segundo Viola, (2004), no estudo do *Diagnóstico do Monitoramento Físico-Químico, Bacteriológico e Ecotoxicológico da Bacia do rio das Velhas*, o Índice de Qualidade das Águas do rio das Velhas tem variado ao longo dos anos de muito ruim a médio. Poucos trechos próximos às suas cabeceiras têm apresentado IQA Bom (Figura 3.1.1):

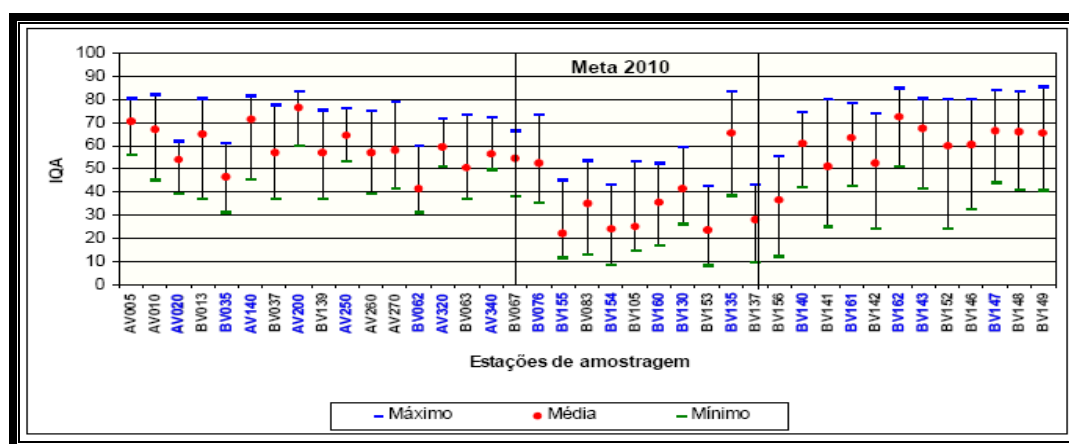


Figura 3.1.1: Perfil de Qualidade da Água do R. das Velhas e Afluentes, 1997/2003
Fonte: IGAM, 2006

Em 2004, o levantamento apresentado pelo *PNMA-MG* indicou para o rio das Velhas, em São Bartolomeu, estação AVO 05, um IQA de nível excelente, e para estação AVO 010, um IQA Ruim (Tabela 3.1.4).

Tabela 3.1.4: Análises Parâmetros IQA/PNMAII/MG/IQA

Variável	Padrão			Unidade	AV005	AV010
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe especial	Classe 1
Data					12/1/2004	12/1/2004
Temp. água				°C	22,90	25,10
pH <i>in loco</i>	6 a 9	6 a 9	6 a 9		7,30	7,60
Turbidez	40	100	100	NTU	9,14	226,00
Sol.totais	500	500	500	mg.L ⁻¹		
Cloretos	250	250	250	mg.L ⁻¹	1,01	0,80
Nitrato	10	10	10	mg.L ⁻¹	0,15	0,11
OD	>6	>5	>4	mg.L ⁻¹	7,10	6,60
%OD				%	91,40	88,60
DBO	3	5	10	mg.L ⁻¹	2,00	2,00
Col. term.	200	1.000	4.000	NMP/100mL	30	3.000
Fosfato	0,025	0,030	0,030	mg.L ⁻¹	0,03	0,45
IQA					81,80	45,40

Fonte: PNMA: IGAM, 2005

♦vermelho indica teor fora da Resolução CONAMA 357/05

Localização: AVO 05 - Rio das Velhas á montante de São Bartolomeu

AVO 10 - Rio das Velhas á jusante do ribeirão do Funil

Nos estudos de Limberger & Corrêa, (2005), *Diagnóstico Ambiental do Ribeirão Lindóia (Londrina, Pr): Aspecto físico-químico e bacteriológico*, ressalta entre outros

itens, a pressão da urbanização frente ao meio ambiente devido ao aumento populacional. O uso crescente dos recursos naturais responde com a poluição de recursos hídricos, a degradação do solo, a agressão às áreas de proteção permanente como áreas ciliares e cursos d'água, além de problemas sociais como falta de moradia, dificuldade de acesso por parte dos cidadãos aos serviços públicos, doenças de veiculação hídrica pela ausência de saneamento.

3. 2 – Estudo do Assoreamento

Solo é um corpo formado por processos físico-químicos e biológicos, tendo o clima, os fatores topográficos e a comunidade biótica como agentes básicos de formação (Silva, 2004). Do ponto de vista geológico, a sedimentação é um processo natural, decorrente da erosão. Por razões antrópicas, sua aceleração leva a várias consequências impactantes ao meio ambiente. O termo assoreamento é dado para a sedimentação acelerada por processos antrópicos pelo uso e ocupação do solo: desmatamento, pecuária, agricultura, mineração, urbanismo, etc. (Silva, 2004).

O processo de assoreamento numa bacia hidrográfica é relacionado aos processos erosivos. Os agentes mais comuns da erosão são: Hídrica - água, Eólica - vento, Glacial - gelo, Movimento de massa - gravidade (Bacellar, 2000). Estes fornecem os materiais que são carregados e sedimentados, originando o assoreamento. Assoreamento e erosão são processos diretamente proporcionais na dinâmica de uma bacia hidrográfica: quando aumenta a erosão, aumenta o assoreamento em algum lugar à jusante na bacia hidrográfica (Fonseca, 2008).

O assoreamento, portanto, é o processo de deposição de sedimentos como solo, excesso de areia, que se soltam de erosões e são carregados até os cursos d'água e lagoas pela chuva e ventos. Segundo Silva, (2004), a qualidade da água de mananciais está relacionada com o uso do solo na bacia e com o controle das fontes de poluição e esta afirmativa é ratificada por Azevedo, (1991): “*A água transporta substâncias e organismos, fruto de onde passou*”.

Peixoto, (2005), avaliou o assoreamento provocado pela ação garimpeira no Alto do Maracujá. No trabalho *A degradação ambiental oculta pelos garimpos de topázio imperial no Alto Maracujá*, mostra que o solo exposto é carregado pela água da chuva ou dos

próprios córregos nos períodos de cheias, e os sedimentos se espalham pela bacia, gerando o que se conhece como assoreamento.

No estudo de Santos *et al.*, (2002), *Comportamento hidrológico superficial e erodibilidade dos solos da região de Santo Antônio do Leite, Distrito de Ouro Preto – MG*, descreve os impactos sofridos na região causados pela ocorrência de erosões, destacando o assoreamento dos córregos e degradação das áreas agriculturáveis e áreas de pastagem.

No trabalho *Alteração superficial e pedogeomorfologia no sul do Complexo Bação - Quadrilátero Ferrífero –MG*, Figueiredo *et al.*, (2004), demonstra que os sedimentos acumulados nas planícies são provenientes do grande número de voçorocamento. Os cursos fluviais têm profundidade mínima e continuam recebendo grande aporte de sedimentos areno-siltosos.

A erosão hídrica é, em sua maioria, responsável pela mais importante forma de erosão. Na ausência da cobertura vegetal há a perda da proteção natural, ficando todo sistema hídrico sujeito ao processo de assoreamento. Como consequência, há a redução do volume de água e aumento da turbidez, impossibilitando a entrada de luz. O sistema de fotossíntese assim afetado reduz ou mesmo impede a renovação do oxigênio utilizado pelas algas e peixes, conduzindo rios e lagos ao desaparecimento. O assoreamento é evitado pela manutenção das matas ciliares que passam a filtrar os sedimentos, controlando a erosão do solo (Rodrigues, 1984).

3.3 - Estudo dos bioindicadores

A biodiversidade envolve conceitos qualitativos e quantitativos referentes à saúde, ao número e variedades de espécies e de ecossistemas. É um indicador de qualidade, sustentabilidade e de referência do patrimônio genético de dada região (Paula *et al.*, 1997).

Bioindicadores são comunidades biológicas cuja presença determina indicativos bióticos pela sua alta população mostrando sua condição ambiental. Os bioindicadores são importantes para correlacionar um potencial impactante com um determinado fator antrópico ou um fator natural, representando importante ferramenta na avaliação da integridade ecológica (Callisto *et al.*, 2001b).

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos EPA, (1987) recomenda a utilização de critérios biológicos, como a condição na qual um organismo ou conjunto de organismos é usado para descrever a integridade ecológica de uma área impactada, pouco

impactada, ou áreas de referência. É o complemento das informações sobre qualidade de água, tradicionalmente baseados em parâmetros químicos e físicos. Os mais utilizados são aqueles capazes de diferenciar entre oscilações naturais como mudanças climáticas, ciclos sazonais de chuva e seca e impactos antrópicos (Callisto *et al.*, 2001b).

Certas características dos anfíbios tornam esta espécie bioindicadores sensíveis de qualidade: seu ciclo de vida, características fisiológicas, reduzida capacidade de dispersão, pequenos e contínuos habitats entre o meio terrestre e o meio aquático, vida longa, estável e a facilidade de estudo. Respondem rapidamente a fragmentação do habitat, alterações da qualidade das águas, contaminação do ar e variações climáticas de larga escala. São considerados sensores porque são animais que denunciam as degradações do meio. De acordo com as condições apresentadas, eles alteram substancialmente a estrutura de seus órgãos, sendo os primeiros a desenvolver anomalias genéticas e deformações físicas (Elia, 2006)

Na avaliação de Alves, (2002), a integridade biótica é um indicador sensível da saúde dos ecossistemas aquáticos. O monitoramento da comunidade de peixes foi adotado pelo Projeto Manuelzão como bioindicador de qualidade do meio ambiente, publicado na revista Saúde e Ambiente, *Bacia do Rio das Velhas-Bioindicadores: Os peixes*. Um exemplo é dado por um dos rios que já foi um dos mais poluídos do planeta: o rio Tâmsa. Hoje é possível a pesca de salmão no centro de Londres.

O monitoramento biológico baseia-se em mudanças na estrutura e composição de comunidades de organismos aquáticos. Entretanto, como o tempo necessário para se conhecer as respostas dos vários grupos de organismos presentes pode ser consideravelmente longo (anos a décadas), grupos específicos têm sido selecionados (protozoários, ciliados, algas, macroinvertebrados bentônicos e peixes) e utilizados em diferentes métodos de avaliação ambiental (Rosenberg & Resh, 1993).

Os macroinvertebrados bentônicos são a comunidade de organismos que vivem no fundo das águas (rios, mares, reservatórios) e são utilizados como bioindicadores pelos seguintes fatores:

- ✓ O tamanho relativamente grande, sendo visível a olho nu; a coleta destes organismos não é difícil e existem técnicas de amostragem padronizadas que não requerem equipamentos caros;
- ✓ Alguns organismos apresentam ciclos de vida longos, permanecendo nos cursos de água o tempo suficiente para detectar alterações na sua

qualidade, facilitando o exame das mudanças temporais, associando os efeitos da exposição por descargas contínuas ou concentrações variáveis de poluentes e permitindo maior intervalo nas amostragens;

- ✓ A grande abundância e diversidade de organismos apresentam uma infinita gama de tolerância a diferentes parâmetros de contaminação;
- ✓ O fato de estarem associados ao substrato, os deixa expostos às alterações ambientais;
- ✓ Apresentam a vantagem de refletir as condições existentes antes da coleta de amostras, enquanto que os métodos tradicionais oferecem somente a característica da água do momento da coleta;
- ✓ Representam um somatório de fatores ambientais presentes e passados e funcionam como uma "memória" da qualidade de um corpo d'água;
- ✓ Uma considerável desvantagem é o fato de existir muitos representantes de macroinvertebrados de diversos grupos taxonômicos, surgindo problemas relativos à identificação dos organismos, sendo muitas vezes impossível chegarem ao nível de espécie (Callisto *et al*, 2001c)

3.4 - Avaliação do Protocolo de Trechos de Bacias

Em diversos países, entidades governamentais de controle ambiental têm usado sistemas de avaliação das condições ecológicas em rios de cabeceira e de bacias hidrográficas, visando estabelecer as condições de preservação natural e a biodiversidade como referência comparativa para impactos antrópicos. Um destes sistemas de avaliação é denominado Protocolo de Avaliação Rápida da diversidade de Habitats em Trechos de Bacias Hidrográficas, que referencia as práticas de manejo dos recursos hídricos, servindo de base para os fatores que levam ao restauro e conservação de bacias hidrográficas (Callisto *et al.*, 2002). A avaliação da diversidade de habitats constitui um importante mecanismo em programas de monitoramento ambiental, avaliando os impactos antrópicos em trechos de bacias hidrográficas (Callisto *et al.*, 2001b).

O levantamento da avaliação qualitativa de habitat nomeia parâmetros pontuados de natural a impactado, utilizando observações e medidas locais. Esta técnica tem como

objetivo a avaliação da estrutura e funcionamento de ecossistemas aquáticos, que têm sido agentes dos mais diversos impactos ambientais de natureza antrópica (Callisto *et al*, 2001b).

Este Protocolo é uma modificação do protocolo da Agência de Proteção Ambiental (EPA, 1987), visando o levantamento de um rio em relação a vários parâmetros, com a finalidade de caracterizar o ecossistema em trechos de bacia: o meio aquático e o uso e ocupação do solo na região de entorno do trecho do rio. A sua sistematização apresenta o somatório com a seguinte pontuação:

≤ 40 pontos	-	Trecho impactado
≥41 pontos a 60 pontos	-	Trecho alterado
≥61 pontos	-	Trecho natural

Entre 1999-2001, foi feito pelo Instituto de Ciências Biológicas/UFMG, a aplicação do *Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats no Alto do rio Doce (Serra do Cipó - MG)*.

Situado ao sul da Cordilheira do Espinhaço, o Parque Nacional da Serra do Cipó apresenta um elevado índice de córregos e riachos com águas naturais. As nascentes, além de serem essenciais para a conservação dos recursos naturais da região, estão entre as mais importantes do Estado de Minas Gerais (Callisto *et al*, 2001a). Utilizando o protocolo rápido de bacias¹, os trechos 7º e 9º foram classificados em alterados, e 2º, 3º e 5º em naturais. Os parâmetros relativos à ordem são as denominações dadas aos trechos de bacia (Tabela 3.4.1):

¹ Ver Tabela 4.1.6, p. 26

Tabela 3.4.1 - Trechos de Bacias/Serra do Cipó

Parâmetros	2ºordem	3ºordem	5ºordem	7ºordem	9ºordem
	19°16.6S	19°16.4S	19°16.0S	19°19.5S	19°17.6S
	43°31.5W	43°31.2W	43°10.9W	43°20.9W	43°15.5W
1	4	4	4	2	2
2	4	4	4	2	0
3	4	4	4	2	2
4	4	2	4	0	0
5	4	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4
7	2	2	2	2	0
8	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4
10	4	4	4	4	2
12	0	5	5	5	2
13	5	5	5	0	0
14	5	5	5	2	0
15	0	3	0	2	0
16	5	5	5	5	5
17	5	5	5	3	2
18	5	5	5	3	5
19	5	5	5	0	0
20	5	5	5	0	3
21	5	5	5	2	0
22	3	0	5	3	0
Pontuação	83	89	93	58	44

Fonte: Callisto *et al.*, 2002

Nos trechos classificados como alterados observa-se intensa pressão antrópica devido à criação de gado na região.

França *et al.*, (2006), avaliou no estudo *A importância granulométrica para a riqueza bentônica e suas relações com o uso e ocupação do solo na bacia do Rio das Velhas, na zona metropolitana de Belo Horizonte, MG*, aplicando o protocolo de caracterização rápida de condições ecológicas em trechos de bacia. O resultado demonstrou que todos os trechos estudados se encontram alterados ou impactados.

4.1 – Universo de Estudo

Relacionado ao estudo do rio Maracujá, inicialmente foram realizados levantamentos bibliográficos relativos às águas e suas relações, às atividades mineradoras, ao assoreamento do rio e do uso e ocupação do solo.

Informações cartográficas da bacia do Maracujá foram levantadas, elaboradas por Macedo, (2005), baseando nas cartas cartográficas do IBGE, em escala 01h50min.000:

Rio Acima-SF-23-X-III-1, Acuruí, - SF-23-X-III-2, Itabirito – SF-X-A-III-3, Ouro Preto – SF-23-X-A-4; IGAM, 2001, Projeto Manuelzão, 2004.

Para a definição dos pontos de amostragem, foi feito um mapa localizando os pontos de coleta. Pesquisa *in loco* foi realizada detectando os locais naturais, alterados e impactados, por ação natural e/ou antrópica. As coordenadas dos pontos foram obtidas em UTM.

4.2 - Localização da Área de Estudo

A bacia do rio Maracujá está situada na borda sul do Complexo Bação, entre os paralelos 20°14'30"e 20°25'30" S e os meridianos 43°37'30"e 44°45'00" W, uma área aproximadamente de 140km² (Bacellar, 2000).

O Complexo Bação constitui uma estrutura inserida no sul do Quadrilátero Ferrífero – (QF), conhecida província geológica brasileira localizada em Minas Gerais, sudeste do Brasil (Figueiredo *et al.*, 2002). Segundo Dorr, (1983), ocupando uma área de 7.000 Km² no centro de Minas Gerais, o QF possui esta denominação devido aos grandes depósitos de minério de ferro e ouro que ocorrem em uma linha ligando Itabira, Rio Piracicaba, Mariana, Congonhas do Campo, Casa Branca e Itaúna (Figura 4.2.1).

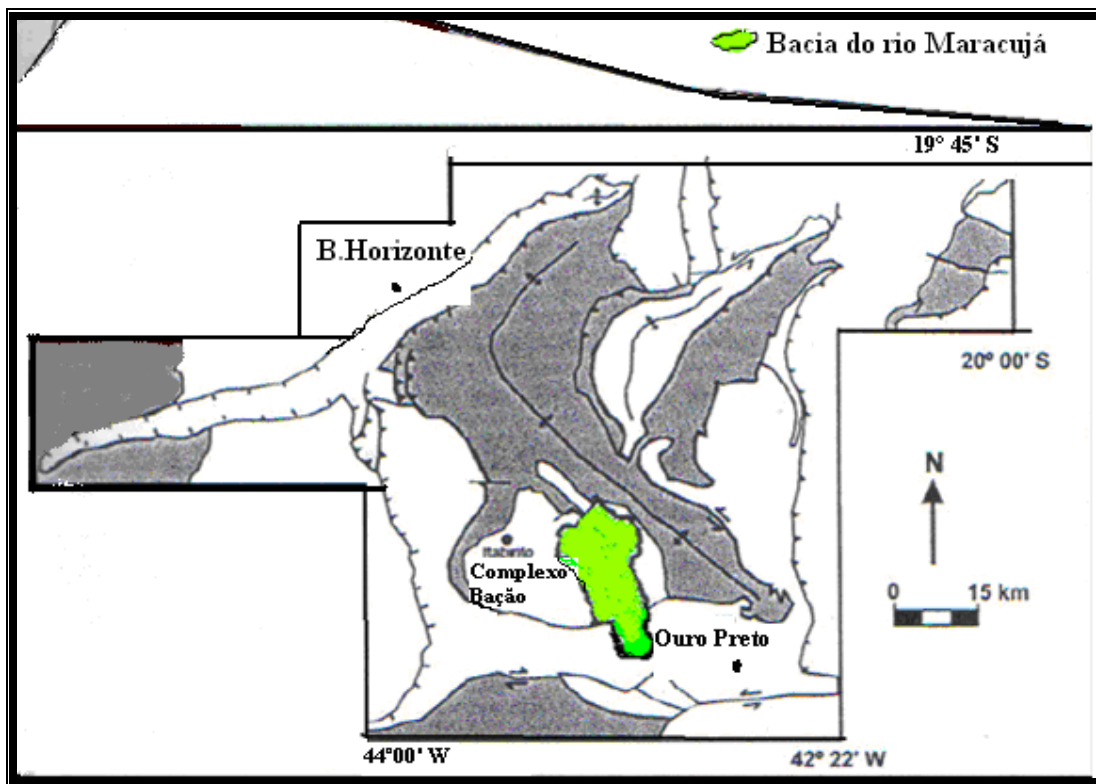


Figura 4.2.1: Mapa da Localização da Bacia do Rio Maracujá
Fonte: Modificação de Peixoto, 2005

A bacia do rio Maracujá compreende uma série de nascentes sendo as principais os córregos Cipó, Caxambu ou Olaria e Arranchador ou Ranchador (Figura 4.2.2).



Figura 4.2.2: Formação do Rio Maracujá

Compõe mais à jusante o rio Maracujá, tributário da margem esquerda do rio das Velhas, sub-bacia do rio São Francisco (Peixoto, 2004):

4.3 - Aspectos Fisiográficos

4.3.1 - Clima

Para Santos, (1998), a região da Bacia do Maracujá é caracterizada por ter um clima segundo a classificação de Koppen, do tipo CWa e CWb (tropical de altitude). O tipo CWb é o que exerce maior influência na bacia. É temperado, mesotérmico, chuvoso, com períodos bem definidos.

No verão apresenta estação chuvosa com início em novembro, estendendo-se até maio. O período de seca vai de junho a outubro. Temperatura média anual de 19,2°C e precipitação média de 1.306mm Os meses de Junho a Outubro caracterizam-se como período de estiagem (Johnson, 1962 in Delgado, 1991, apud Sobreira, 1998).

4.3.2 - Vegetação

A vegetação da região é classificada como de Floresta Estacional Semidecidual com vegetação secundária (RADAMBRASIL, 1983). Este tipo de vegetação apresenta duas estações climáticas: uma tropical, com época de intensas chuvas de verão, seguidas por estiagens acentuadas e outra subtropical, com período seco, provocada pelo frio de inverno, com temperaturas médias de 15°C. Fitogeograficamente, a região é apontada por Ab'Saber, 1977, como zona de transição entre os domínios vegetacionais do Cerrado e da Floresta Atlântica. Na área estudada, a cobertura vegetal é diversificada de acordo com as condições fisiográficas sendo a maior extensão ocupada por campos de cerrado e pastagens (Parzanese, 1991).

4.4 - Estudo Ambiental da Qualidade da Água – IQA

4.4.1 - Pontos de coleta

Tabela 4.4.1.1: Pontos de coleta

Ponto	Latitude	Longitude	Localidade	Altitude(m)
1	633831	7744491	Nascente Rio Maracujá	1.152
2	639434	7748823	Ponte entrada Cachoeira Campo à direita OP/BH	1.046
3	638065	7750348	Ponte saída Cachoeira Campo à direita OP/BH	967
4	636125	7752671	Ponte entrada Amarantina à esquerda OP/BH	941
5	634928	77552108	Ponte saída Amarantina à esquerda OP/BH	929
6	634860	7757706	Encontro Córrego Padres /Rio Maracujá	920

Os pontos de coleta foram escolhidos após levantamento do curso do rio Maracujá. As coordenadas de cada ponto de coleta foram previamente estabelecidas com um GPS, marca GARMIN, modelo etrex (Tabela 4.4.1.1). Seis pontos foram identificados, qualificados e quantificados em função da densidade populacional, áreas impactadas e áreas onde aparentemente não apresentam impacto ambiental (Figura 4.4.1.1).

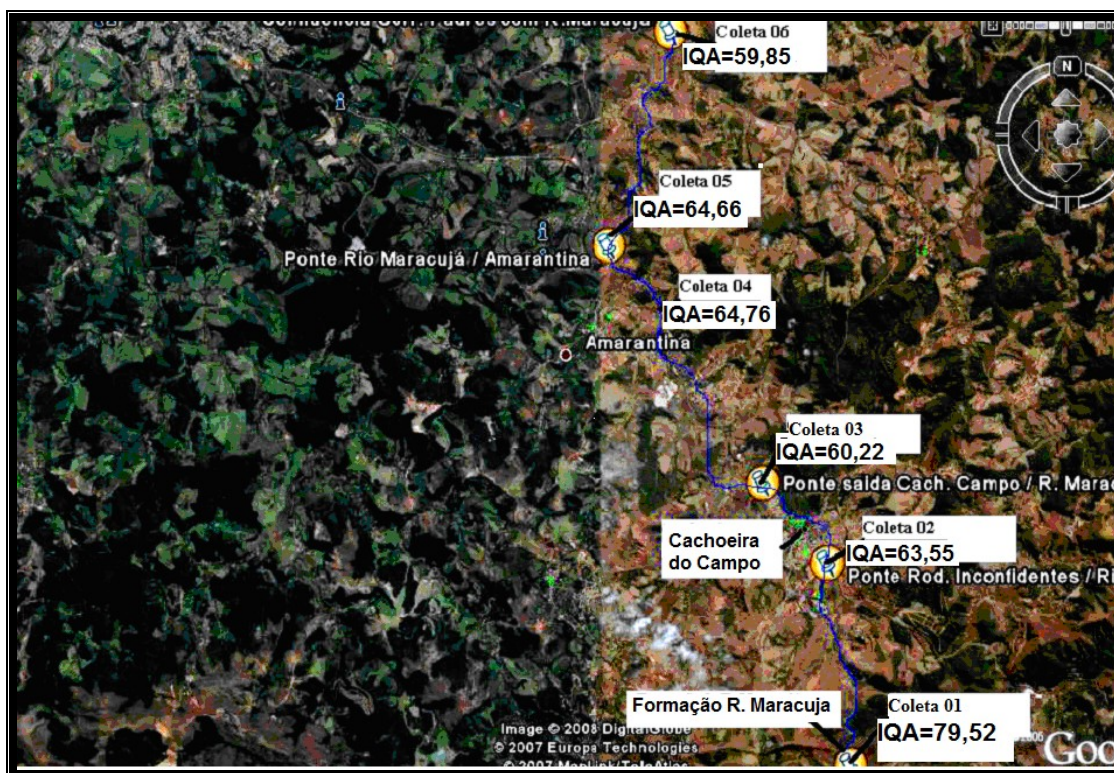


Figura 4.4.1.1: Localização dos pontos de coleta

Fonte: www.google earth.com

As coletas das águas foram feitas em duas campanhas referentes ao regime climático da região. Para o período de chuvas, em março de 2007, e para o período de seca, em agosto de 2007.

4.4.2 - Materiais e Métodos

Os parâmetros condutividade elétrica, pH, temperatura e oxigênio dissolvido foram determinados *in situ*.

Três coletas de água foram feitas para cada ponto em frascos de plástico e em frascos de vidro esterilizados:

- ✓ 1.000mL para análise dos parâmetros do IQA, mantidas a 4°C.
- ✓ 30mL para análise de metais e metalóides. Estas amostras foram acidificadas com ácido nítrico concentrado em pH menor que 2, preservadas a 4°C e em laboratório, filtradas em membrana de 0,45µm, separando os resíduos dos elementos em solução.
- ✓ 100mL para análise bacteriológica.

A Condutividade Elétrica foi determinada utilizando um condutímetro marca Instrutherm, modelo CD-850. Um pHmetro de campo marca WTW, modelo 330i foi utilizado para determinação do pH. Para Turbidez foi usado um Turbidímetro digital marca Hanna, modelo 93703. O Oxigênio Dissolvido foi determinado com um oxímetro de campo, marca Instrutherm, modelo MO-880. O Nitrato e o Fosfato foram determinados com um espectrofotômetro FEMTO, modelo 700. Os sólidos dissolvidos foram calculados a partir da condutividade de acordo com a tabela 4.4.2.1:

Tabela 4.4.2.1: Mineralização

CONDUTIVIDADE ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$)	MINERALIZAÇÃO
Condutividade inferior a 50	1,365079 x condutividade a 20°C
Condutividade entre 50 e 166	0,947658 x condutividade a 20°C
Condutividade entre 166 e 333	0,769574 x condutividade a 20°C
Condutividade entre 333 e 833	0,715920 x condutividade a 20°C
Condutividade entre 833 e 10.000	0,758544 x condutividade a 20°C
Condutividade superior a 10.000	0,850432 x condutividade a 20°C

Fonte: APHA/2005

As análises para determinação dos parâmetros do IQA no período de chuva, foram feitas no laboratório da UFOP/DEQUI. Para o período de seca as análises de Nitrato e Fosfato foram realizadas pelo CETEC.

As concentrações de metais e metalóides, Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sn, Sr, Ti, V e Zn foram determinados por Espectrofotômetro de Emissão Atômica com Fonte de Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES), marca SPECTRO, modelo Cirox CCD no DEGEO/EM/UFOP.

O método de tubos múltiplos foi utilizado nas análises bacteriológicas para determinação de Coliformes Termotolerantes. As análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Águas do Departamento de Farmácia - Escola de Farmácia/UFOP.

A metodologia analítica é conforme estabelecido em APHA, 2005 e resumida na tabela 4.4.2.2. Cloreto foi analisado por titulometria (Adad, 1982).

Tabela 4.4.2.2: Metodologia Analítica para Qualidade de Água

Ensaio	Tipo de Ensaio	Nº da Referência APHA
Cloretos	Titulometria	4500 B
Coliformes Termotolerantes	Tubos múltiplos	9221 B
DBO	Winkler/incubação	ABNT NBR 12614/92
Fosfato	Espectrofotometria	4500-PE
Nitrato*	Espectrofotometria	4500 B
Sólidos Totais	Gravimetria	2540 B
Metais e metalóides	Espectrometria AA plasma	3120 B

* Para análise de nitrato, na redução houve a troca do cádmio pelo zinco, método segundo Carvalho, 2002.

4.5 - Estudo do Assoreamento

Este estudo foi feito através de pesquisa e visitas *in loco*, relatórios fornecidos pela SEMMA e SEMAE, (2007), entrevistas com moradores da região, agentes representantes do Comitê de Bacia do rio Maracujá de Cachoeira do Campo e Amarantina, registros fotográficos e revisão da Literatura.

4.6 - Estudo dos Bioindicadores: Anuros e Macroinvertebrados bentônicos

4.6.1 - Bioindicadores Anuros

A pesquisa da presença de anuros como bioindicador foi realizada *in loco* pela visualização dos mesmos. A observação foi feita em períodos de chuva e de seca. Após a notificação dos bioindicadores, coletas de amostras de água foram realizadas para a determinação da qualidade ambiental.

4.6.2 - Bioindicadores Macroinvertebrados bentônicos

O levantamento da comunidade macrozoobentônica do rio Maracujá, foi feita pelo laboratório DELTTA-ECOS, (2007). A identificação dos ensaios foi realizada por análise quantitativa e qualitativa dos Zoobêntons. As amostras de sedimento foram coletadas utilizando concha (área 0,018m² e abertura da malha de 0,05mm), acondicionadas em sacos plásticos e fixadas em formol a 10%. Posteriormente, as amostras foram lavadas em peneiras, triadas e submetidas à análise laboratorial. A contagem e identificação taxonômica dos organismos foram feitas com auxílio de microscópio estereoscópico e acondicionadas em frascos de vidro contendo de 10 a 20mL de álcool 70° GL, para posterior análise quali-quantitativa. O processamento das amostras e o método de contagem da comunidade bentônica estão de acordo com o Standard Methods for the Analysis of Water and Wastewater/10500 (APHA, 1996). Para esta análise foram selecionados 4 pontos do rio Maracujá. As coletas foram realizadas buscando avaliar as condições ambientais em período de seca (maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro) de 2007 (Tabela 4.6.2.1).

Tabela 4.6.2.1: Pontos de coleta de macroinvertebrados bentônicos

Ponto	Latitude	Longitude	Localidade	Altitude(m)
0	640234	77418115	Cabeceiras do Alto Maracujá	1.276
1	633831	7744491	Nascente Rio Maracujá	1.152
4	636125	7752671	Ponte entrada Amarantina à esquerda OP/BH	941
6	634860	7757706	Encontro Córrego Padres /Rio Maracujá	920

4.7 - Protocolo de Avaliação da Diversidade de Habitats em Trechos de Bacias Hidrográficas

Para realização desta avaliação foi utilizado o “Protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em trechos de bacias hidrográficas”, modificado do Protocolo de Hannaford. O protocolo está apresentado na tabela 4.7.1.

**Tabela 4.7.1: Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em
Trechos de bacias hidrográficas modificado do Protocolo de Hannaford**

Descrição do Ambiente			
Localização:			
Data de coleta: ____ / ____ /		Hora da coleta:	
Tempo (situação do dia):			
Modo de coleta (coletor):			
Tipo de Ambiente: Córrego ()		Rio: ()	
Largura média:			
Profundidade média:			
Temperatura da água:			
PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
01. Tipo de ocupação das margens do corpo de água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem / agricultura / Monocultura	Residencial/ Comercial Industrial
02. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento do seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
03. Alterações antrópicas	Ausentes	Alterações de origem doméstica (esgoto livre)	Alterações de origem industrial, urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retificação do curso do rio).
04. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
05. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo / industrial
06. Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
07. Transparência da água	Transparente	Turva / cor de chá forte	Opaca ou colorida
08. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo / industrial
09. Oleosidade do fundo	Ausente	Moderada	Abundante
10. Tipo de fundo	Pedras / cascalhos	Lama / areia	Cimento / canalizado

Parâmetros	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
11. Tipos de fundo	Mais de 50 % com Habitats diversificados: pedaços de troncos submersos; cascalho e outros habitats estáveis.	30 a 50 % de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30 % de habitats diversificados; disponibilidade de habitats óbvia; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.	Menos de 10 % de habitats diversificados; ausência de habitats óbvia; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.
12. Extensão de rápidos ¹	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e como comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual a do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não são tão largos quanto o rio e seu comprimento é menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13. Frequência de rápidos ¹	Rápidos relativamente freqüentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não freqüentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidas ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio menor que 25.
14. Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes).	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15. Deposição de lama	Entre 0 e 25 % do fundo coberto de lama	25 e 50 % do fundo coberto de lama	Entre 50 e 75 % do fundo coberto de lama	Mais de 75 % do fundo coberto de lama
16. Depósitos sedimentares	Menos de 5 % do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30 % do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50 % do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado. Remansos ausentes devido significativa deposição de sedimentos.
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próxima a construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80 % do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80 % do rio modificado.

1-As figuras 4.7.1 e 4.7.2 são fotografias representativas de “Corredeiras” e “Rápidos”, p. 29.

Parâmetros	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
18.Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposto.	Lâmina De água acima de 75 % do canal do rio; ou menos de 25 % do substrato exposto.	Lâmina De água entre 25 e 75 % do canal do rio; ou menos de 25 % do substrato nos rápidos” exposto.	Lâmina De água escassa e presente apenas nos remansos
19.Presença mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento; Todas as plantas atingindo a Altura “normal”.	Entre 70 e 90 % com vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura “normal”.	Entre 50 e 70 % com vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura “normal”.	Menos de 50 % da mata ciliar nativa; deflorestamento muito acentuado.
20.Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5 % da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30 % da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60 % da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100 % da margem.
21.Extensão da mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da Vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22.Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídos no rio, substrato com perifiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas. (ex. aguapé).

Fonte: Callisto *et al.*, 2002



Figura 4.7.1: Corredeiras



Figura 4.7.2: Rápidos

5.1 - Estudo da Qualidade Ambiental da Água do Rio Maracujá

5.1.1 - Parâmetros do Índice de Qualidade das Águas – IQA

O rio Maracujá foi enquadrado na classe 2 segundo o Plano de Enquadramento da Bacia Rio das Velhas, 1997, FEAM. Os VMP estão de acordo com a respectiva classe segundo a DN Nº1 COPAM/CERH de 5/05/08.

Os resultados obtidos da análise dos parâmetros de IQA, para o período de chuva e para o período de seca estão apresentados nas tabelas 5.1.1.1 e 5.1.1.2, respectivamente:

Tabela 5.1.1.1: Análises dos Parâmetros de IQA Período de chuva- Março 2007

PARÂMETROS – IQA	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	VMP mg.L ⁻¹
Altitude (m)	1.152	1.046	967	941	928	920	
Condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	43,80	41,20	56,00	50,00	60,25	57,71	
Oxigênio Dissolvido (mg.L ⁻¹)	5,9	5,2	4,9	6,5	5,2	6,7	≥5,0
pH, in loco	6,9	6,8	7,0	6,7	6,7	6,8	6,0 - 9,0
Temperatura da água (°C)	29,7	29,2	24,7	23,8	23,9	22,8	
Cloretos (mg.L ⁻¹)	0,49	0,98	1,47	1,96	0,49	1,47	250,00
Col. Term. (NMP/100mL)	230	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	1.000
Demanda Bioquímica Oxigênio (mg.L ⁻¹)	2,3	3,3	7,0	3,6	2,8	2,0	≤5,0
Fosfato (mg.L ⁻¹)	0,018	0,2124	1,343	0,109	0,024	0,023	0,030
Nitrato (mg.L ⁻¹)	0,01	0,10	0,83	0,63	0,43	0,40	10,00
Sólidos dissolvidos (mg.L ⁻¹)	59,79	56,24	53,06	47,38	57,10	54,69	
Sólidos suspensão (mg.L ⁻¹)	14,21	27,76	54,94	46,62	48,90	116,31	100,00
Sólidos totais (mg.L ⁻¹)	74,00	84,00	108,00	94,00	106,00	171,00	500,00
Turbidez (NTU)	28,00	41,00	48,00	52,00	59,00	113,00	100,00
IQA	74,21	61,64	52,62	61,58	60,05	54,44	

* Em vermelho, teores fora do limite da Deliberação COPAM/CERH- Nº1/08

Tabela 5.1.1.2: Análises dos parâmetros de IQA Período de seca-Agosto 2007

PARÂMETROS – IQA	Ponto	Ponto	Ponto	Ponto	Ponto	Ponto	VMP
	1	2	3	4	5	6	mg.L ⁻¹
Altitude (m)	1.152	1.046	967	941	928	920	
Condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	28,35	55,61	57,00	56,50	55,71	51,17	
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	8,1	7,9	8,2	7,6	7,3	8,5	≥5,0
pH, in loco	6,8	6,7	7,9	7,5	7,9	6,4	6,0-9,0
Temperatura da água (°C)	18,6	18,4	17,5	17,2	16,8	16,5	
Cloretos (mg.L ⁻¹)	0,32	2,45	3,76	1,12	2,20	1,47	250,00
Col. Term. (NMP/100mL)	36	2.400	2.400	4.600	4.600	2.400	1.000
Demanda Bioquímica Oxigênio (mg.L ⁻¹)	2,0	5,0	7,0	2,0	2,0	2,0	≤ 5,0
Fosfato (mg.L ⁻¹)	0,020	0,090	0,220	0,050	0,040	0,184	0,030
Nitrato (mg.L ⁻¹)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	10,00
Sólidos dissolvidos (mg.L ⁻¹)	38,70	52,70	54,02	53,55	52,80	48,50	
Sólidos suspensão (mg.L ⁻¹)	5,30	7,30	17,98	23,45	14,20	11,50	100,00
Sólidos totais (mg.L ⁻¹)	44,00	60,00	72,02	77,05	67,00	60,00	500,00
Turbidez (NTU)	3,15	9,94	10,10	12,00	10,40	11,00	100,00
IQA	84,24	65,60	67,80	67,90	69,30	65,55	

* Em vermelho, teores fora do limite da Deliberação COPAM/CERH- N°1/08

O IQA de um trecho de rio é determinado pela média aritmética dos IQA calculados para o período de chuva e seca, segundo o IGAM, 2006, como mostra a tabela e a figura baixo (Tabela 5.1.1.3):

Tabela 5.1.1.3: Índice de Qualidade de Água Médio do rio Maracujá

PONTOS	IQA MÉDIO	NÍVEL DE QUALIDADE
1	79,52	Bom
2	63,55	Médio
3	60,22	Médio
4	64,76	Médio
5	64,66	Médio
6	59,85	Médio

5.1.1.1 - Turbidez e Sólidos em Suspensão

A turbidez é a medida do grau de interferência em relação à passagem de um feixe de luz através de uma coluna d'água, conferindo aparência turva à mesma (Silva, 2004). Sua unidade é NTU, Unidade Nefelométrica de Turbidez.

Turbidez alta afeta a fotossíntese das algas e plantas aquáticas submersas, podendo recobrir os ovos dos organismos bentônicos. Os sedimentos em suspensão podem carrear nutrientes, matéria inorgânica, organismos microscópicos, algas e agrotóxicos, que obstruem as guelras dos peixes e interferem na habilidade de se alimentarem. Podem absorver calor da luz solar, aumentando a temperatura da superfície. As causas da turbidez são diversas: solo (ausência de mata ciliar), mineração, indústria e lançamento de esgotos domésticos *in natura* nos recursos hídricos (Couto, 2004).

Segundo Azevedo, (1991), do ponto de vista sanitário, desinfetar águas de alto teor de coliformes termotolerantes e baixo teor de turbidez resulta em águas de maior potabilidade do que desinfetar águas de alta turbidez e baixa concentração de coliformes termotolerantes. Neste tipo de água, o cloro é consumido em reações de oxidação da matéria orgânica, não afetando os microrganismos, pois estes sobrevivem no interior dos sedimentos (Silva, 2004). A turbidez determinada no período de chuva apresenta valores maiores sendo que na região da foz o rio foi de 113NTU (Figura 5.1.1.1.1).

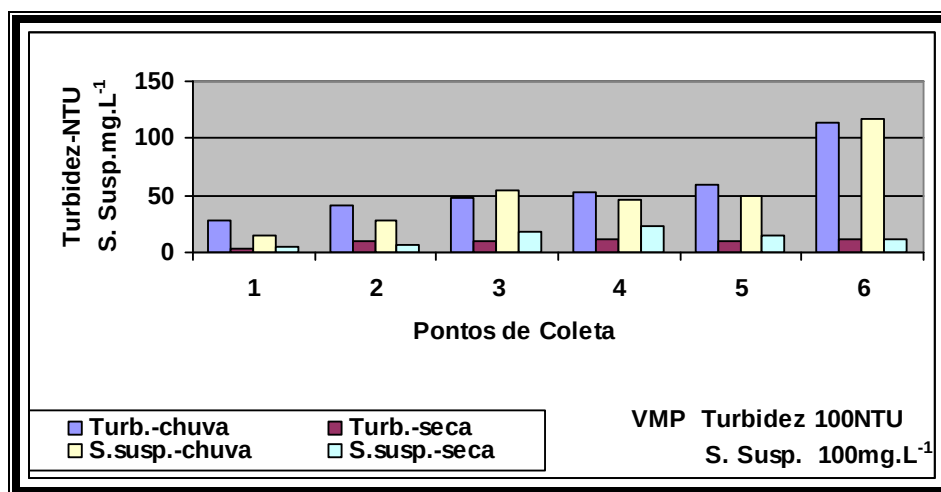


Figura 5.1.1.1.1: Teores de Turbidez e Sólidos em Suspensão

A erosão das margens dos rios e sedimentos carregados em estações chuvosas resulta em aumento da turbidez das águas. No período de seca a turbidez é baixa em 100% dos pontos de coleta.

Os limites para turbidez estabelecidos pela Portaria 518/04 são os seguintes:

Água potável: < 0,50 a 5,00NTU

Água subterrânea: < 1,00NTU

Piscicultura: 10 a 40NTU

Por esta Portaria, somente o ponto de coleta 1 no período de seca apresentou água para uso potável: 3,15NTU (caso os outros parâmetros não estejam fora da DN N°1/08/COPAM/CERH). É importante observar que todos os pontos apresentaram teores dentro dos limites para piscicultura, o mesmo não acontecendo no período de chuva: 100% dos pontos não se enquadraram nos limites de turbidez recomendados.

No trabalho *Diagnóstico Estratégico da Bacia Hidrográfica do rio das Velhas*, Viola, (2004), os mesmos resultados de turbidez foram verificados no alto curso do rio das Velhas, onde a bacia do rio Maracujá está inserida. No período chuvoso, verificou-se que há um aumento das concentrações de sólidos nos cursos de água, aumentando a turbidez.

5.1.1.2 - Nitratos e Fosfatos

Em relação a nitratos, segundo Von Sperling, (2005), a forma predominante de nitrogênio em um curso d'água pode fornecer o estágio de poluição à montante do lançamento. Se a poluição for recente, o nitrogênio estará na forma de nitrogênio orgânico ou amônia, e se antiga, na forma de nitrato. Nos esgotos domésticos brutos, o nitrogênio orgânico e a amônia são as formas predominantes. Estes dois constituem o Nitrogênio Total Kjeldahl-NTK. Nos esgotos domésticos o NTK tem sua origem de ordem fisiológica:

NTK = amônia + nitrogênio orgânico (forma predominante nos esgotos domésticos)

NT = NTK + NO_2^- + NO_3^- (nitrogênio total)

Observa-se que a fração NO_x, (nitrito + nitrato) é desprezível nos esgotos domésticos. Foram detectados teores baixíssimos de nitratos em ambos os períodos, demonstrando poluição recente e o nitrogênio na forma de nitrogênio orgânico ou como amônia. O nitrogênio tem sua origem nas proteínas de compostos biológicos, lançamentos de esgotos, fertilizantes e excretas de animais.

Quanto ao teor de fosfatos, 50% e 83% das amostras analisadas nos períodos de chuva e seca respectivamente, se encontraram acima do limite permitido pela legislação. Neste período o rio recebe em sua calha um grande volume de água da região de entorno, diluindo as concentrações de seus constituintes. Concentrações maiores se encontram nas regiões de maior densidade demográfica (Figura 5.1.1.2.1).

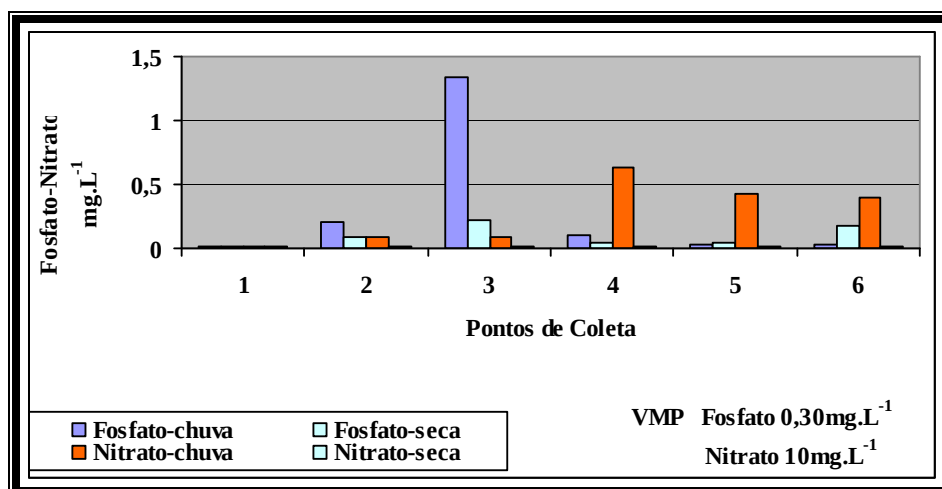


Figura 5.1.1.2.1: Teores de Fوسفato e Nitrato

No período de seca somente o ponto de coleta 1 se enquadrou dentro do limite estabelecido pela DN N°1/08 COPAM/CERH. Para ambos os períodos, 67% dos pontos amostrados apresentaram teores acima do limite permitido pela legislação. O mesmo se repetiu com os teores de fوسفato no período de seca. O ponto 2 apresentou os maiores teores de nitrato e fوسفato em período de chuva devido ao lançamento de esgoto *in natura* em sua calha e por receber águas de entorno contaminadas. Não é ponto que sofre reaeração, como acontece com o ponto de amostra 3. O fósforo tem sua procedência natural na dissolução de compostos do solo e na matéria orgânica e antropogênica, nos lançamentos de esgotos domésticos, detergentes, fertilizantes e na matéria fecal. É um elemento essencial para o crescimento de algas juntamente com o nitrogênio. Elevados

teores de fósforo e nitrogênio conduzem a um crescimento exagerado destes organismos, causando o processo de eutrofização e, conseqüentemente, a predominância de algas. Essas ao entrarem em decomposição, elevam a quantidade de microrganismos e a conseqüente deterioração da qualidade do corpo de água (Von Sperling, 2005).

5.1.1.3 - Oxigênio Dissolvido e Demanda Bioquímica de Oxigênio

Segundo o IGAM, (2006), o Oxigênio Dissolvido é um dos constituintes mais importantes dos recursos hídricos, indicando a capacidade de um corpo d'água manter a sobrevivência de organismos aquáticos. Para a estabilização da matéria orgânica, as bactérias consomem o oxigênio, podendo causar sua redução no meio. Se totalmente consumido, o meio passa a ser anaeróbico, afetando a cor, o odor e o aspecto da água (Von Sperling, 2005). O oxigênio é essencial na autodepuração em cursos d'água e em sistemas de tratamento de esgotos (IGAM, 2006). A autodepuração é um processo natural que ocorre num corpo d'água, resultando na redução bacteriana, estabilização dos constituintes orgânicos, renovação do oxigênio dissolvido consumido e o retorno às características (biota) normais do corpo d'água. É realizada por processos físicos como a sedimentação, a diluição, a reaeração e processos químicos como a oxidação e a decomposição da matéria orgânica. Na decomposição há um decréscimo no teor de oxigênio, devido à respiração dos decompositores (Braga *et al.*, 2005).

Na primeira etapa da autodepuração avalia-se a quantidade de oxigênio dissolvido consumida pelos organismos aeróbicos ao degradarem a matéria orgânica, em $\text{mg.L}^{-1}\text{O}_2$. Esta quantidade de oxigênio é denominada Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). É medida em um período de 5 dias, a 20°C, referendada como $\text{DBO}_{5,20}$ e mede o potencial poluidor de determinadas substâncias biodegradáveis em relação ao oxigênio dissolvido. A presença de uma elevada concentração de matéria orgânica pode levar o oxigênio da água à extinção, provocando o desaparecimento de peixes e outras espécies aquáticas de vida aeróbica superior (IGAM, 2006).

Na segunda etapa da autodepuração há a recuperação do oxigênio dissolvido ou reaeração pela trocas atmosféricas e a fotossíntese. A DBO é o parâmetro de maior importância para determinação do grau de poluição de um corpo d'água (Von Sperling, 2005).

O Ponto de coleta 3 obteve o menor IQA médio. Isto se deve ao valor da $\text{DBO}_{5,20}$ de $7,0\text{mg.L}^{-1}$ para ambas as campanhas não afetando significativamente o teor de OD na

campanha de chuva: $4,9\text{mg.L}^{-1}$. Os parâmetros OD e DBO fora do limite estabelecido pela legislação, indicam pontos de poluição orgânica da água dos rios à montante do lançamento relativo aos despejos ao longo do percurso do rio até o ponto de amostragem. O Ponto 03 é um ponto de poluição. Para os demais pontos com DBO inferior a 5mg.L^{-1} , indicam águas livres de materiais orgânicos (Figura 5.1.1.3.1).

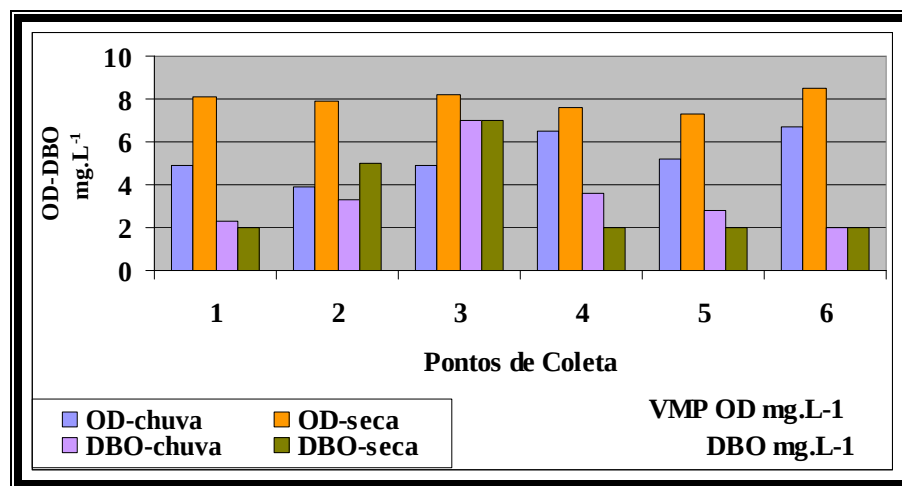


Figura 5.1.1.3.1: Teores de Oxigênio Dissolvido e Demanda Bioquímica de Oxigênio

O rio Maracujá possui características próprias: a diferença de altitude da cabeceira para a foz é de 356m, representando um grande gradiente favorável à reaeração, mesmo apresentando a cada ano um volume decrescente de água. Têm em seu leito três cachoeiras em pontos estratégicos: uma cascata após a formação do rio Maracujá onde se localiza a ETA de Vista Alegre (Coutrin, 2008), a Cascata do Dom Bosco na entrada do distrito de Cachoeira do Campo e a cachoeira da Ponte do Palácio, na saída de Cachoeira do Campo, gerando maior vazão e maior diluição em grande parte de seu curso, figura 5.1.1.3.2.



Figura 5.1.1.3.2: Reaeração do Rio Maracujá após a Ponte do Palácio-C. Campo

Em consequência da reaeração, o rio sofre uma aceleração na recuperação do oxigênio consumido, permanecendo com o OD numa concentração elevada principalmente no período de seca. A taxa de reintrodução de OD em águas naturais através da superfície, depende das características hidráulicas e é proporcional à velocidade de fluxo, sendo que a taxa de reaeração superficial em uma cascata é superior a de um rio de velocidade normal (CETESB, 2006).

5.1.1.4 - Condutividade e pH.

A avaliação da condutividade elétrica mostra que as águas do rio Maracujá são pobres em sais minerais, resultando águas abaixo do limite esperado para águas naturais: $100\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$. Segundo o IGAM, 2006, a condutividade elétrica acima de $100\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$ indica ambientes impactados.

O pH é definido como caráter ácido, neutro ou básico em uma solução aquosa. Tem origem natural nas dissoluções de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e na fotossíntese. Nos despejos domésticos e industriais, possui sua origem antropogênica (Silva *et al.*, 2004). As medidas do pH não afastaram da neutralidade, indicando não haver poluição em função deste parâmetro.

5.1.1.5 - Coliformes Termotolerantes

Os Coliformes termotolerantes são bactérias originadas do trato intestinal humano e de animais e estiveram presentes em 100% dos pontos coletados (Figura 5.1.1.5.1).

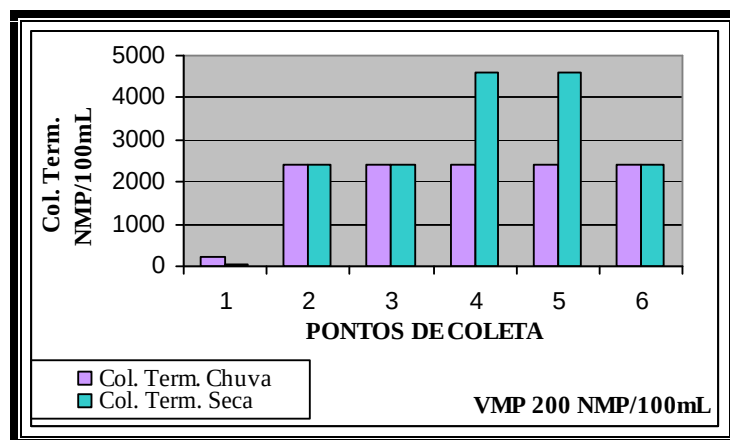


Figura 5.1.1.5.1: Teor de Coliformes Termotolerantes

Compreende os gêneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. A *Escherichia coli* é a principal bactéria do grupo de coliformes termotolerantes. Encontrada em esgotos, efluentes tratados e águas sujeitas à contaminação recente, (Von Sperling, 2005).

Os elevados teores de coliformes termotolerantes e fosfatos e turbidez nas campanhas de chuva foram os fatores que contribuíram para o baixo valor do IQA para os pontos de coleta 2, 3, 4, 5 e 6. Dos pontos amostrados nas duas campanhas (períodos de chuva e seca), 67% apresentaram teores de fosfato bem acima de $0,030\text{mgP.L}^{-1}$, limite estabelecido pela legislação e 100% relativo à coliformes termotolerantes, demonstrando o lançamento de esgoto doméstico na calha do rio. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro de possível existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, como disenteria bacilar, cólera, febre tifóide e febre paratífóide (Tabela 5.1.1.5.1).

Tabela 5.1.1.5.1: Doenças de Veiculação Hídrica

Contágio	Doença	Agente	Hospedeiro
Por escassês de água	Tracoma	Vírus	Contato pessoal
Por escassês de água	Sarna	Ácaro	Contato pessoal
Por vetores	Malária	Protozoário	Mosquito
Por vetores	Leishmaniose	Protozoário	Mosquito
Por vetores	Febre amarela	Vírus	Mosquito
Por vetores	Filariose	Verme	Mosquito
Através da pele	Esquistossomose	Verme	Caramujo
Através da pele	Ancilostomíase	Verme	Fezes humanas
Através da pele	Estrongiloidíase	Verme	Fezes humanas
Água contaminada	Raiva	Vírus	Animais domést.
Água contaminada	Varíola	Vírus	Contato pessoal
Água contaminada	D.de Chagas	Protozoário	Percevejo
Água contaminada	Amebíase	Protozoário	Fezes humanas
Água contaminada	Giardíase	Protozoário	Fezes humanas
Água contaminada	Toxoplasmose	Protozoário	Gato e aves
Água contaminada	Leptospirose	Bactéria	Animais domést.
Água contaminada	Bouba	Bactéria	Mosca, mosquito
Água contaminada	Brucelose	Bactéria	Animais domést.
Água contaminada	Febre tifóide	Bactéria	Fezes e moscas
Água contaminada	Tétano	Bactéria	Terra e fezes
Água contaminada	Carbúnculo	Bactéria	Animais domést.
Água contaminada	Tuberculose	Bactéria	Ar contaminado
Água contaminada	Colibacilose	Bactéria	Alim. e moscas
Água contaminada	Difteria	Bactéria	Contato pessoal
Água contaminada	Ascaridíase	Verme	Fezes humanas
Água contaminada	Teníase	Verme	Animais domést.
Água contaminada	Enterobiose	Verme	Fezes humanas
Água contaminada	Hidatidose	Verme	Cão e carneiro
Água contaminada	Balantidíase	Verme	Fezes humanas

Fonte: Veronesi, 1976

5.1.2 - Metais e Metalóides.

Os resultados das análises de metais e metalóides estão apresentados nas tabelas 5.1.2.1 e 5.1.2.2, para as campanhas dos períodos de chuva e seca, respectivamente.

Serão discutidos os elementos com teor fora do limite estabelecido pela DN N°1 COPAM/CERH de 5/05/08 e as questões de saneamento ambiental.

Tabela 5.1.2.1: Metais e Metalóides – Período de Chuva

Março/2007

Ponto	1	2	3	4	5	6	VMP mg.L ⁻¹
PARÂMETROS							
Alumínio (mg.L ⁻¹)	-	0,014	0,049	0,04	0,022	0,065	0,100
Arsênio (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	0,01
Bário (mg.L ⁻¹)	0,016	0,03	0,031	0,039	0,042	0,016	0,7
Berilo (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	0,04
Cádmio (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	0,001
Cálcio (mg.L ⁻¹)	3,8	2,7	4,6	4,4	4,0	3,4	
Cobalto (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	0,05
Cobre (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	0,009
Cromo (mg.L ⁻¹)	-	-	-	0,012	-	-	0,050
Enxofre (mg.L ⁻¹)	0,17	0,16	0,67	0,29	0,27	0,23	
Escândio (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	
Estanho (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	
Estrôncio (mg.L ⁻¹)	0,016	0,023	0,035	0,038	0,036	0,030	
Ferro (mg.L ⁻¹)	0,012	0,211	0,204	0,257	0,287	0,471	0,300
Lítio (mg.L ⁻¹)	0,740	0,009	0,007	0,005	0,004	0,003	2,500
Magnésio (mg.L ⁻¹)	1,3	1,5	2,0	1,8	1,6	1,3	
Molibdênio (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	
Manganês (mg.L ⁻¹)	0,80	1,50	1,00	1,00	1,00	0,24	0,10
Níquel (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	0,025
Potássio (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	
Silício (mg.L ⁻¹)	2,4	4,0	4,4	5,2	5,5	5,7	
Sódio (mg.L ⁻¹)	0,3	1,7	4,0	2,9	2,9	3,0	
Titânio (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	
Vanádio (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	0,1
Zinco (mg.L ⁻¹)	-	0,006	0,010	0,006	0,007	0,006	0,180

* Em vermelho, teores fora do limite da Deliberação COPAM/CERH-Nº1/08
Elementos abaixo do limite de detecção

(-)

Tabela 5.1.2.2: Metais e Metalóides – Período de Seca

Agosto/2007

Ponto	1	2	3	4	5	6	VMP mg.L ⁻¹
PARÂMETROS							
Alumínio (mg.L ⁻¹)	-	0,016	0,03	0,025	0,026	0,019	0,100
Arsênio (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	0,01
Bário (mg.L ⁻¹)	0,032	0,022	0,038	0,057	0,045	0,047	0,700
Berilo (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	0,04
Cádmio (mg.L ⁻¹)	0,111	0,011	0,002	0,009	0,039	*	0,001
Cálcio (mg.L ⁻¹)	6,0	4,9	3,2	4,5	4,3	3,4	
Cobalto (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	0,05
Cobre (mg.L ⁻¹)	0,006	-	-	-	-	-	0,009
Cromo (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	0,05
Enxofre (mg.L ⁻¹)	0,15	0,09	0,2	0,65	0,37	0,24	
Ferro (mg.L ⁻¹)	0,171	0,076	0,583	0,532	0,594	1,450	0,300
Lítio (mg.L ⁻¹)	0,008	0,012	0,008	0,008	0,005	0,004	2,500
Magnésio (mg.L ⁻¹)	2,3	2,5	1,8	2,0	1,7	1,5	
Molibdênio (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	
Manganês (mg.L ⁻¹)	0,693	1,209	1,176	0,986	0,870	0,634	0,100
Níquel (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	0,025
Potássio (mg.L ⁻¹)	0,39	0,43	1,15	1,70	1,40	1,50	
Silício (mg.L ⁻¹)	2,50	2,30	4,30	4,70	5,60	4,15	0,01
Sódio (mg.L ⁻¹)	0,7	0,4	2,6	5,0	3,5	*	
Titânio (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	*	
Vanádio (mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-	*	0,1
Zinco (mg.L ⁻¹)	0,32	0,05	0,04	0,05	0,09	0,02	0,18

* Em vermelho, teores fora do limite da Deliberação COPAM/CERH-Nº1/08

(-) Elementos abaixo do limite de detecção

5.1.2.1 - Manganês e Ferro

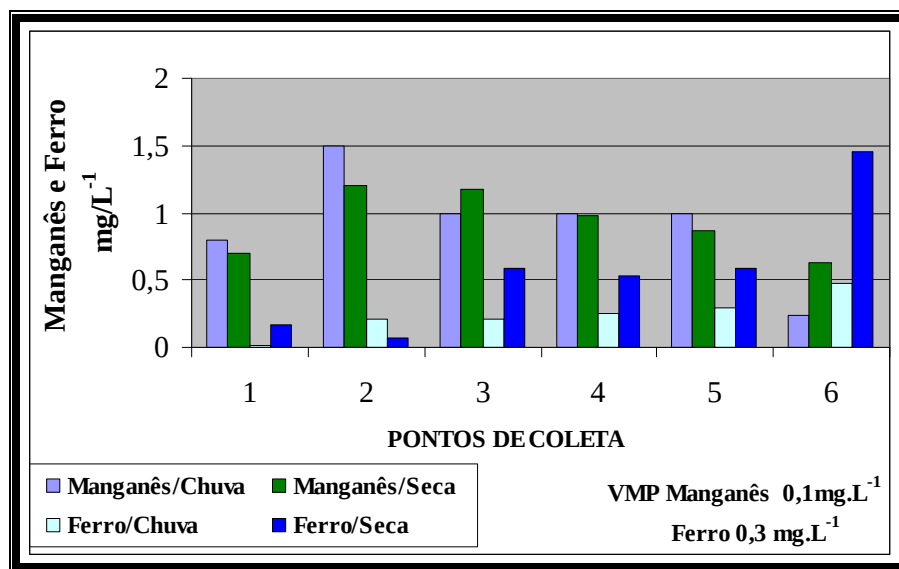


Figura 5.1.2.3.1: Teores de Manganês e Ferro

Os teores de manganês e ferro se destacaram significativamente (Figura 5.1.2.3.1). Têm origem litológica. O manganês e o ferro são componentes do solo do Quadrilátero Ferrífero. A concentração de manganês é maior que a permitida pela legislação em 100% de ambas as campanhas e a do ferro em 67% na campanha de seca e 42% em ambas as campanhas. A presença excessiva do manganês e do ferro afeta o sabor da água, provoca o tingimento em instalações sanitárias e em roupas após lavagem e depósitos em sistemas de distribuição de águas. O manganês também afeta pela doença denominada manganismo - a exposição a este metal pode interagir com o processo de envelhecimento, levando indivíduos mais velhos a um maior risco de desenvolverem uma síndrome semelhante a doença de Parkinson (IGAM, 2006).

O ferro é essencial ao sistema bioquímico das águas. Em altos teores, afeta a cor e a dureza tornando a água inadequada para o consumo doméstico e industrial. (IGAM, 2006). Apesar de não se constituir em um tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água: desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bactéria, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição. Por estes motivos, o ferro constitui-se em padrão de potabilidade, tendo sido estabelecida a concentração limite de 0,30mg.L⁻¹ pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde. É também padrão de emissão de esgotos e de classificação das águas naturais.

5.1.2.2 - Cádmio e Zinco

O cádmio possui grande mobilidade em ambientes aquáticos, é bioacumulativo, persistindo no meio ambiente. É um metal de elevado potencial tóxico, podendo entrar na cadeia alimentar. O cádmio se apresenta nas águas naturais devido às descargas de efluentes industriais, principalmente as galvanoplastias, produção de pigmentos, baterias, soldas, equipamentos eletrônicos, lubrificantes e acessórios fotográficos. É também usado como inseticida. A queima de combustíveis fósseis consiste também numa fonte de cádmio para o ambiente. É um subproduto da mineração do zinco (Von Sperling, 2005). O cádmio pode ser fator para vários processos patológicos no homem, incluindo disfunção renal, hipertensão, arteriosclerose, inibição no crescimento, doenças crônicas em idosos e câncer (IGAM, 2006).

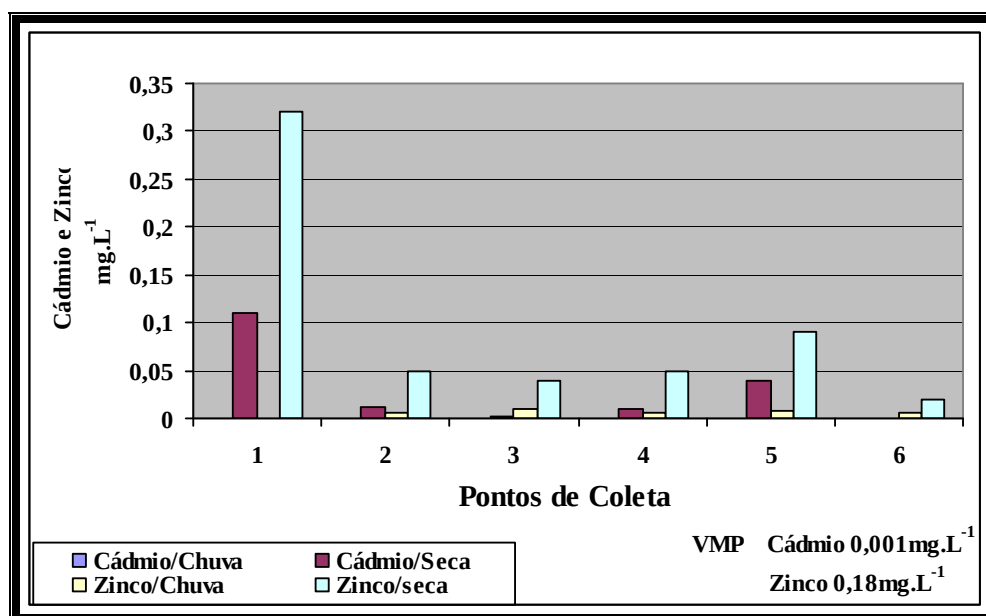


Figura 5.1.2.4.1: Teores de Cádmio e Zinco

A bacia do rio Maracujá é região de mineração, e não apresenta indústrias. O padrão máximo para presença do cádmio relativo à saúde é de 0,005mg.L⁻¹ (Braga *et al.*, 2005). 84% das amostras se encontram fora do limite estabelecido pela legislação no período de seca (Figura 5.1.2.4.1). Pesquisadores tem estudado a poluição de cursos d'água contaminados naturalmente por metais traço nos depósitos minerais e por atividades antrópicas no Quadrilátero Ferrífero. Altos teores de As, Hg, Cd, e outros

elementos têm sido detectados em regiões de minerações. O teor deste elemento pode estar relacionado com a ocorrência de veios sulfetados na área estudada. Processos geológicos disponibilizam os metais traço para o meio ambiente e estes são carregados para os recursos hídricos aumentando a concentração desses elementos (Parra, 2006).

Em 2005, Martins (in Parra, 2006), analisou amostras de rocha, água, sedimento, solo e plantas na região das minas de pirita Piquete e Santa Efigênia, no município de Ouro Preto. O cádmio foi detectado nos sedimentos e solos. A concentração deste e outros elementos possuem relação direta com a litologia local.

A região de maior ocorrência do cádmio se deu no Alto Maracujá onde o topázio imperial é explorado e apresenta em sua constituição o cádmio como elemento traço (Gandini, 1994). Bagatella, (1994), apud Bacellar, (2000), ressaltou a tendência da água a se acumular em fraturas de rochas concentrando material orgânico gerando um meio ácido e saturado. A dissolução da rocha é facilitada por intemperismo químico ocasionando a erosão geoquímica, removendo os materiais seletivamente (Dunne, 1990, apud Bacellar, 2000).

O Zinco aparece somente no ponto 1, período de seca, fora dos limites estabelecidos pela DN N°1/08 COPAM/CERH. Procede de processos antrópicos e naturais, incineração de madeira e resíduos, siderurgia, pesticidas, efluentes domésticos. É um elemento essencial para o ser humano. Em altas concentrações pode causar câncer nos testículos, afetar o trato gastrointestinal, dentes, pele, olhos, a saúde pública, tendo no abastecimento da água, na disposição de esgotos e nos aterros sanitários seus princípios básicos.

5.1.3 - Saneamento e Enquadramento do rio Maracujá

Despejos são compostos de materiais eliminados devido as atividade comuns de uma comunidade e resíduos sobras de processos. O sistema de esgotos existe para afastar a possibilidade de contato de resíduos e dejetos humanos e de animais evitando assim ameaças à população e à saúde dos cursos de água. No Brasil, os esgotos em sua grande maioria, são lançados diretamente nos corpos d'água sem tratamento prévio. Além disso, a política de saneamento ambiental adotada pela maioria das cidades, é de canalizar e/ou retificar os rios e córregos. Essa forma de urbanização adotada ao longo das bacias

hidrográficas brasileiras vem causando sérios problemas ambientais (SABESP, 2002). Estes problemas trazem conseqüências também ao homem, como alterações nos regimes hidrológicos, aumento de doenças de veiculação hídrica, contaminação química, erosão e assoreamento impedindo a navegação nos corpos d'água, além de efeitos de bioacumulação e biomagnificação de metais pesados, (Goodyear, & Mcneill, 1999).

A bacia do rio Maracujá vem sofrendo com os mesmos problemas: os elevados teores de fosfato, turbidez, coliformes termotolerantes, DBO, estreptococos, (CETEC, 2007), estão associados com a ausência de tratamento de esgoto. A atividade agropecuária utiliza insumos agrícolas, como fertilizantes e agrotóxicos, componentes tóxicos que são carregados para o rio. Além dos problemas de doenças, os esgotos domésticos, quando lançados sem tratamento nos corpos hídricos, contribuem significativamente para a sua degradação ambiental, seja por problemas estéticos, de odor, assoreamento, dano ou morte da biota aquática, e encarecimento do seu tratamento para uso doméstico.

Pelo Plano de Enquadramento da Bacia Rio das Velhas, 1997, FEAM, o rio Maracujá foi enquadrado na classe 2. Têm suas águas destinadas a:

- ✓ Abastecimento domestico, após tratamento convencional;
- ✓ Proteção das comunidades aquáticas;
- ✓ Recreação de contato primário (natação, esqui aquático);
- ✓ Irrigação de vegetais;
- ✓ Criação de espécies destinadas ao consumo humano, intensivo ou não (IGAM, 2006).

Um rio é enquadrado por trecho. Somente um parâmetro de violação é suficiente para colocar o trecho analisado dentro de determinada classe (IGAM, 2006).

Pela Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG N°1/08 a determinação dos parâmetros do IQA e de metais e metalóides para todos os pontos amostrados apresentam enquadramento maior que o da classe 3 em função dos seguintes teores:

Ponto 1: cádmio, manganês e zinco-violação do enquadramento na classe 2.

Ponto 2: coliformes termotolerantes, fosfato, cádmio e manganês-violação do enquadramento na classe 2.

Ponto 3: coliformes termotolerantes, DBO, fosfato, cádmio e manganês-violação do enquadramento na classe 2.

Ponto 4: coliformes termotolerantes, fosfato, cádmio e manganês-violação do enquadramento na classe 2.

Ponto 5: coliformes termotolerantes, fosfato, cádmio e manganês-violação do enquadramento na classe 2.

Ponto 6: coliformes termotolerantes, fosfato, sólidos em suspensão, turbidez, manganês-violação do enquadramento na classe 2.

Fosfato: 67%

Coliformes Termotolerantes: 100%

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): 17%

Turbidez: 8%

Cádmio: 42%

Sólidos em suspensão: 8%

Manganês: 100%

Ferro: 42%

Zinco: 8%

Usos da água em classes:

Uso da água classe 3:

- ✓ Abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- ✓ Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas ou forrageiras.;
- ✓ Dessedentação de animais (IGAM, 2006).

Uso da água classe 4:

- ✓ Navegação;
- ✓ Harmonia paisagística;
- ✓ Usos menos exigentes (IGAM, 2006).

5.2 - Estudo do Assoreamento

O assoreamento é o processo de deposição de sedimentos de solos, excesso de areia que se solta de erosões e carreados até os cursos d'água e lagoas, pela chuva e ventos.

Os registros fotográficos *in loco* e do site [www.google earth.com](http://www.google-earth.com) estão apresentados nas figuras 5.2.1 a 5.2.30.



Fig. 5.2.1-Mineradoras e assoreamento



Fig. 5.2.2: Nascentes e mineradoras



Fig. 5.2.3: Nascentes assoreadas I



Fig. 5.2.4: Nascentes assoreadas II



Fig. 5.2.5: Nascente assoreada III



Fig. 5.2.6: Mineração e barragem



Fig. 5.2.7: C. Arranchador assoreado



Fig. 5.2.8: C. Cipó assoreado



Fig. 5.2.9: Ponte/C. Cipó assoreado



Fig. 5.2.10: R. Maracujá /formação/chuva



**Fig. 5.2.11: R. Maracujá/ Após
formação/seca**



**Fig. 5.2.12: R. Maracujá/ Após
formação/seca**



Fig. 5.2.13.: R. Maracujá/entrada ETA/chuva



Fig. 5.2.14.: R. Maracujá/entrada ETA/seca



Fig. 5.2.15: R. Maracujá/entrada C.Campo



Fig. 5.2.16: R. Maracujá dentro C.Campo



Fig. 5.2.17: Vertedouro dique 2 OPPS



Fig. 5.2.18: Recuperação voçoroca/OPPS



Fig. 5.2.19: Esgoto C. Campo/R. Maracujá



Fig. 5.2.20: Lixo C. Campo/R. Maracujá



Fig. 5.2.21: R. Maracujá/entrada Amarantina

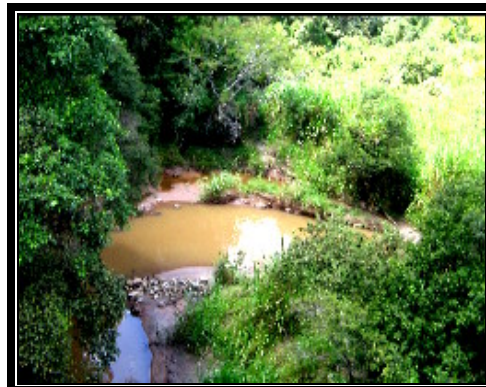


Fig. 5.2.22 R. Marcujá/saída Amarantina



Fig. 5.2.23: R. Maracujá/Maracujá



Fig. 5.2.24: R. Maracujá/ Coelhos



Fig. 5.2.25: Turbidez/Coelhos/R. Maracujá



Fig. 5.2.26: R. Maracujá/C. dos Padres



Fig. 5.2.27: R. Maracujá/sítio em Maracujá



Fig. 5.2.28: Voçoroca na foz/R. Maracujá



Figura 5.2.29: Encontro R. Maracujá/R. das Velhas
Fonte: www.google.earth.com



Figura 5.2.30: Encontro R. Maracujá/R. das Velhas/Represa rio de Pedras
Fonte: www.google.earth.com

A sequência de fotos segue o curso do rio. No seu conjunto observa-se assoreamento ao longo do seu curso. Nas cabeceiras evidenciam-se atividades mineradoras, interferindo no ecossistema biótico e abiótico.

5.2.1 - Assoreamento na região das nascentes do rio Maracujá

As variações dos fatores físicos e químicos podem ocorrer naturalmente devido a secas, chuvas, erosões, e por ações antrópicas como retificações do canal do rio, instabilidade de voçorocas, inundações, interferências em nascentes (Figura 5.2.1.1).



Figura 5.2.1.1: Assoreamento de nascentes no Alto Maracujá por mineradoras
Fonte: www.cgee.org.br/atividades/redirect.php

A bacia hidrográfica é definida como uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. (Tucci, 1997). A água, o solo, a vegetação e a fauna se interagem dinamicamente, reagindo às interferências naturais e antrópicas, afetando os ecossistemas como um todo. Nesses compartimentos naturais - bacias hidrográficas - os recursos hídricos constituem

indicadores das condições dos ecossistemas, no que se refere aos efeitos do desequilíbrio das interações dos respectivos componentes (Souza *et al.*, 2002).

A bacia do rio Maracujá tem em suas cabeceiras graves impactos antropogênicos, não somente no rio, assim como em toda área de drenagem da bacia. Nesta região há segundo Peixoto, (2004), mais de 100 nascentes formadoras de córregos. Na realidade as ressurgências não são passíveis de contagem devido ao seu elevado número.

Esta área é caracterizada pela presença de um intenso processo erosivo cometido pela atividade garimpeira, principalmente no córrego Cipó. O Alto Maracujá tem toda sua área praticamente exposta à ação dos garimpos de topázio imperial. Quase todos os pontos de extração do mineral são clandestinos, agravando a situação. São utilizados métodos de lavra agressivos em termos ambientais e grande quantidade de água é retirada do rio para uso na extração e lavagem do topázio (Figuras 5.2.1.2 e 5.2.1.3).



Figura 5.2.1.2: Assoreamento C. Cipó
Fonte: Peixoto, 2004



Figura 5.2.1.3: Nascentes no Alto Maracujá

Os métodos de lavra manual compreendem o garimpo de margem e o garimpo de leito (Figuras 5.2.1.4 e 5.2.1.5).



Figura 5.2.1.4: Garimpo de margem no C. Cipó
Fonte: Peixoto, 2004



Figura 5.2.1.5: Garimpo de leito no Alto Cipó feito por dragagem
Fonte: Peixoto, R., 2004

Os garimpos se concentram, em sua maioria, no leito, às margens e nas cabeceiras dos córregos Cipó e Caxambu. O Cipó é considerado o principal córrego formador do rio Maracujá. Logo, toda atividade que gera degradação ambiental nesse curso d'água, afeta de forma negativa o próprio rio. Os garimpos nesta região apresentam processos manuais, rudimentares, estabelecendo nas matas ciliares as frentes de lavras, pela ocorrência do topázio junto aos recursos hídricos e pela proteção visual que estas propiciam ao garimpeiro. É caracterizado pela invasão de terra, desmatamento, decapeamento manual,

construção de acampamentos, abertura de frente de lavra, esgotamento da água das frentes de lavra, cata e lavagem do topázio. Nas etapas de decapeamento e desmatamento há a perda da mata ciliar e arraste de árvores em direção à jusante, afetando pontes, encanamentos, barragens, aumentando a erosão do solo, assoreando os cursos d'água. Na abertura da frente de lavra, há a formação de pilhas de estéreis expostas ao escoamento superficial, transportando sólidos sedimentáveis rumo ao leito dos rios. Esgotada as frentes de lavra, abandonam o local deixando enorme degradação ambiental (Peixoto, 2004).

O córrego Cipó capta um grande volume de água advindo da rede de drenagem das encostas do entorno. Com o arraste, todo material desagregado é transportado para as partes mais baixas do córrego, acarretando um alto grau de assoreamento. Ilhas de sedimentos são facilmente verificadas e parte dela chega a ocupar 90% da área útil do leito (Peixoto, 2004).

Na mineração por garimpo de leito, a água é retirada por bombeamento e por dragagem. Muitas vezes são construídas pequenas barragens rudimentares para a lavagem do solo e cascalho que contêm o topázio. Essas barragens modificam o curso dos córregos, atingindo estradas e pastos, causando prejuízos principalmente no período das chuvas. O garimpo de margem se estabelece às margens de córregos, nas faixas das matas ciliares. Nem sempre é possível a identificação deste tipo de garimpo (Peixoto, 2004).

Os córregos Cascalho e Arranchador são os únicos que apresentam melhores condições ambientais. O Cascalho, porque não há ocorrência de topázio em suas margens e leito, e o Arranchador, devido à efetiva proibição de garimpos pelos proprietários das terras por onde ele passa (Peixoto, 2004).

Outro tipo de garimpagem é a lavra semimecanizada, utilizando estruturas de grande porte no decapeamento e desmatamento para exploração do topázio imperial. A retirada da camada de solo é feita por meio de escavação usando picaretas, enxadas, enxadões e tratores. Essa operação é uma das principais causadoras da degradação ambiental na região e é muito semelhante ao garimpo manual. Estes garimpos normalmente possuem Licenciamento Ambiental (Figura 5.2.1.6).

O transporte de sólidos sedimentáveis e o desmatamento deixa a superfície do solo à mercê do impacto da água, aumentando sua velocidade de escoamento, pois não há vegetação à frente capaz de reduzir tal impacto (Gariglio, 1987).

*Fica aqui registrada a impossibilidade de um estudo maior devido à dificuldade de entrada dentro destas mineradoras

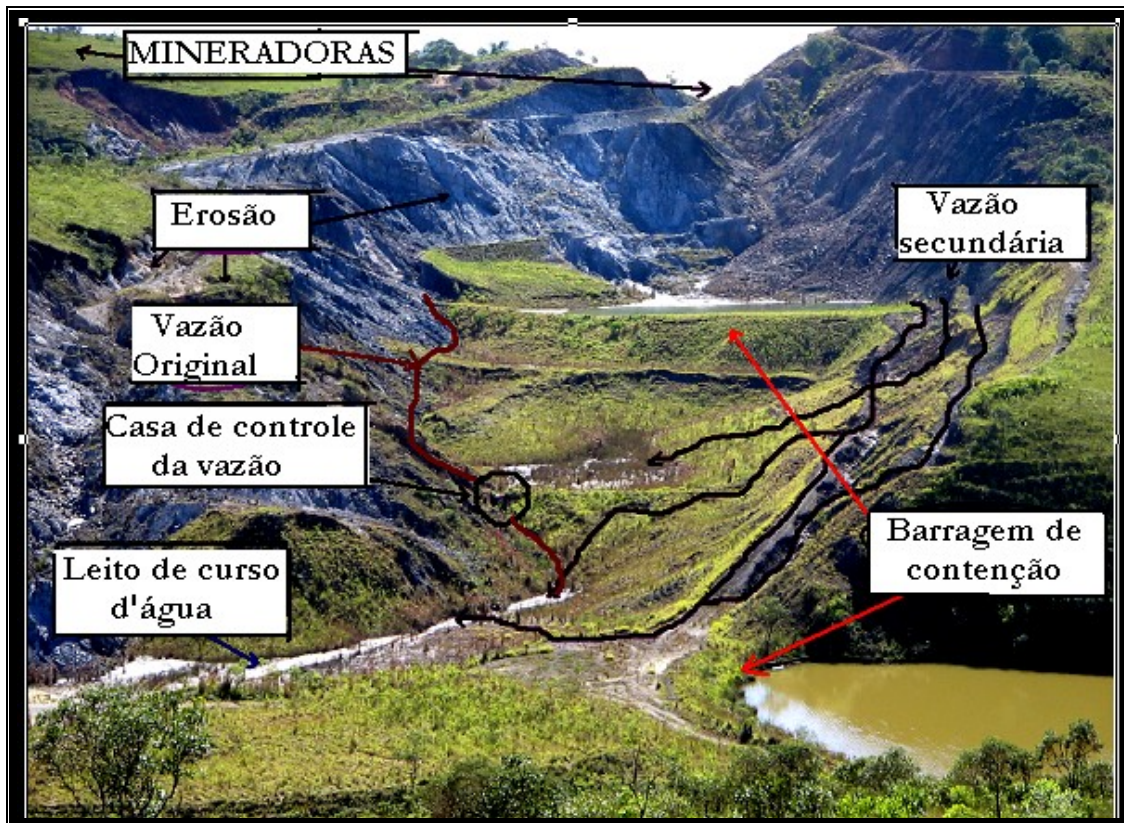


Figura 5.2.1.6: Foto geral da Cabeceira do Rio Maracujá

A supressão da mata ciliar afeta diretamente na ecologia dos rios. A mata ciliar ou ripária é fonte permanente de nutrientes e matéria orgânica compondo a cadeia alimentar nas cabeceiras. Fornece condições de temperatura e umidade e a redução de entrada de sedimentos e poluentes na calha principal do rio. A preservação da mata ciliar é da maior importância na manutenção estrutural do rio e na contenção de processos erosivos em sua margem. A concentração de fósforo e sólidos em suspensão pode ser modificada com a retirada da vegetação das margens, recaiando na qualidade das águas do rio. Com a presença de mata ciliar, a vegetação das margens fornece alimento e abrigo para os organismos aquáticos, principalmente para os peixes (Silveira, 2004).

Segundo Odum, (1983), para o cidadão pagador de impostos “quanto custará a reabilitação da terra e quanto da degradação poderia ser evitada”. Quando uma área já se torna esgotada ambientalmente, não haverá mais possibilidade de implantação de outra devido ao grande passivo ambiental.

5.2.2 - As Voçorocas

São comuns os termos sulco, ravina e voçoroca ou boçoroca. Sulcos são os primeiros caminhos de água esculpidos na superfície de um terreno pela concentração de águas de escoamento superficial. Atingindo profundidades maiores são chamados de ravinas e quando o lençol freático é atingido, as ravinas se tornam mais profundas, aparecendo as surgências, aplicando-se o termo voçoroca (Sobreira, 1998).

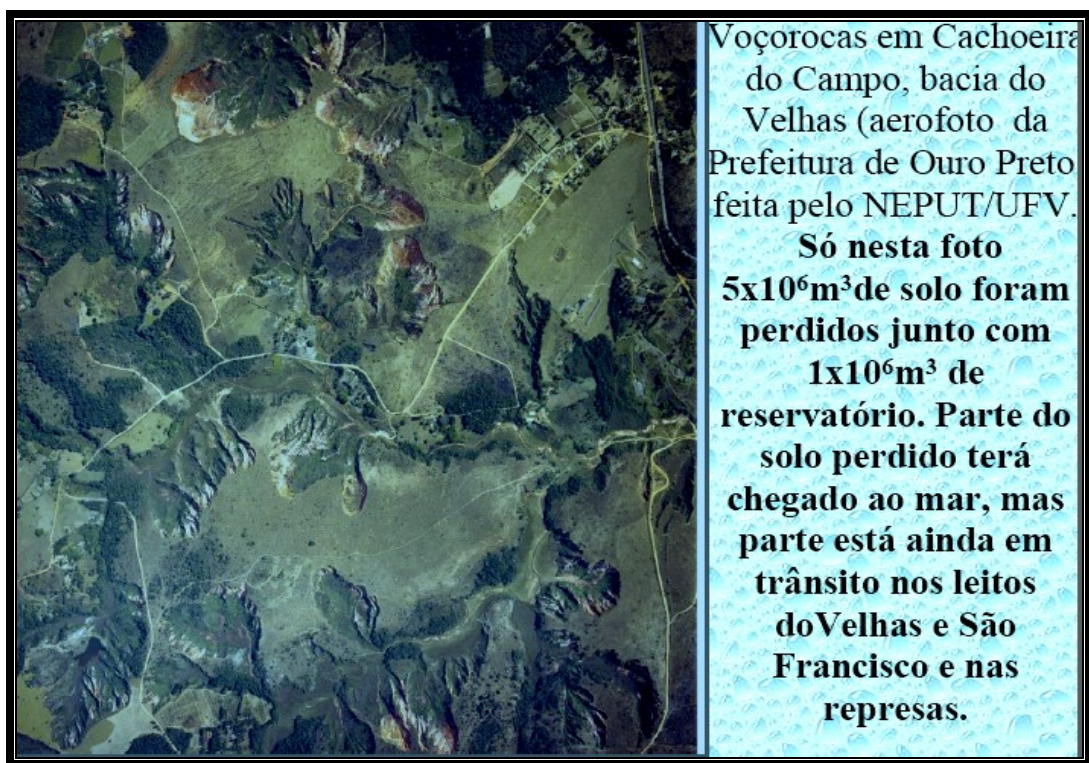


Figura 5.2.2.1: Voçorocas/C. Campo

Fonte: www.degeo.ufop.br/terraCiencias/bibliotecaVirtual/edezio/palestras/revitalização

As Figuras 5.2.2.1 e 5.2.2.2 representam as voçorocas em Cachoeira do Campo e mapeamento de voçorocas e atividades mineradoras no Alto Maracujá, respectivamente.

Segundo Oliveira, (1995), a erosão provocada por voçorocas é devido à adaptação da rede de drenagem a novas condições hidrodinâmicas antrópicas ou por alternâncias climáticas. O aparecimento das voçorocas está diretamente relacionado com as alterações morfo-hidro-pedológico, acelerada por fatores antrópicos, como o desmatamento, atividades agrícolas e urbanas (Sobreira, 1998).

As erosões antrópicas, aquelas que têm o homem como agente central, expressam-se mais evidentemente através das voçorocas ou boçorocas, principalmente nas regiões tropicais e sub-tropicais. As voçorocas segundo Fiorio & Soares (1976), apud Parzanese, (1991), são vales de erosão onde a taxa de remoção de material é tão rápida, que não permite que se desenvolva vegetação (Figura 5.2.2.3).



Figura 5.2.2.3: Voçoroca na foz do Rio Maracujá
Fonte: Fonte: www.google.earth.com

Uma vez removidas a cobertura vegetal, a ação das gotas de chuva em solos desprotegidos intensifica-se. A ação do escoamento superficial (mais intenso em áreas sem cobertura vegetal) por filetes de água, que se juntam até formarem enxurradas, pode arrancar e transportar grande volume de material solto (erosão por escoamento concentrado). Este processo provoca a formação de sulcos que evoluem para ravinas e podem atingir a configuração de voçorocas, quando alcança o lençol freático. O mesmo se

sucedem através da concentração imediata das águas por escoamento por cercas, ruas, galerias e até mesmo esgotos (Silva *et al.*, 2004).

O clima exerce influência direta no processo de erosividade (potencial em causar erosão). Climas quentes e úmidos são favoráveis ao desenvolvimento de voçorocas, pois intensificam o intemperismo químico (Bacellar, 2000). A acumulação de sedimentos é decorrente do elevado número de voçorocamento nas vertentes, resultando em processo de degradação. A profundidade dos cursos hídricos é mínima sendo contínuo o aporte de sedimentos (Figueiredo *et al.*, 2002). Na área em estudo, os principais impactos ambientais provenientes de voçorocas, podem ser descritos como:

- ✓ Assoreamento de córregos, rios e reservatórios;
- ✓ Eliminação de nascentes, rebaixamento do lençol freático no entorno;
- ✓ Degradação de culturas e pastagens;
- ✓ Destruição de estradas e obras de construção civil;
- ✓ Destruição da biota e de habitats;
- ✓ Riscos às zonas rurais e urbanas;
- ✓ Riscos à população;
- ✓ Inundação de terras.

O processo erosivo por voçorocas no Alto Maracujá, onde o rio possui suas nascentes, é extremamente significativo. Muitas delas originam-se no interior das voçorocas existentes na região, segundo Peixoto, (2004). A exploração irracional da terra foi desencadeadora dos processos erosivos, determinando a susceptibilidade da região determinante para a ocorrência das voçorocas (Parzanese, 1991).

Num relance dentro da história de Cachoeira do Campo vemos que esse distrito foi celeiro da região à época do ciclo do ouro em Minas Gerais. O uso intensivo do solo e a ausência de planejamento agropecuário implantado à época, levaram o solo à exaustão. O desmatamento da área em estudo pelo decapeamento com equipamentos em garimpos semimecanizados foi considerado um agente deflagrador da erosão. Esta mesma erosão pode ter tido como causa a compactação do solo, reduzindo sua capacidade de infiltração. Logo, a capacidade de escoamento superficial será elevada, aumentando a taxa de partículas desagregadas, favorecendo o aparecimento de processos erosivos como as ravinas (Bacellar, 2000). Um outro fator é a susceptibilidade da área a desequilíbrios ambientais. No Alto do Maracujá apresenta também a remoção da camada superficial do

solo onde se concentra o material orgânico e as frações minerais finas essenciais à fertilização do solo e desenvolvimento de plantas (Bacellar, 2000).

Uma das maiores expansões da Cachoeira do Campo localiza-se à margem esquerda da BR-356. Um conjunto de erosões corta toda região, circundando Vila Alegre e parte de Vila Sacramento. Estes bairros vêm sofrendo ocupação desordenada por alocação de instalações públicas, industriais e residenciais. Atividades agropecuárias estão em pleno desenvolvimento nesta região. Alocados na bordas destas erosões, esgotos, escoamento pluvial, despejo de lixo, provocam erosões, dando sinal eminente de risco em potencial (Figuras 5.2.2.4 e 5.2.2.5).



Figura 5.2.2.4: Construção de residência no interior da voçoroca Amado Batista
Fonte: Sobreira, 1998



Figura 5.2.2.5: Construção de residência no interior da voçoroca Amado Batista
Fonte: Sobreira, 1998

5.2.3 - Mineradoras nas cabeceiras e na calha do rio Maracujá

Na região de drenagem do rio Maracujá existe mineradoras licenciadas, clandestinas e empreendimento de pequeno porte sem a obrigatoriedade de obtenção de Licenciamento Ambiental (SEMAE, 2007). As mineradoras estudadas estão situadas nas cabeceiras ou na calha do rio Maracujá, sujeito a todas as interferências produzidas por estas atividades. Entre outras, são as mineradoras OPPS, Minaspérrola, Irmãos Machado, Top-Trino e a Topázio Imperial.

5.2.3.1 - OPPS-Mineração, Construção, Indústria e Comércio Ltda.

L.A. Nº198 de 17/09/1996

Processo COPAM Nº022/94/02/95

A OPPS – Mineração, Construções, Comércio e Indústria Ltda. está localizada no distrito de Cachoeira do Campo, Ouro Preto. Segundo Pimenta, (2007), técnico do Setor Ambiental da OPPS, a empresa de beneficiamento de rochas de esteatito/saponito, conhecidas como pedra-sabão, opera na construção de fornos, peças artesanais, revestimentos, e utensílios.

A água utilizada nos processos e uso interno vem da captação Funil ou obtida por poços artesianos. Os tanques de deposição são seqüenciais e caso haja transbordamento, principalmente em época de cheia, os resíduos serão lançados no Córrego Dom Bosco, afluente do rio Maracujá, assoreando desta forma este rio.

Vem sendo desenvolvido um processo de recuperação de voçorocas, segundo a empresa, provocadas por agressões de caráter antrópico dentro da área da OPPS-após drenagem da água pluvial e barragem de contenção à frente das voçorocas, as aparas e resíduos obtidos do beneficiamento são dispostos no interior da cava e recoberta por terra seguida de plantio de espécies gramíneas. Não nada há que se comprove a estabilidade do preenchimento de cavas por estas aparas para a revitalização de voçorocas (Figura 5.2.2.3.1).



Figura 5.2.2.3.1: Recuperação voçoroca OPPS/ Lançamento água pluvial

5.2.3.2 - Minas Pérola

A empresa localizada no distrito de Cachoeira do Campo, Ouro Preto extrai mármore na bacia do rio Maracujá. O processo de beneficiamento utiliza água do rio. Gera efluente com resíduos de granulometria muito fina, conduzidos por canaletas para um sistema seqüencial de três barragens de contenção. Funcionam como sistema de decantação. À jusante do último barramento, a área se encontra extremamente assoreada devido aos recebimentos provenientes da área de deposição de resíduos, carreando quantidade expressiva para o Rio Maracujá.

Há cerca de um ano se encontra em processo de inatividade. O abandono de lavra pode gerar um grande impacto em seu entorno quando a mesma passa a não receber manutenção no seu sistema operacional. Como durante o processo geraram efluentes, se as barragens de contenção não apresentarem estabilidade, os resíduos serão carregados para o rio Maracujá aumentando seu grau de assoreamento (COPASA, 2000).

5.2.3.3 - Pedreira Irmãos Machado Ltda.

Processo COPAM Nº308/95/05/2000

Localizada no distrito de Amarantina, Ouro Preto, a atividade principal é a lavra de gnaiss (brita) utilizada na construção civil. A lavra é realizada a céu aberto. O desmonte do minério é feito com o emprego de explosivos e em seguida carregado por escavadeira ou por pás mecânicas em caminhões basculantes até a usina de beneficiamento onde é submetido ao processo de britagem (COPASA, 2000).

O processo apresenta praticamente 95% de aproveitamento e baseia-se na redução granulométrica seqüencial do minério. A água utilizada pela empresa no processo de beneficiamento é proveniente do rio Maracujá. A partir de 2003 teve início a colocação de uma pilha de estéril, constituída de decapeamento da mina a cerca de 230m do Córrego da Prata, afluente do rio Maracujá. Foi construído um dique controlando a drenagem da pilha (Ferreira, 2007).

O impacto ambiental torna-se visível diante da assustadora paisagem: supressão vegetal, degradação do solo, carregamento de sedimentos. A poluição atmosférica é o impacto mais grave resultante do processo de britagem (Figura 5.2.3.3.1).



Figura 5.2.3.3.1: Pedreira Irmãos Machado e o R. Maracujá
Fonte: Fonte: www.google earth.com

5.2.3.4 - Top-Trino-ME

Processo DNPM N°2917/1936

A empresa de Mineração Top-Trino está localizada no distrito de Rodrigo Silva, município de Ouro Preto, num local denominado Mato da Roça, tendo como Coordenadas Geográficas em UTM:

Lat. - 644000- Long.- 774150

A região das nascentes se encontra dentro das coordenadas em UTM:

Lat.-640234- Long.-7741815

A distância entre os pontos acima apresentados (cabeceiras do Rio Maracujá e a Mineradora Top-Trino) está em valores próximo a 2km (Figura 5.2.3.4.1).



Figura 5.2.3.4.1: Mineradoras no Alto Maracujá
 Fonte: www.googleearth.com

A descrição do empreendimento retirada do Processo DNPM segue abaixo:

- ✓ Lavra a céu aberto, executada por equipamentos mecanizados (Tratores de lâmina) para remoção do capeamento da zona mineralizada, e através do desmonte hidráulico, no desmonte do minério *in situ*;
- ✓ Beneficiamento do minério, através da catação e separação granulométrica.

A frente explotada é em forma de cava (abaixo do nível do terreno). A profundidade máxima é de 60m. O volume total de capeamento já removido é de 1.485.000m³.

Nos últimos 06 (seis anos) o material de capeamento está disposto em pilha de estéril. Associado ao desmonte hidráulico, a lavra também vem sendo processada manualmente ou por retro-escavadeiras de pequeno porte. 1650m³ são removidos por mês e 19.800m³ por ano. Ressalta-se que o regime de trabalho é de 08 meses ao ano. A vida útil da jazida é de 21 anos. A data da Licença Ambiental (L.A.) é de 29/04/1999. Não é citado no processo o início da vida útil da jazida. O início da atividade se deu em 1936. Em decorrência do menor rigor ou mesmo da ausência de normas e leis ambientais, não foi devidamente estocado o solo orgânico, usualmente empregado nos trabalhos de recomposição ambiental das cavas.

Impactos ambientais:

- ✓ Efluentes atmosféricos: queima de combustível e poeira gerada no transporte.
- ✓ Efluentes Líquidos: resíduos (material argiloso-arenoso) provenientes do beneficiamento (7.100m^3 , contendo 10% de sólidos). Este será bombeado e/ou conduzidos por gravidade através de tubulação flexível, até uma barragem de resíduos, mais precisamente um poço de decantação, no qual se faz o desassoreamento. Parte do tempo é dedicada unicamente à preparação de novas frentes de lavra e/ou estocagem do minério. O sistema geral permitirá a contenção de parte das águas pluviais nestes locais, dispensando a construção de diques de contenção de eventuais finos carregados de erosões situadas à montante destas. Estão previstos revegetação e revestimento com concreto de um canal de drenagem adjacente à atual frente de lavra cujos taludes apresentam-se em condições de instabilidade, conforme sugestão apresentada no Auto de Fiscalização – FEAM. Os efluentes domésticos serão tratados em sistema de fossa séptica a ser construída e os oriundos de processos de beneficiamento, serão tratados através de caixa separadora de óleos e graxas a ser construída junto à oficina de manutenção.
- ✓ Os resíduos sólidos estão associados à remoção decapeamento da camada mineralizada disposta em pilha adequadamente controlada.

*Não foi possível agendar uma visita à mineradora.

5.2.3.5 - Topázio Imperial

A Topázio Imperial Mineração Comércio e Indústria Ltda. localizada na Fazenda Capão do Lana, é a maior mina de topázio imperial do mundo, com lavra a céu aberto, situada a 2Km de Rodrigo Silva, distrito de Ouro Preto. Altamente mecanizada, opera dentro dos melhores padrões técnicos. A mineradora possui 50 funcionários e trata em média 4.500m^3 de minério por mês. Também está localizada na cabeceira do rio Maracujá. Possui Licença Ambiental. Não foi possível obter nenhum dado técnico exceto o que está no site www.topazioimperial.com.br/mina.

5.3 - Retificação do Rio Maracujá

Entre os parâmetros morfológicos de rios, encontram-se quatro padrões básicos de canais: retilíneo, meandrante, entrelaçado e anastomosado (Figura 5.3.1).

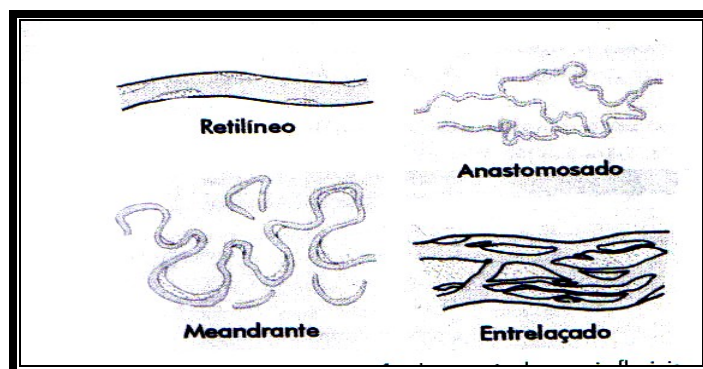


Figura 5.3.1: Morfologia de rios

Fonte: Teixeira et al., 2003

A retificação de um rio compreende a alteração do padrão de seu canal através de sua canalização (Teixeira *et al.*, 2003).

Em todo seu curso, o rio Maracujá sempre apresentou o padrão meandrante. Sem data precisa, houve a retificação aproximada de 425m de sua calha na altura do Centro Cultural Dom Bosco e no centro de Cachoeira do Campo. Esta região se encontra bem próxima à área residencial deste distrito como mostra a figura 5.3.2.



Figura 5.3 2: Retificação do rio Maracujá

Fonte: www.googleearths.com

O rio Maracujá como foi descrito no capítulo 5, item 5.2.1, sofre de intenso assoreamento em sua cabeceira. Com a retificação, há um aumento da velocidade de fluxo das águas represando o sedimento em sua calha. Com a redução da área de infiltração das águas pluviais devido às construções, pavimentação de vias públicas, as águas do escoamento superficial vêm numa crescente velocidade de fluxo, com um volume de sedimentos aumentado, tendo como consequência a inundação de toda área em suas margens e entorno.

5.4 - Dados sobre o Abastecimento da Água nos Distritos Estabelecidos na Calha do rio Maracujá

No local denominado Cascata do Dom Bosco, foi construída uma hidroelétrica para abastecimento da região da bacia do Maracujá. Desativada entre 1963 e 1965, inaugurou-se em 1975 o sistema de captação de água para a região, pela Secretaria de Obras da Prefeitura de Ouro Preto. Nesta época o assoreamento provocado pelo garimpo começou a intensificar. A barragem de captação foi atingida pelo grande volume de sólido carregados pelas águas do rio e ali sedimentado. Segundo Peixoto, 2004, o assoreamento da barragem expandiu em direção à montante atingindo o local onde se encontra a ponte Morro da Mata. É provável que o leito do córrego Cipó tenha se elevado no mínimo três metros em relação ao original, pelo acamamento de sedimentos (Figura 5.4.1).



Figura 5.4.1: Ponte sobre o Córrego Cipó

O assoreamento da barragem e a incrustação no interior da tubulação reduziram a vazão do abastecimento, fazendo-se necessária a troca da mesma (Figura 5.4.2).



Figura 5.4.2: Assoreamento na ETA Vila Alegre

Nova ETA (Vista Alegre) foi inaugurada em 1980 passando pelos mesmos problemas de anteriores (Peixoto, 2004). Em maio de 2004 foi inaugurado um novo sistema de abastecimento, denominado Sistema Funil, captando a água do Córrego Funil.

Segundo Silva, (2007), diretor técnico da SMAE, o rio Maracujá continua a abastecer em torno de 25% de Cachoeira do Campo, sendo:

100% do bairro Aldebarã

30% do bairro Dionísio

30% do Centro

60% da Vila Alegre

Estes dados são aproximados e estão sujeitos a variações de acordo com o funcionamento do sistema Funil que complementa o abastecimento de água em Cachoeira do Campo e região. O sistema Funil abastece ainda:

100% de Glaura

90% de Santo Antônio do Leite

85% de Amarantina

100% do Maracujá (localidade que pertence ao distrito de Amarantina).

Amarantina possui ainda a localidade de Coelhos que é abastecida por poço artesiano. O distrito de Glaura era abastecido até agosto de 2007 por uma captação de superfície de dois poços artesanais, que embora estejam desativados, foram mantidos em condições de operar e são acionados sempre que ocorrem problemas no sistema Funil.

A estação de tratamento de água da Vila Alegre tem capacidade de tratar 36L.s^{-1} , embora normalmente opere com a vazão de 15L.s^{-1} e nos últimos 2 anos a vazão máxima atingida foi de 24L.s^{-1} . devido à redução do volume de água do rio Maracujá.

A captação responsável pelo suprimento de água da ETA Vila Alegre fica situada em terreno de propriedade do Sr. Alexandre e todas as manutenções ou vistorias no local precisam de seu consentimento (Silva, 2007).

5.5 - Estudo de Bioindicadores: Anuros e Macroinvertebrados bentônicos

5.5.1 - Bioindicadores: Anuros

A bacia do rio Maracujá é caracterizada pela quase inexistência de fauna aquática. O Alto Maracujá apresenta anuro como bioindicador, existindo em profusão tanto no período de seca quanto de chuva. Por ser da maior importância diagnosticar a saúde das águas das nascentes, foi determinado o IQA das águas de uma barragem onde cai grande número de ressurgências e resíduos, habitat destes bioindicadores (Tabela 5.5.1.1).

Tabela 5.5.1.1: Resultados das análises físico-química-biológica

PARÂMETROS	VALOR
Altitude (m)	1.276
pH in loco	7,50
Coliforme Termotolerante (NMP/100mL)	17,00
Condutividade ($\mu\text{s.cm}^{-1}$)	20,00
Cloretos (mg.L^{-1})	3,13
Turbidez (NTU)	27,20
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg.L^{-1})	1,05
Fosfato (mg.L^{-1})	0,01
Nitrato (mg.L^{-1})	0,13
Oxigênio dissolvido (mg.L^{-1})	8,80
Sólidos Totais (mg.L^{-1})	47,00
IQA	84,58
LATITUDE	640234
LONGITUDE	774118

Nenhum dos parâmetros relativos ao índice de Qualidade de Água se encontra fora do limite estabelecido pela DN COPAM/CERH N°1/08. O IQA calculado foi de 84,58, definindo as águas da cabeceira como bom, segundo o NSF. O número de Coliformes termotolerantes, 17NMP/100mL deve ser visto como ação natural e não antrópico. Notam-se pela condutividade, águas pobres em sais minerais. A análise foi realizada em período de seca. Não apresenta mata ciliar e sim significativa cobertura vegetal, somente no entorno do reservatório. Indica águas não contaminada, bem oxigenada, com bioindicadores de vida aquática (Figura 5.5.1.1).



Figura 5.5.1.1: Foto geral da Cabaceira do Rio Maracujá

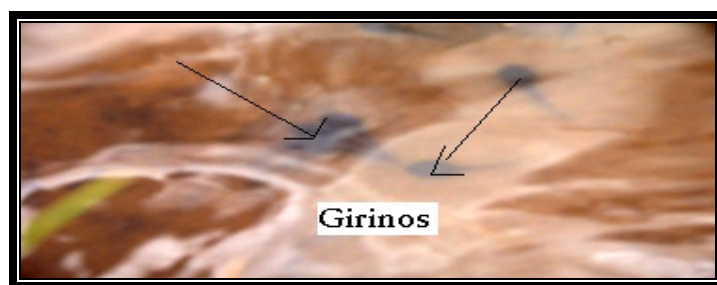


Figura 5.5.1.2: Girinos no reservatório da Cabeceira do Maracujá

5.5.2 - Bioindicadores - Macroinvertebrados Bentônicos

A caracterização de um ecossistema é representada por fatores bióticos e abióticos e pelas características das populações que atuam em determinado habitat. A colonização e a fixação de comunidades em ambientes lênticos e lóticos dependem da qualidade do habitat. A flora e a fauna presentes em um sistema aquático são também influenciadas pelo ambiente físico do corpo d'água (geomorfologia, velocidade de corrente, vazão, tipo de substrato, tempo de retenção). Como a condição de um corpo de água está ligada às atividades antrópicas realizadas à sua volta, o primeiro passo para a compreensão de como as comunidades de macroinvertebrados bentônicos estão reagindo à alteração da qualidade de água é identificar quais variáveis físicas, químicas e biológicas estão afetando os organismos (Marques *et al.*, 1999).

O resultado das análises quantitativa e qualitativa da comunidade bentônica vem referendado pela análise de água referente aos parâmetros do IQA para cada ponto de coleta, para uma posterior discussão a respeito do impacto negativo ou positivo diante do resultado obtido. Os 4 pontos foram escolhidos em função da dificuldade de entrada em todos os pontos anteriormente amostrados. Dos 4 pontos de amostragem, somente 2 pontos possuem a análise de água coletada no mesmo dia. A indicação dos pontos coletados é a mesma utilizada referente ao IQA. A coleta foi realizada em período de seca, já que em época de chuva há o espalhamento dos macroinvertebrados bentônicos, dificultando sua coleta (Tabela 5.5.2.1).

Tabela 5.5.2.1: Pontos de Coleta de Macroinvertebrados Bentônicos

Ponto	Latitude	Longitude	Localidade	Altitude(m)
0	640234	77418115	Cabeceiras do Alto Maracujá	1.276
1	633831	7744491	Nascente Rio Maracujá	1.152
4	636125	7752671	Ponte entrada Amarantina à esquerda OP/BH	941
6	634860	7757706	Encontro Córrego Padres /Rio Maracujá	920

A Figura 5.5.2.1 classifica os ecossistemas em função da comunidade de macroinvertebrados bentônicos e a Tabela 5.5.2.2 apresenta a análise qualitativa e quantitativa dos macroinvertebrados bentônicos coletados.



*M.O. (matéria orgânica)

Figura 5.5.2.: Bioindicadores - Macroinvertebrados Bentônicos
 Fonte: Callisto *et al.*, 2002

Tabela 5.5.2.2: Análise qualitativa e quantitativa do Zoobênton

Categoria Taxonômica	P.0	P.1	P.4	P.6
	concha	concha	concha	concha
	ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²
FILO ARTHROPODA				
Classe Insecta				
Ordem Diptera				
Subordem Ortorrhapha				
Série Nematocera				
Família Chironomidae	4222,2	166,7		444,4
Chironomus sp.			1388,9	
Família Ceratopogonidae	55,6			
Família Tipulidae				55,6
Série Brachycera				
Família Tabanidae				55,6
Densidade Diptera	4277,8	166,7	1388,9	555,5
Riqueza Diptera	2,0	1,0	1,0	3,0
Ordem Odonata				
Subordem Anisoptera				
Família Libellulidae	55,6			
Subordem Zygoptera				
Família Coenagrionidae				55,6
Densidade Odonata	55,6	0,0	0,0	55,6
Riqueza Odonata	1,0	0,0	0,0	1,0
Ordem Ephemeroptera				
Família Baetidae				
Apobaetis sp.	333,3			
Americabaetis sp.				55,6
Densidade Ephemeroptera	333,3	0,0	0,0	55,6
Riqueza Ephemeroptera	1,0	0,0	0,0	1,0
Ordem Trichoptera				
Família Hydroptilidae				
Oxyethira sp.	55,6			
Densidade Trichoptera	55,6	0,0	0,0	0,0
Riqueza Trichoptera	1,0	0,0	0,0	0,0
Ordem Hemiptera				
Subordem Heteroptera				
Infra-ordem Gerromorpha				
Família Gerridae				
Neogerris sp.	55,6			
Densidade Hemiptera	55,6	0,0	0,0	0,0
Riqueza Hemiptera	1,0	0,0	0,0	0,0
Ordem coleoptera				

Família Hydrophilidae				
Berosus sp.	55,6			
Família Gyrinidae				
Dineutus sp.		55,6		
Densidade Coleoptera	55,6	55,6	0,0	0,0
Riqueza Coleoptera	1,0	1,0	0,0	0,0
Densidade Insecta	4833,3	222,3	1388,9	666,6
Riqueza Insecta	7,0	2,0	1,0	5,0
Categoria Taxonômica	P.0	P.1	P.4	P.6
	concha	concha	concha	concha
	ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²	ind/m ²
MOLLUSCA				
Classe Bivalvia				
Classe Gastropoda				
Ordem Basommatophora				
Família Physidae				
Physa sp.				166,7
Densidade Mollusca	0,0	0,0	0,0	166,7
Riqueza Mollusca	0,0	0,0	0,0	1,0
ANNELIDA				
Classe Oligochaeta			166,7	
Classe Hirudinea				
Ordem Rynchobdellida				
Família Glossiphoniidae				
Placobdella sp.			55,6	
Densidade Annelida	0,0	0,0	222,2	0,0
Riqueza Annelida	0,0	0,0	2,0	0,0
PLATYHELMINTHES				
Classe Turbellaria				
Ordem Tricladida				
Família Planariidae				111,1
Densidade Platyhelminthes	0,0	0,0	0,0	111,1
Riqueza Platyhelminthes	0,0	0,0	0,0	1,0
Densidade Total (nº de organismos/m ²)	4833,3	222,3	1611,1	944,4
Riqueza Total (nº de taxa)	7,0	2,0	3,0	7,0

Filo Insecta

1- Ordem Díptera – Sistemas Naturais, Alterados e Impactados.

Família Chironomidae – Ecossistemas Impactados-Pontos 0, 1 e 6.

Família Ceratopogonidae – Ecossistema Impactado-Ponto 0.

Família Tipulidae – Ecossistema Impactado-Ponto 6.

Família Tabanidae – Ecossistema impactado-Ponto 6.

2 – Ordem Odonata – Sistemas Naturais e Alterados.
Família Libellulidae – Ecossistemas Alterados-Ponto 0.
Família Coenagrionidae – Ecossistema Impactado-Ponto 6.

3 – Ordem Ephemeroptera – Sistema Naturais.
Apobaetis sp – Ecossistema Natural-Ponto 0.
Americabaeti sp – Ecossistema Natural-Ponto 6.

4 – Ordem Tricoptera – Sistemas Naturais e Alterados.
Oxyethira sp. – Ecossistema Natural-Ponto 0.

5 – Ordem Hemíptera – Sistemas Naturais e Alterados.
Neogerris sp. – Ecossistema Alterado-Ponto 0.

6 – Ordem Coleóptera – Sistema Natural.
Berosus – Ecossistema Natural-Ponto 0.
Dineutus sp. – Ecossistema Natural-Ponto 1.

Filo Mollusca – Sistemas Alterados e Impactados.
Physa sp. – Ecossistema Impactado-Ponto 6.

Filo Annelida – Sistemas Alterados e Impactados.
Classe Oligochaeta – Ecossistema Impactado-Ponto 4.
Placobdella sp. – Ecossistema Impactado-Ponto 4.

Filo Platyhelminthes – Sistemas Impactados.
Família Planariidae – Ecossistema Impactado-Ponto 6.

Os Chironomidae são considerados excelentes bioindicadores, pois em ambientes muito poluídos por matéria orgânica e com pouco oxigênio dissolvido, as larvas de Chironomidae podem ser as únicas encontradas e a ordem Ephemeroptera, por ser sensível à poluição da água. Vivem em águas limpas e oxigenadas. A Ordem Coleóptera indica ecossistemas aquáticos não poluídos.

Analisando os indicadores, os Pontos 0 (nascente) e 6 (foz) apresentam maior riqueza insecta. Estes pontos apresentam IQA respectivamente 84,58 e 65,65.

O Ponto 0 apresenta alta riqueza insecta e organismos indicadores de água não contaminada. O Ponto 6 apresenta organismos indicadores de água contaminada. Nele está presente o Filo Mollusca, que é um dos hospedeiros intermediário do parasita *Shistosoma mansoni*, causador da esquistossomose.

Em toda a extensão o rio das Velhas, a esquistossomose mansônica é considerada endêmica e preocupante principalmente na região do Alto e Médio Rio das Velhas. Embora a contaminação das águas gere a constante ameaça de várias doenças, como a giardíase ou febre tifóide, a esquistossomose mansônica é a mais alarmante e está diretamente relacionada à contaminação fecal dos cursos d'água, denotando a precariedade do saneamento ambiental. Crianças são vítimas fáceis dessas doenças e, embora tenha caído ao longo dos anos, a taxa de mortalidade infantil em Ouro Preto e Itabirito ainda é de 23,19 crianças a cada mil nascidos (Boletim das sub-bacias do rio das Velhas, 2003)

A maior densidade de organismos macroinvertebrados bentônicos que vivem em ambientes de águas limpas e oxigenadas, se encontra na região das cabeceiras do rio Maracujá, seguido do ponto 1, nascente do rio Maracujá. Também o ponto 1 é caracterizado pela baixa densidade total de organismos bentônicos assim como o ponto 4. As figuras 5.5.2.2 e 5.5.2.3 são representativas respectivamente da Riqueza Taxonômica e da Ecologia dos Ecossistemas analisados.

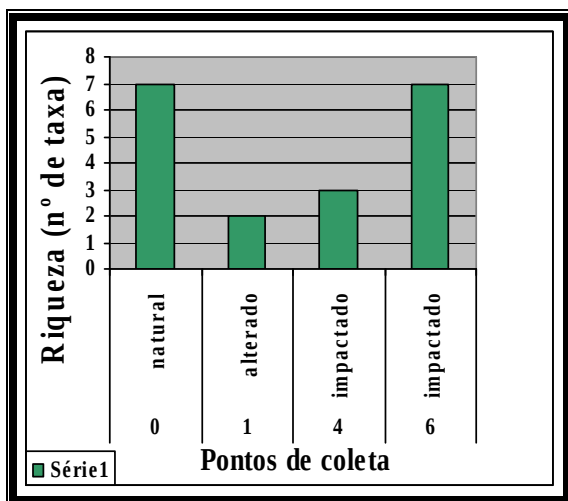


Fig. 5.5.2.2 – Riqueza taxonômica

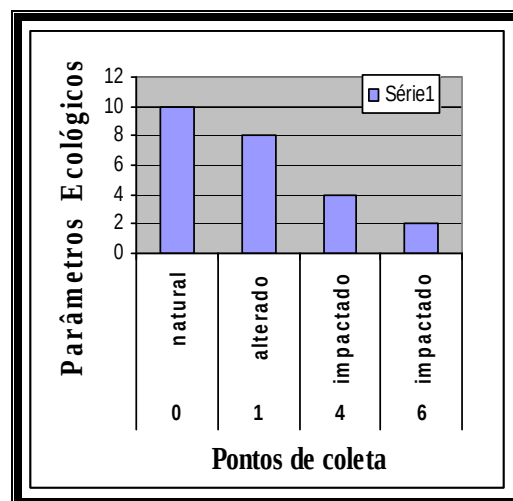


Fig. 5.5.2.3 – Ecologia do Ecossistema

5.6 - Protocolo de Avaliação da Diversidade de Habitats em Trechos de Bacias Hidrográficas

Na intenção de passar uma visão geral a respeito da qualidade das águas do rio Maracujá, o uso e ocupação do solo, foi feito o protocolo em função de 4 pontos. Os pontos 3 e 5 não foram analisados devido à dificuldade de entrada nestes locais. A tabela 5.6.1 relaciona os pontos de amostragem e a tabela 5.6.2 o protocolo de bacia com o IQA dos respectivos pontos:

Tabela 5.6.1: Localização dos pontos analisados no Protocolo de Trecho de Bacias

Ponto	Latitude	Longitude	Localidade	Altitude(m)
1	633831	7744491	Nascente Rio Maracujá	1.152
2	639434	7748823	Ponte entrada Cachoeira Campo à direita OP/BH	1.046
4	636125	7752671	Ponte entrada Amarantina à esquerda OP/BH	941
6	634860	7757706	Encontro Córrego Padres /Rio Maracujá	920

Tabela 5.6.2: Protocolo de Trecho de Bacia/IQA

Parâmetros	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 4	Ponto 6
1	4	0	0	2
2	2	0	0	0
3	0	2	0	2
4	4	0	0	4
5	4	2	2	2
6	4	4	4	4
7	4	2	0	0
8	4	2	2	2
9	4	4	4	4
10	4	2	2	2
11	3	0	0	2
12	3	2	2	3
13	3	0	0	2
14	3	0	0	0
15	5	2	2	2
16	3	0	0	2
17	3	2	2	2
18	3	0	0	2
19	2	0	0	0
20	2	0	0	0
21	2	0	0	0
22	0	0	0	0
Total	66	24	20	37
IQA	84,24	65,53	67,95	65,55

Em seguida, a comparação da pontuação dos parâmetros com o IQA do ponto coletado (Figura 5.6.1):

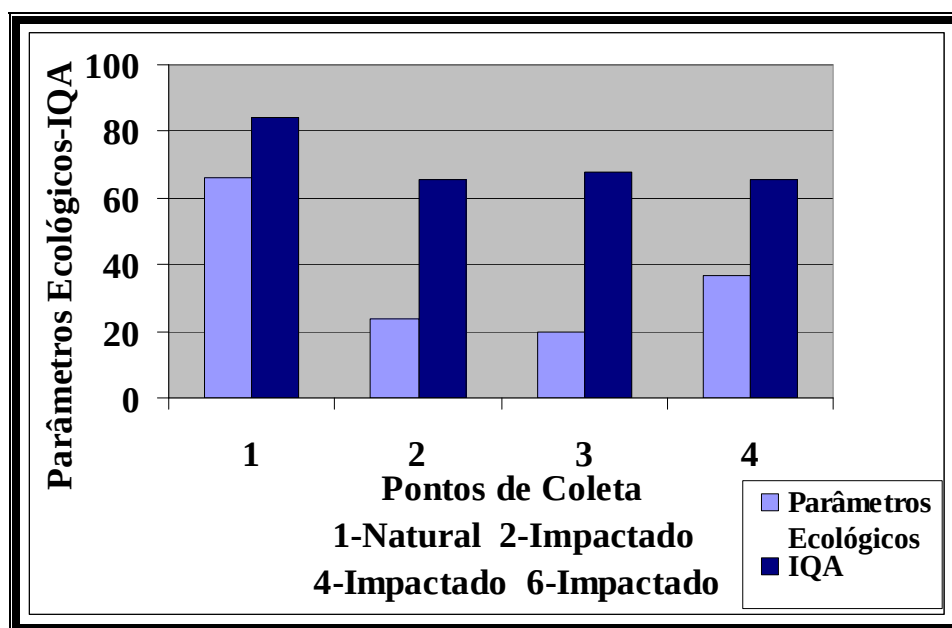


Figura 5.6.1: Resultados da relação dos Parâmetros Ecológicos e do IQA

Os resultados da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Trechos de Bacia mostraram que existe degradação ambiental na área dos pontos amostrados. Esses trechos são classificados como natural ou impactados. O baixo nível de preservação ecológica em que se encontra a região de cabeceiras do rio Maracujá, mostra que o mesmo já nasce com forte pressão antrópica.

Na comparação dos Parâmetros Ecológicos com o IQA dos pontos amostrados, Riqueza taxonômica e Ecologia do Ecossistema vêm-se a relação direta para todos os parâmetros, mostrando assim o apoio logístico do Protocolo de Trecho de Bacias em relação ao IQA e à Riqueza de Macroinvertebrados bentônicos.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES

Os impactos e a degradação sofridos em sua calha foram identificados: assoreamento, retificação do rio, ausência de tratamento de esgoto, comprometimento da biodiversidade e contaminação das águas.

Conclui-se que tanto fatores naturais quanto antrópicos interferem junto à Bacia do Rio Maracujá.

Estudo da qualidade da água revelou contaminação, mostrando a necessidade de novo enquadramento.

A perda da biodiversidade foi constatada pela presença de poucos bioindicadores. Os anuros e Macroinvertebrados bentônicos foram os únicos identificados, indicando o comprometimento da vida aquática.

O Protocolo de Bacia mostra que a ecologia do universo estudado faz jus à qualidade da água encontrada na avaliação.

O acesso ao uso da água se tornou vulnerável nas suas relações quantitativas e qualitativas. A ausência de gerenciamento para o desenvolvimento sustentável, deixou os recursos naturais incapazes de oferta básica para o uso dos mesmos, colocando em risco a comunidade e a biodiversidade desta região e interferindo em outras.

CAPÍTULO 7

PERSPECTIVAS

Aqui deixo minha contribuição a esta comunidade: A Lei N° 11.4445 de 5 de Janeiro de 2007 estabelece as diretrizes nacionais e a política federal de saneamento básico, tendo no art. 2, “a universalização do acesso, a integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades maximizando a eficácia das ações e resultados”.

É justamente na região das cabeceiras do Alto Maracujá onde a degradação ambiental começa e impacta toda bacia. Os riscos apresentados apontam para a recuperação e revitalização urgente de todo este ecossistema. A implantação de Unidades de Conservação tem sido usada mundialmente como forma de restabelecimento da biodiversidade. A Lei 9.985 de 18 de julho de 2000 institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC: estabelecem critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Na região das cabeceiras do Alto Maracujá deve ser criada uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, modalidade Estação Ecológica, como uma das soluções para mitigação dos impactos e preservação daquela área. Políticas públicas deverão ser implementadas, com ações específicas do(s) Comitê(s) de Bacia Hidrográfica.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AB'SABER, A.N. Os domínios Morfoclimáticos e Fitogeográficos Sulamericanos. Material cartográfico. Geomorfologia, São Paulo, nº52, IGEO-USP, 1977.

ADAD, J.M.. Controle Químico de Qualidade. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Dois, 1982.204p.

ALVES C., POMPEU P.S. Saúde e Meio Ambiente: Bacia do Rio das Velhas: Bioindicadores Peixes. Belo Horizonte, 2002. 142p. Relatório, Projeto Manuelzão, Faculdade de Medicina Preventiva e Social Internato em Saúde Coletiva, UFMG,

AMERICAN PUBLIC HEALTH. BIOLOGICAL EXAMINATION OF WATER, APHA, 16.ed. Washington, 1996

American Public Health Association, APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21^a ed., Washington, 2005.

.

AZEVEDO, N., RICHTER C. A. Tratamento de Água. 3º ed. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1991.

BACELLAR, L.A.P. Condicionantes geológicos, geomorfológicos e geotécnicos dos mecanismos de voçoroca mento na bacia do Rio Maracujá, 2000. 226p. Tese de Doutorado em Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2000.

BOHRER, A. A História de Cachoeira do Campo, Cachoeira do Campo: Sobre a História. 2003. Disponível em < www.cachoeiradocampo.art.br/cachoeira>, acesso em 2/01/08.

.

Boletim das sub-bacias do rio das Velhas, Projeto Manuelzão. Expedição Manuelzão desce o rio das velhas, nº1, Belo Horizonte, 2003. Disponível em www.manuelzao.ufmg.br/expedicao/imprensa/boletins/doc/Boletim1.doc, acesso em 10/08/2007.

BOTELHO L. C., 2007. Centrais Elétricas de Minas Gerais, CEMIG. Informações verbais.

BRAGA, B. *et al.*. Introdução à Engenharia Ambiental. 2º ed. São Paulo: Ed. Pearson Prentice Hall, 2005. 318p.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei Nº 11.4445 de 5 de Janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais e a política federal de saneamento básico. Disponível em <www.planalto.gov.br>, acesso em 03/04/08.

BRASIL. Congresso Nacional. LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997, PNRH. Institui a Política Nacional de Recursos hídricos, cria o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em <www.planalto.gov.br>, acesso em 19/03/07.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei N° 9.985 de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação-SNUC. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 18 julho 2000. Disponível em <www.mma.gov.br>, acesso em 03/04/08.

BRITO, FAUSTO R.A. (coord.), JUNQUEIRA A.C., OLIVEIRA A.M.H.C. Biodiversidade, População e Economia-Uma Região da Mata Atlântica: A Ocupação do Território e a Devastação da Mata Atlântica. Belo Horizonte: CEDEPLAR; ECMXC; PADCT/CIAMB/UFMG, 1997. 3º capítulo, p 49-89.

CALLISTO, M., MORENO, P. & BARBOSA, F.A.R. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast. Rev. Bras. Rec. Hídricos, Porto Alegre, v 6: 259-266, 2001a.

CALLISTO, M., MORETTI, M. & GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. Rev. Brás. Rec. Hídricos, Porto Alegre, v 6: 71-82, 2001b.

CALLISTO, M.; MORETTI, M. & GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramentas para Avaliar a Saúde de Riachos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 6 N°1, jan./ mar. 2001c, 71-82. 4.

CALLISTO, M., FERREIRA, W., MORENO,, P., GOULART,, M. D. C., PETRUCIO, M. Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa. Acta Limnologica Brasiliensia, São Carlos, v.13: p.91-98, 2002.

CARVALHO, C. Método Espectrofotométrico de Análise de Nitratos, Departamento de Química, Pró-Água, UFOP, Ouro Preto, 2002.

CARVALHO, E.T. CORECON, Projeto Seis e Meia: Revitalização do rio São Francisco, Projeto Manuelzão, Belo Horizonte, 2005. Disponível em www.degeo.ufop.br/terraCiencias/bibliotecaVirtual/edezio/palestras/revitalização, acesso em 15/06/2007.

CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, CETEC. Dados da qualidade de água da estação AV020, 2007. Belo Horizonte, 2007. Relatório.

CICLO DO OURO - Minas Gerais – Revista Idas Brasil. Ministério da Cultura. Disponível em <www.idasbrasil.com.br/idasbrasil/geral/port/ouro>, acesso em 27/0//2007.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO: Nosso futuro comum. Relatório. 2 ed. Rio de Janeiro: Ed. Fund. Getúlio Vargas, 1988. 430p.

COMITÊ BACIA DO MARACUJÁ, Cachoeira do Campo, 2003 Disponível em <www.baciadomaracuja.hpg.ig.com.br>, acesso em 28/12/2007.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, SABESP. Saneamento básico. São Paulo, 2002. Disponível <www.saneamentobasico.com.br>em acesso em 13/07/08.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS, COPASA. Diagnóstico Ambiental - Atividades Minerárias existentes à montante da captação de Bela Fama-Bacia do Rio das Velhas. SPPR/DVPM, Minas Gerais, 2000. Relatório.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, CETESB. PNMA. Relatório: Variáveis de qualidade de águas. 2006. Disponível em www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp. Acesso em 21/12/06.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, CONAMA. 2005. Resolução CONAMA no 357/05. Disponível em: < www.mma.conama.gov.br/conama>, acesso em 10/12/07.

COUTO J.L.V. Limnologia: Parâmetros Físicos-Turbidez, São Paulo, 2004. Disponível em [http:// www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/sane](http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/sane), acesso em 03/04/07.

COUTRIN, M. Informações verbais, 2008.

DELTTA ECOS. Consultoria Ambiental Ltda. Belo Horizonte, 2007. Relatório Analítico.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA, DNAEE. Disponível em <www.aneel.gov.br>, acesso em 27/01/07.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PESQUISA MINERAL, DNPM. Disponível em <www.dnpm.gov.br>, acesso em 3/03/08.

DORR, J. N. Esboço Geológico do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, DNPM, Rio de Janeiro, 1983. 37p.

Elia M. Anfíbios como Bioindicadores da Qualidade do Ambiente. Revista Eletrônica da coordenadoria da UFRJ, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em <www.olharvital.ufrj.br/2006/index.php>, acesso em 29/05/08.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, EPA. Biological criteria for the protection of aquatic life. Division of water Quality Monitoring and Assessment, Columbus. V.I-III, (Surface water Section), USA, 1987.

FERREIRA, P. Informações verbais, 2007.

FIGUEIREDO M. A.; FORTES A. D. VARAJÃO C., FABRISI J.D., LOUTFI I. S. Aspectos Pedogeomorfológicos e Mineralógicos se uma Tassequencia de Solos Gnáissicos

no Complexo Bação – Quadrilátero Ferrífero, MG, Brasil. Instituto de Geociência, Pesquisa em Geociência, UFRGS, Porto Alegre, 12p, 2002.

FIGUEIREDO M.A., VARAJÃO, FABBRIS J.D. I. S. LOUTFI & A. P. CARVALHO, Alteração superficial e pedogeomorfologia no sul do Complexo Bação - Quadrilátero Ferrífero, R. Bras. Sielo Solo, Viçosa, v 28, p713-729, 2004.

FONSECA J. R. Dicionário Livre de Geociências, 2008. Disponível em <http://www.dicionario.pro.br/dicionario/index.php?title=Assoreamento>, acesso em 17/04/08.

FRANÇA J. S.; MORENO P. & CALLISTO M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta na avaliação das condições ecológicas na bacia do rio das Velhas (MG), VII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. Porto Alegre, 12p, 20 a 24 de novembro de 2006. <www.icb.ufmg.br/big/benthos/index_arquivos>, acesso em 21/09/07.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, FEAM. Relatório Plano de Enquadramento da Bacia Rio das Velhas, 1997, FEAM. Belo Horizonte. 360p.

GANDINI, A. L. Mineralogia, inclusões fluidas e aspectos genéticos do Topázio Imperial da Região de Ouro Preto, 1994, 212p. Dissertação de Mestrado/Instituto de Geociências/USP, São Paulo, 1994.

GARIGLIO M.A. Utilização de Revestimento Vegetal na Proteção contra Erosões. 1º Ed. São Paulo: ABGE, 1987. 80p.

GOODYEAR, K.L. & MCNEILL, S. Bioaccumulation of heavy metals by aquatic macro-invertebrates of different feeding guilds: a review. The Science of the Total Environment, 229:1-19, USA, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE, Indicadores de desenvolvimento sustentável – Brasil, 2004-Dimensão Ambiental - Água Doce, Brasil. . Relatório-IBGE, São Paulo, 2004. 80p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS, IGAM. Relatório Gerencial do IGAM Avaliações e Metas 2004. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais – SEMAD, Belo Horizonte, 2005. 29p

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS - IGAM. Aperfeiçoamento do Monitoramento da Qualidade das Águas da Bacia do Alto Curso do Rio das Velhas, SEMAD, Unidade de Coordenação Estadual, Belo Horizonte, 2006.

LIMBERGER L. & GERALDO TERCEIRO CORRÊA G.T. Diagnóstico Ambiental do Ribeirão Lindóia (Londrina Pr): aspectos físico-químico e bacteriológico. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas. Três Lagoas-MS, V 2 – Nº2 – ano 2, 43-65p. Setembro de 2005.

MACEDO, D.R. Cartas Topográficas, Base: IBGE. Execução: NUVELHAS, Projeto Manuelzão, escala 1:50.000, Belo Horizonte, 2005.

MARQUES, M.M., FERREIRA R.L. & BARBOSA F.A.R. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. Rev. Bras. Biol, 59(2): 203-210. São Carlos, 1999.

Minas Gerais. IGAM. Lei 13.199/99, PERH, Plano Estadual de Recursos Hídricos (MG). Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Disponível em <www.aguas.IGAM.mg.gov.br/docs/cbh/minas_gerais/perh_mg>, acesso em 02/12/07.

ODUM, E.P. Ecologia. 2º ed., Ed. Pioneira: São Paulo, 1983. 201p.

OLIVEIRA, M.A.T. Evolução de voçorocas e integração de canais em áreas de cabeceiras de drenagem: modelo conceitual, taxas de erosão e sinergia dos mecanismos. GEOSUL nº 19/20, Ano X, 1º e 2º semestres de 1995.

PARRA, R. R. Análise Geoquímica de Águas e de Sedimentos afetados por minerações na Bacia Hidrográfica do Rio Conceição, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais-Brasil, 2006. 113p. Dissertação de mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais do Departamento de Geologia, Escola de Minas, UFOP, Ouro Preto. 2006.

PARZANEZE, G.A.C. Gênese e Desenvolvimento das voçorocas em solos originados de rochas granitóides da região de cachoeira do Campo, Minas Gerais, 1991. Dissertação de Mestrado, 117p, UFV, Viçosa. 1991.

PAULA J. A. (coord.), AMARO, J. J. V., BRITO, F.R.A., NABUCO, M.R. Biodiversidade, População e Economia - Uma Região da Mata Atlântica: Fundamentos Históricos e Metodológicos da Questão Ambiental. Belo Horizonte. Cedeplar; ECMXC; PADCT/CIAMB/UFMG, capítulo 5, p 201-255, Belo Horizonte, 1997.

PEIXOTO, R. A degradação ambiental oculta pelos garimpos de topázio imperial no Alto Maracujá, 2005, Rev. eletrônica ComCiência, N71. Disponível em <www.comciencia.br>, acesso em 29/12/07.

PEIXOTO, R. Diagnóstico Ambiental dos Garimpos de Topázio Imperial no Alto Maracujá, sub-bacia do Rio das Velhas, Minas Gerais, 2004. 116p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental, Departamento da Escola de Minas /UFOP, Ouro Preto. 2004

PIMENTA, S. Informação verbal, 2007.

PNMA - PLANO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resultado das Análises Físico-químicas e bacteriológicas do rio das Velhas, 2004. PNMA II. 2005. 14p. Relatório-IGAM, SEMAD, Belo Horizonte, 2005.

PORTARIA 518/04, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA.
Disponível em <www.anvisa.gov.br>, acesso em 15/12/07.

RAMDABRASIL. Levantamento de recursos naturais. Seriada: Folhas SF 23/24, v.32. Rio de Janeiro/Vitória, Rio de Janeiro, 1983, 767p.

RODRIGUES, J.E. Estudo geotécnico de fenômenos erosivos acelerados-Boçorocas, in: Anais do IV Congr. Bras. Geol. Eng., 1984, Belo Horizonte, 1984, 169-182p.

ROSENBERG D.M. & RESH, V.H. Freshwater Bimonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman & Hall, New York, USA, 1993.448p.

SANTOS, C. A., SOBREIRA, F. G. & COELHO N., A. L. Comportamento hidrológicossuperficial e erodibilidade dos solos da região de Santo Antônio do Leite, Distrito de Ouro Preto - MG. Rem: Rev. Esc. Minas, Oct./Dic. , vol.55, N.4, p.285-290, 2002.

SANTOS, M.C. Gênese dos corpos argilosos do Morro do Caxambu e da mina do Vermelhão, sinclinal Dom Bosco, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, 1998. 117p. Dissertação de mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais. Departamento Geologia/UFOP, Ouro Preto, 1998.

SECRETARIA DE ESTADO E MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL DE MINAS GERAIS, SEMAD-COPAM. FEAM. Deliberação Normativa Nº1 COPAM/CERH de 5/05/08. Belo Horizonte, 2008.

SECRETARIA DE ESTADO E MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL DE MINAS GERAIS, SEMAD. Sistema de Cálculo da Qualidade da Água (SCQA), (IGAM, 2005). Estabelecimento das Equações do Índice de Qualidade das Águas (IQA), MMA-SEMAD-IGAM/UCEMG/PNMAIL, Minas Gerais, 2005a. 14p.

SEMAE, SECRETARIA MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE OURO PRETO, MG, vistas a documentos, Ouro Preto, 2007.

SEMMA, SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE DE OURO PRETO, MG, vistas a documentos, Ouro Preto, 2007.

SILVA, A M., SCHULZ H.E., CAMARGO P.B. Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas. 2º Ed. São Carlos: Ed. Rima 2004, 138p.

SILVA, A. Informações verbais, 2007.

Silveira P. M. (2004). Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios. Embrapa Meio Ambiente Documento 36, Jaguariúna, 69p.

SOBREIRA G.F. Estudo das Erosões de Cachoeira do Campo, Ouro Preto, MG. 1998.130p. Relatório, Projeto FAPEMIG CEX 860/96. DEGEO/EM/UFOP. Ouro Preto, 1998.

SOUZA. C.G. Caracterização e manejo integrado de bacias hidrográficas, EMATER, Minas Gerais, 2002.124p.

TEIXEIRA, W., TOLEDO, M.A., FAIRCHILD, T., TAIOLI F. Decifrando a Terra. Ed. Oficina de textos, São Paulo, 2003,534p.

TUCCI, C. E. Hidrologia: ciência e aplicação. 2º ed. Porto Alegre: Ed. da UFRS, 1997. 943p.

US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY-USEPA. Disponível em <www.epa.gov>.

VERONESI, R. Doenças Infecciosas e Parasitárias. 8ª ed. Rio de Janeiro: Ed.Guanabara Koogan,, 1976.1149p.

VIOLA, Z.G. Diagnóstico Estratégico da Bacia Hidrográfica e Cenários de Desenvolvimento - Qualidade da Água-Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, 2004-2010, 2004. Relatório-IGAM, Belo Horizonte, 2004. 43p.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3º ed. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2005, 452p.

WORLD RESOURCES INSTITUTE, ONU. Recursos Hídricos do Planeta, 1997. Disponível em <www.wri.org>, acesso em 10/12/06.

REFERÊNCIA DA WEB

<http://www.etg.ufmg.br/tim1/baciahidrografica>, acesso em 20/09/08.
<http://www.idasbrasil.com.br/idasbrasil/geral/port/ouro.asp>, acesso em 27/0/07.
<http://www.topazioimperial.com.br/mina>, acesso em 02/01/08.
<http://143.106.37.6/nea/agua/rechid.html>, acesso em 27/01/07.
<http://meioambienteagua.pbwiki.com/Porcentagem>, acesso em 10/10/06.
<http://www.earth.google.com.br>.
<http://www.cgee.org.br/atividades/redirect.php>, acesso em 10/06/07.
[http://www.degeo.ufop.br/terraCiencias/bibliotecaVirtual/edezio/palestras/revitalização](http://www.degeo.ufop.br/terraCiencias/bibliotecaVirtual/edezio/palestras/revitaliza%C3%A7%C3%A3o),
acesso em 15/06/07.

ANEXOS

ANEXO 1

LEI Nº 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000.

Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

[....]

Art. 9º A Estação Ecológica tem como objetivo a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas.

§ 1º A Estação Ecológica é de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei.

§ 2º É proibida a visitação pública, exceto quando com objetivo educacional, de acordo com o que dispuser o Plano de Manejo da unidade ou regulamento específico.

§ 3º A pesquisa científica depende de autorização prévia do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições por este estabelecidas, bem como àquelas previstas em regulamento.

§ 4º Na Estação Ecológica só podem ser permitidas alterações dos ecossistemas no caso de:

- I - medidas que visem à restauração de ecossistemas modificados;
- II - manejo de espécies com o fim de preservar a diversidade biológica;
- III - coleta de componentes dos ecossistemas com finalidades científicas;

IV - pesquisas científicas cujo impacto sobre o ambiente seja maior do que aquele causado pela simples observação ou pela coleta controlada de componentes dos ecossistemas, em uma área correspondente a no máximo três por cento da extensão total da unidade e até o limite de um mil e quinhentos hectares (www.planalto.gov.br).