

ROSALIA CASARIN

**CARACTERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS VETORES DE DEGRADAÇÃO
AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA PARAGUAI/DIAMANTINO**

**Rio de Janeiro
2007**

**CARACTERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS VETORES DE DEGRADAÇÃO
AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA PARAGUAI /DIAMANTINO**

ROSALIA CASARIN

TESE submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor.

Avaliada por:

Prof. Dr. Mauro Sérgio Fernandes Argento
Presidente e Orientador

Profª Drª Sandra Batista da Cunha

Profª Drª Carla Bernadete Madureira Cruz

Prof. Drª. Célia Alves de Souza

Profª. Drª. Mônica Marçal dos Santos

**Rio de Janeiro/RJ
2007**

FICHA CATALOGRÁFICA

CASARIN, Rosalia.

Caracterização dos principais vetores de degradação ambiental da bacia hidrográfica Paraguai/Diamantino. Rio de Janeiro: UFRJ/GEOCIÊNCIAS, 2007, 169 p.

Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro/Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG), Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Orientador: Mauro Sérgio Fernandes Argento

1. Nascentes do rio Paraguai
2. Bacia hidrográfica
3. Geoprocessamento
4. Uso da terra
5. Qualidade da água

“Gerada pela mineração do diamante, a partir de 1805, constituiu-se a povoação de Diamantino, à beira de tributário do Alto Paraguai. Quando começou a esmorecer, após o primeiro quartel de produtivas atividades, outra indústria extrativa atraiu egressos das lavras decadentes. Já não catariam as pedras cada vez mais esquivas, em meios dos cascalhos estéreis. Mateiros que zanzavam à caça, ou em explorações pela selva portentosa, rio abaixo, descobriram pequena planta, que daria título à vestimenta vegetal dilata pela encosta da serra dos Parecis, onde se adensa a Mata da Poaia. À primeira vista, nenhum indício a recomendava à apreciação dos devassadores de terra impérvias. Mas, ocultas no solo humoso, ou aparentes, as raízes prestadias continham substância medicinal. Entrara no receituário médico, por maneira que lhe cresceu o consumo, graças à opulência das matas litorâneas, onde se lhe intensificou a procura desordenada e final destruição”.

(VERGÍLIO CORRÊA FILHO)

Agradecimentos

Meus sinceros agradecimentos:

A Deus por conceder-me a vida em um lar onde me deram os ensinamentos necessários à sobrevivência digna e às superações;

Aos meus pais (in memoriam) pelos ensinamentos de fé, responsabilidade e trabalho;

Às instituições: Universidade do Estado de Mato Grosso-Unemat, Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Capes, a minha eterna gratidão por acreditarem no meu potencial, favorecendo o aperfeiçoamento do meu conhecimento científico;

À prefeitura de Diamantino-MT pelo fornecimento de dados e informações;

Aos meus familiares pela fraterna harmonia e respeito que sempre nos uniram;

A todos os professores que contribuíram para o meu conhecimento profissional;

Ao Professor Dr. Mauro, orientador desta Tese, e às professoras Dr^{as}. Sandra Baptista, Carla Madureira, Mônica Marçal e Célia Alves, Banca Examinadora, os meus sinceros sentimentos de gratidão pelos ensinamentos a mim dispensados;

Aos meus companheiros Ronaldo e Sandra, o meu afeto pela dedicação que me dispensaram nesta jornada;

À Maria da Glória o meu eterno apreço pelo companheirismo, as suas palavras muitas vezes me despertaram o ânimo e a audácia necessários para superar as objeções que me afligiam;

Ao companheiro das jornadas de campo, Sebastião dos Santos pela habilidade e responsabilidade com que sempre me auxiliou nas árduas campanhas;

Ao querido Léo o meu apreço pela sua dedicação, tenho a convicção de que serás um grande representante da engenharia civil, mas, com certeza a sua maestria será em tecnologias de geoprocessamento, executando mapeamentos;

À Ildione e Nildete o meu apreço pela dignidade no cumprimento de seus trabalhos;

Aos amigos Marcelo, Jorge, Roberta e Evaristo minha admiração pelo caráter ativo e magnânimo;

À Adélia Maria, Praxêdes e Juarez, pessoal de Diamantino, meus agradecimentos pela solicitude dispensada;

Aos meus amigos(as) de jornada de labor: Célia, Josefa, Juberto, Olinda, Verinha, Aguinaldo a minha admiração pela amabilidade e companheirismo;

À professora Mirami e o professor Fernando pelo auxílio técnico desta Tese.

À Marilda e família, amigos de todas as horas, obrigada por zelar pela minha casa durante as minhas ausências.

Obrigada a todos aqueles que de uma forma ou outra contribuíram para a realização deste trabalho.

Resumo

Esta pesquisa foi desenvolvida no âmbito da área de nascentes do rio Paraguai até a confluência com o rio Diamantino, na região do alto Paraguai, estado de Mato Grosso. Foram caracterizado os principais vetores de degradação ambiental provenientes do uso e ocupação da terra. A região do Alto Paraguai começou a ser colonizada no início no século XVIII através da atividade de mineração e perdura até os dias atuais. A partir de 1970 houve significativos incentivos governamentais para a implementação de empreendimentos agrícolas intensificando amplamente o desmatamento de áreas contínuas. Na Bacia Hidrográfica Paraguai/Diamantino até a vegetação de galeria e as áreas úmidas onde surgem os mananciais do rio Paraguai foram desmatadas.

Neste estudo foram avaliados: a) uso da terra através de imagem de satélite Cbers 2; a qualidade da água e do sedimento de fundo através de análises físico-químicas e biológicas, tendo como parâmetros a Resolução 357/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-Conama; e, a erosão laminar do solo, que foi quantificada através do método de Equação Universal de Perda de Solo-EUPS, nas 08 sub-bacias que compõem a área de estudo.

Na quantificação da erosão laminar do solo, caracterização do uso da terra e elaboração dos mapas foram fundamentais a utilização de técnicas de geoprocessamento, sensoriamento remoto e SIG. A água e o sedimento de fundo foram analisados no laboratório de análises químicas e controle de qualidade de água, solo, e outros produtos “Analítica” em Cuiabá-MT.

A pesquisa mostrou que os principais vetores de degradação ambiental são os garimpos que produzem milhões de toneladas de sedimentos revolvidos às margens dos cursos fluviais. Como é utilizado mercúrio na amalgamação

do ouro, o sedimento fica poluído e à medida que este material é carregado para os cursos fluviais as águas se tornam contaminadas. Por esse motivo, de acordo com os parâmetros da Resolução 357/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-Conama, a maioria das águas se enquadra na classe III.

Outros fatores de degradação ambiental refere-se aos desmatamentos que ocorrem, principalmente nas cabeceiras do rio Paraguai, das matas de galeria e áreas íngremes, nas encostas das serras. Portanto, é necessário adotar medidas de exploração mineral mais adequada e racional, reposição de matas de galeria e de encosta para que haja sustentabilidade de qualidade dos rios e, conseqüentemente, das águas dos rios.

ABSTRACT

This research was developed in the from the Spring area of the river Paraguai up to the confluence with the river Diamantino, in the Alto Paraguai area, state of Mato Grosso. The main vectors of Land Use and Cover environmental degradation were characterized. The Alto Paraguai area began to be colonized in the beginning in the XVIII century by mining activities and it lasts to current days. Starting from 1970, significant government stimuli have been made for the implementation of agricultural enterprises intensifying the deforestation of continuous areas thoroughly. In the Paraguai/Diamantino watershed even the vegetation and the seeps where the River Paraguai springs appear were deforested.

In this study were appraised: Land and Use cover through satellite image Cbers 2; the quality of the water and of the settled sediment through physicochemical and biological analysis, having as parameters the Conselho Nacional do Meio Ambiente-Conama Resolution 357/2005 and the soil erosion, quantified by the Universal Soil Loss Equation -USLE method in the 08 drainage basins that form the study area.

In the soil erosion quantifying, land cover and use characterization and maps elaboration was fundamental the use of geoprocessing techniques, remote sensing and GIS. The water and the settled sediment were analyzed in the análises químicas e controle de qualidade de água, solo, e outros produtos "Analítica" laboratory in Cuiabá-MT.

The research showed that the main vectors of environmental degradation are the mines that produce millions of tons of sediments, revolved to the margins of the rivers, polluting them by mercury, used to gold processing. With that, most of the waters are just framed in the class III, of the Resolution 357/2005.

The deforestations happen, mainly, in the river Paraguai springs, and the mining areas pollute them. The deforestations induce to soil losses, and are more intense in steep areas and mountains hillsides. There are, therefore, the needs to adopt measures of mineral exploitation in a more rational and appropriate way so that there is sustainability of the rivers qualities, as well as, the replacement of deforested areas.

SUMÁRIO

Folha de Rosto	i
Folha de Aprovação	ii
Ficha Catalográfica	iii
Epígrafe	iv
Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract	viii
Índice	ix
Lista de Figuras	x
Lista de Fotos	xi
Lista de Quadros	xii
Lista de Anexos	xiii
1. INTRODUÇÃO	01
1.1 OBJETIVOS	03
1.11 Objetivo Geral	03
1.1.2 Objetivos Específicos	03
2. ÁREA DE ESTUDO	05
2.1 BACIA DO RIO PARAGUAI	08
2.2 BACIA DO RIO DIAMANTINO	15
2.3 ASPECTOS FÍSICOS DA REGIÃO DO ALTO RIO PARAGUAI	22
2.4 ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS e REGIONAIS	35
2.4.1 Aspectos Histórico-Econômicos do Alto Rio Paraguai	39
2.4.2 A Criação dos Municípios de Diamantino e de Alto Rio	

Paraguai	41
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA CONCEITUAL	44
3.1 QUALIDADE DA ÁGUA	50
3.2 BACIA HIDROGRÁFICA	54
3.3 SEDIMENTOS: FONTE DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS	60
3.4 TEORIA GERAL DE SISTEMAS	62
3.5 GEOTECNOLOGIAS	65
3.5.1 Geoprocessamento	68
4. METODOLOGIA	76
4.1 DADOS BIBLIOGRÁFICOS	76
4.2 AQUISIÇÃO DE MATERIAL	77
4.3 MAPEAMENTO	77
4.4 PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGEM DE SENSORIAMENTO	
REMOTO	80
4.4.1 Trabalho de Campo	86
5. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA PARAGUAI/DIAMANTINO	90
5.1 As SUB-BACIAS	107
5.1.1 Sub-Bacia do Ribeirão Melgueira	108
5.1.2 Sub-Bacia do Córrego Amolar	113
5.1.3 Sub-Bacia do Córrego Macaco	118
5.1.4 Sub-Bacia do Córrego Mato Seco	123
5.1.5 Sub-Bacia do Ribeirão Buriti	127
5.1.6 Sub-Bacia do Córrego Frei Manoel	132
5.1.7 Sub-Bacia do Rio Diamantino	137

5.1.8 Sub-Bacia do Rio Paraguai	142
6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	151
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	155

Lista de Figuras

Figura 1:01	Localização da área de estudo no Estado	02
Figura 2:01	Principais acidentes físico-geográficos da área de estudo	05
Figura 2:02	Rede hidrográfica da área de estudo	07
Figura 2:03	Área de garimpo - Bacia do rio Diamantino	17
Figura 2:04	Aspectos Geográficos da Bacia do Alto Rio Paraguai	22
Figura 2:05	Pluviosidade: Estação Meteorológica de Diamantino	29
Figura 2:06	Temperatura Média Compensada de Diamantino	33
Figura 2:07	Temperatura Máxima Absoluta de Diamantino	32
Figura 2:08	Temperatura Mínima Absoluta de Diamantino	33
Figura 2:09	Garimpo mecanizado na bacia do rio Diamantino	37
Figura 3:01	Árvore GIS: a multidisciplinaridade das ciências	73
Figura 3:02	Arquitetura de SIG	74
Figura 4:01	Articulação das cartas topográficas	78
Figura 4:02	Fluxograma: base cartográfica	79
Figura 4:03	Localização das estações fluviométricas alternativas	80
Figura 4:04	Histograma Linear	82
Figura 4:05	Amostra da imagem Cbers 2 segmentada	84
Figura 4:06	Atributos do mapa temático	85
Figura 4:07	Instrumentos de coleta de sedimento de fundo	87
Figura 5:01	Área de estudo: Uso da terra	91
Figura 5:02	Perda de solo por erosão laminar – Área de estudo	95
Figura 5:03	Perda de solo e vegetação nativa (%) por sub-bacia	96
Figura 5:04	Qualidade da água por sub-bacia	101

Figura 5:05	Mercúrio na água	102
Figura 5:06	Mercúrio no sedimento de fundo	102
Figura 5:07	Mercúrio na água: período seco	103
Figura 5:08	Mercúrio no sedimento de fundo: período seco	104
Figura 5:09	Mercúrio na água: período chuvoso	105
Figura 5:10	Mercúrio sedimento de fundo: período chuvoso	106
Figura 5:11	Sub-bacias e rede hidrográfica	107
Figura 5:12	Sub-bacia Melgueira – Uso da terra	108
Figura 5:13	Perda de solo por erosão laminar – Sub-bacia Melgueira	110
Figura 5:14	Localização do ponto 01 – Ribeirão Melgueira	111
Figura 5:15	Perfil transversal – ponto 01 -Ribeirão Melgueira	112
Figura 5:16	Sub-bacia do Córrego Amolar – Uso da terra	114
Figura 5:17	Perda de solo por erosão laminar – Sub-bacia do Amolar	115
Figura 5:18	Localização do ponto 02 – Córrego Amolar	116
Figura 5:19	Perfil transversal, ponto 02 – Córrego Amolar	117
Figura 5:20	Sub-bacia do Córrego Macaco – Uso da terra	119
Figura 5:21	Perda de solo por erosão laminar – Sub-bacia do Cór. Macaco	120
Figura 5:22	Localização do ponto 04 – Córrego Macaco	121
Figura 5:23	Perfil Transversal, ponto 04 – Córrego Macaco	122
Figura 5:24	Sub-bacia do Córrego Mato Seco – Uso da terra	123
Figura 5:25	Perda de solo por erosão laminar – Córrego Mato Seco	124
Figura 5:26	Localização do ponto 05 – Córrego Mato Seco	125
Figura 5:27	Perfil transversal, ponto 05 – Córrego Mato Seco	126

Figura 5:28	Sub-bacia do Ribeirão Buriti – Uso da terra	128
Figura 5:29	Perda de solo por erosão laminar – Ribeirão Buriti	129
Figura 5:30	Localização do ponto 06 – Ribeirão Buriti	130
Figura 5:31	Perfil transversal, ponto 06 – Ribeirão Buriti	131
Figura 5:32	Sub-bacia do Córrego Frei Manoel – Uso da terra	133
Figura 5:33	Perda de solo por erosão laminar – Córrego Frei Manoel	134
Figura 5:34	Localização do ponto 07 – Córrego Frei Manoel	135
Figura 5:35	Perfil transversal, ponto 07 – Córrego Frei Manoel	136
Figura 5:36	Sub-bacia do Rio Diamantino – Uso da terra	137
Figura 5:37	Perda de solo por erosão laminar – Sub-bacia do Rio Diamantino	139
Figura 5:38	Localização do ponto 08 – Rio Diamantino	140
Figura 5:39	Perfil transversal, ponto 08 – Rio Diamantino	141
Figura 5:40	Sub-bacia do Rio Paraguai – Uso da terra	143
Figura 5:41	Imagem da área de nascentes do rio Paraguai	144
Figura 5:42	Perda de solo por erosão laminar – Sub-bacia do Rio Paraguai	145
Figura 5:43	Localização do ponto 03 – Rio Paraguai I	146
Figura 5:44	Localização do ponto 09 – Rio Paraguai II	147
Figuras 5:45	Perfis transversais, pontos 03 e 09 - Rio Paraguai	149

Lista de Fotos

Foto 2:01	Buritizal nas nascentes do rio Paraguai	8
Foto 2:02	Lagoa Encantada	9
Foto 2:03	Lagoa Princesa	10
Foto 2:04	Represa no rio Paraguaizinho	10
Foto 2:05	Área queimada – Manancial do Córrego Melgueira	12
Foto 2:06	Áreas de cultivo – Sub-bacia do Córrego Amolar	12
Foto 2:07	Carobinha do campo	13
Foto 2:08	Corredeira do rio Paraguai	14
Foto 2:09	Cachoeira do rio Paraguai	15
Foto 2:10	Nascente do rio Diamantino	16
Foto 2:11	Garimpo nas margens do rio Diamantino	19
Foto 2:12	Resíduos: valas formadas pelas chuvas	19
Foto 2:13	Assoreamento no rio Paraguai	20
Foto 2:14	Garimpo manual na cidade de Alto Paraguai	21
Foto 5:15	Leito - Ribeirão Melgueira	111
Foto 5:16	Leito – Córrego Amolar	116
Foto 5:17	Leito – Córrego Macaco	121
Foto 5:18	Leito – Córrego Mato Seco	126
Foto 5:19	Leito - Ribeirão Buriti	130
Foto 5:20	Leito – Córrego Frei Manoel	135
Foto 5:21	Leito – Rio Diamantino	141
Foto 5:22	Leito – Rio Paraguai no Planalto	147
Foto 5:23	Leito – Rio Paraguai na Depressão	148

Lista de Quadros

Quadro 2:01	Correspondência entre a Classificação de Solo do Radambrasil e Embrapa	28
Quadro 2:02	Precipitação máxima em 24 horas (1973-2003)	31
Quadro 3:01	Atividades humanas e impactos nos ecossistemas aquáticos	45
Quadro 3:02	Variáveis físico-químicas e biológicas da água	51
Quadro 4:01	Variáveis e metodologias das análises físico-químicas e biológicas da água	88
Quadro 5:01	As sub-bacias: Ocupação e o uso da terra	93
Quadro 5:02	Sub-bacias: Erosão laminar e vegetação nativa	96
Quadro 5:03	Variáveis e Índices de Qualidade da Água (IQA)	98
Quadro 5:04	Classes da água por sub-bacia	99
Quadro 5:05	Variáveis e parâmetros fluviométricos: Estação 01	112
Quadro 5:06	Variáveis e parâmetros fluviométricos: Estação 02	117
Quadro 5:07	Variáveis e parâmetros fluviométricos: Estação 04	122
Quadro 5:08	Variáveis e parâmetros fluviométricos: Estação 05	127
Quadro 5:09	Variáveis e parâmetros fluviométricos: Estação 06	130
Quadro 5:10	Variáveis e parâmetros fluviométricos: Estação 07	136
Quadro 5:11	Variáveis e parâmetros fluviométricos: Estação 08	142
Quadro 5:12	Variáveis e parâmetros fluviométricos: Estações 03 e 09	150

Lista de Anexos

Anexo I	Laudos de parâmetros orgânicos da água (18-09-05)
Anexo II	Laudos de parâmetros físico-químicos e biológicos da água (18-02-06)
Anexo III	Laudos de parâmetros químicos no sedimento de fundo (16-10-05)
Anexo III	Laudos de parâmetros químicos no sedimento de fundo (18-02-06)
Anexo IV	Laudos de parâmetros orgânicos (02-10-06)

1. INTRODUÇÃO

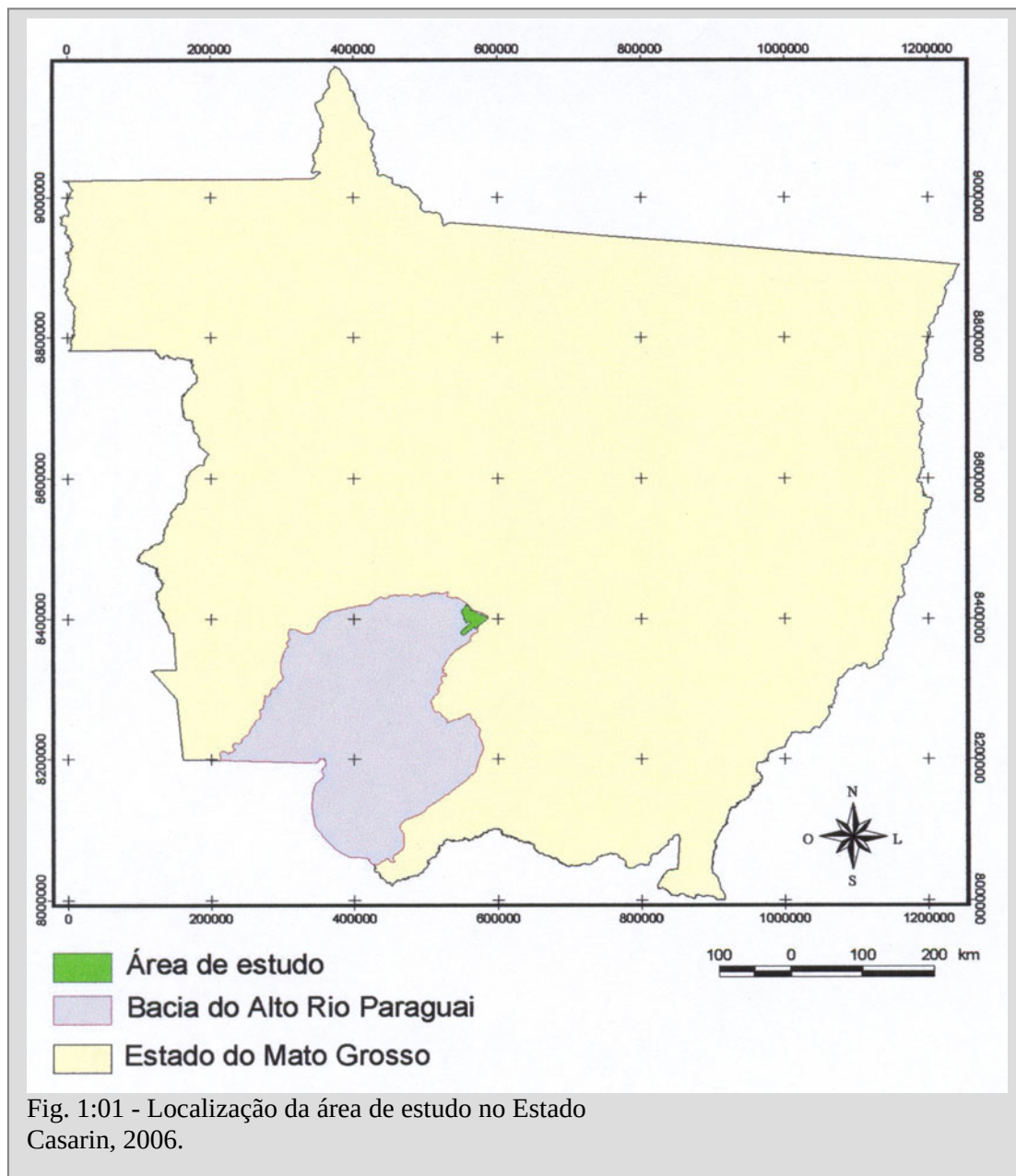
Conhecer as particularidades do meio ambiente da região das nascentes do rio Paraguai sempre foi uma curiosidade pessoal, razão pela qual, se tornou o propósito da minha pesquisa de doutorado. Este ideal se tornou exequível através do convênio realizado entre a Universidade do Estado de Mato Grosso–Unemat, a Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior-Capes. Financiando o Projeto de Cooperação “Estudos sócio-geográficos e ambientais na região de Cáceres-MT” através do Programa de Qualificação Institucional-PQI, da Capes.

Assim, **“Caracterização dos principais vetores de degradação ambiental da bacia hidrográfica Paraguai/Diamantino”** é um dos projetos de pesquisa vinculado ao projeto integrado de cooperação entre a Capes, a Unemat e a UFRJ, associando uma visão sistêmica voltada para a caracterização ambiental da referida bacia, baseada no uso e cobertura da terra e a diagnose da qualidade da água.

As imagens de sensoriamento remoto e as tecnologias de geoprocessamento foram fundamentais nos procedimentos de mapeamento do uso e cobertura da terra e na elaboração de mapas temáticos. A qualidade da água foi obtida através de análises físico-químicas e biológicas, cujos resultados foram confrontados com os parâmetros da Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente-Conama. A metodologia utilizada revelou resultados eficientes e de baixo custo, portanto, viável para monitoramento da qualidade da água de nossos rios.

Em síntese, esta pesquisa teve como premissa básica a caracterização dos aspectos ambientais da bacia hidrográfica Paraguai/Diamantino, que está circunscrita entre os contrafortes das serras Tira Sentido, na Província Serrana, e

Tapirapuã, no Planalto dos Parecis, e na Depressão do rio Paraguai. Tem aproximadamente 695,00 km² e está localizada no centro norte do Estado de Mato Grosso, fig. 01, entre as coordenadas geográficas de 56° 28' 29" e 56° 30' 55" S; 14° 27' 22" e 14° 22' 55" W.



A bacia do Alto Rio Paraguai é uma área altamente significativa no contexto regional de produção econômica, agricultura e extrativismo mineral. Mas,

por ser localizada em área de planalto é dispersora de fluxos e energia, sendo, portanto, uma área que deve ser preservada.

No entanto, as atividades humanas vêm criando sérios impactos no meio ambiente e um dos maiores problemas refere-se à qualidade dos cursos de água da região. Nesse sentido, esta pesquisa enfatizou o estudo sobre o uso da terra a conseqüente qualidade da água na bacia Hidrográfica Paraguai/Diamantino. A investigação foi feita na área onde nascem os principais mananciais do rio Paraguai, rio que banha um importante ecossistema, o Pantanal Mato-grossense. Esta área compõe o divisor de águas entre as principais bacias brasileiras Paraguai/Paraná e Amazônica.

A metodologia utilizada demonstrou-se eficaz e de baixo custo, tornando-se viável para monitoramento dos nossos rios. Os resultados foram relevantes, evidenciando as áreas com alto potencial de perdas de solo, desmatamento desordenado nas áreas de nascentes do rio Paraguai e cursos d'água, embora sejam pequenos rios, muitos já estão contaminados, tornando a água de baixa qualidade.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos são a seguir explicados:

1.1.1 Objetivo Geral:

O objetivo geral da presente investigação consiste em identificar os principais vetores associados à degradação ambiental na bacia hidrográfica Paraguai/Diamantino-MT, oferecendo subsídios à gestão político-administrativa com perspectivas ao desenvolvimento regional.

1.1.2 Objetivos Específicos:

Os objetivos são a seguir apresentados:

a - Contextualizar os aspectos históricos e geográficos da bacia hidrográfica Paraguai/Diamantino;

b - Caracterizar o uso e a cobertura da terra com suporte do geoprocessamento.

c - Caracterizar os cursos fluviais em termos de sedimentos de fundo e da qualidade das águas superficiais;

d - Estabelecer estações fluviométricas alternativas a partir da localização dos pontos de coleta de dados, água, sedimento de fundo, vazão dos canais fluviais e perfis transversais;

e - Diagnosticar a qualidade da água em função de parâmetros físico-químicos e biológicos;

f - Avaliar a perda de solo por erosão laminar;

g - Gerar subsídios para a implementação de monitoramento ambiental;

h – Estruturar mecanismos operacionais voltados para subsidiar a participação comunitária no processo de planejamento e gestão ambiental.

2. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é composta por terras de relevo acidentado, do Planalto do Parecis, serras Tapirapuã e Tira Sentido, introduzidas no complexo da Província Serrana e Depressão do rio Paraguai. Pelas características físicas do relevo e do solo, associados às atividades antrópicas que degradam o meio ambiente, tais como desmatamentos de matas de galeria e a extração de minerais de forma inadequada, constituem os principais elementos que vêm impactando negativamente este ambiente causando, principalmente os processos de erosão e sedimentação dos canais fluviais.

Na fig. 2:01, identifica-se o relevo, a qual configura-se, assim, num

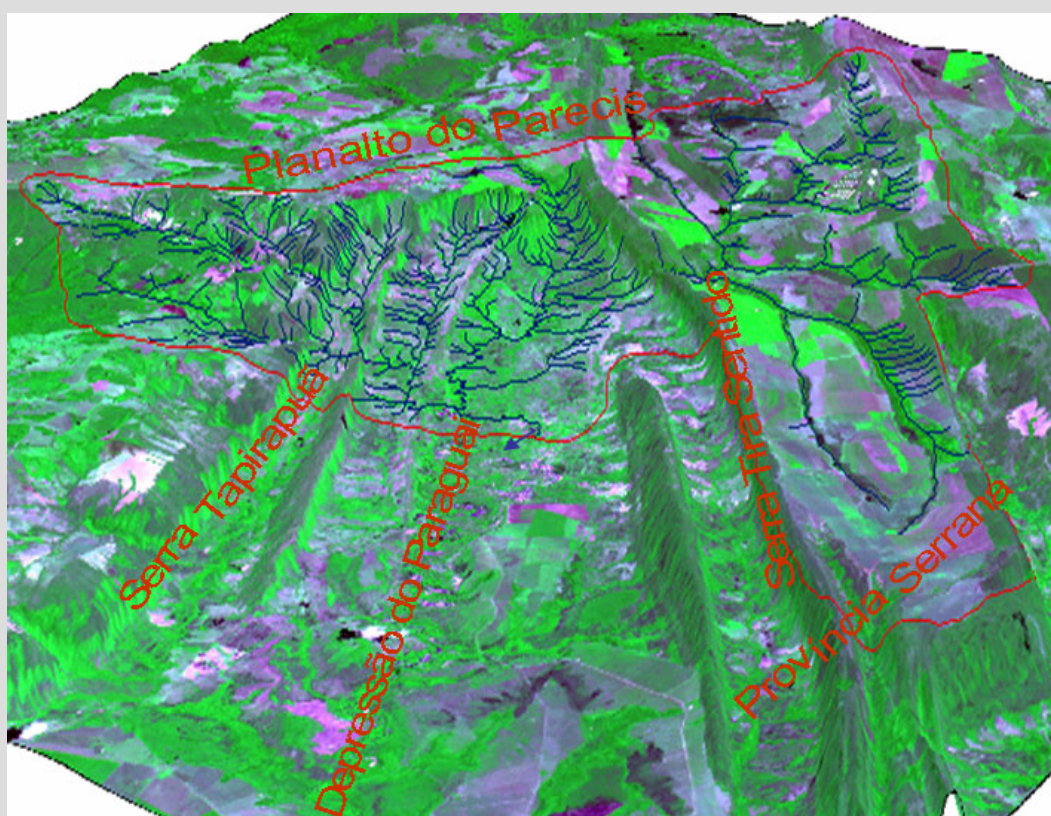


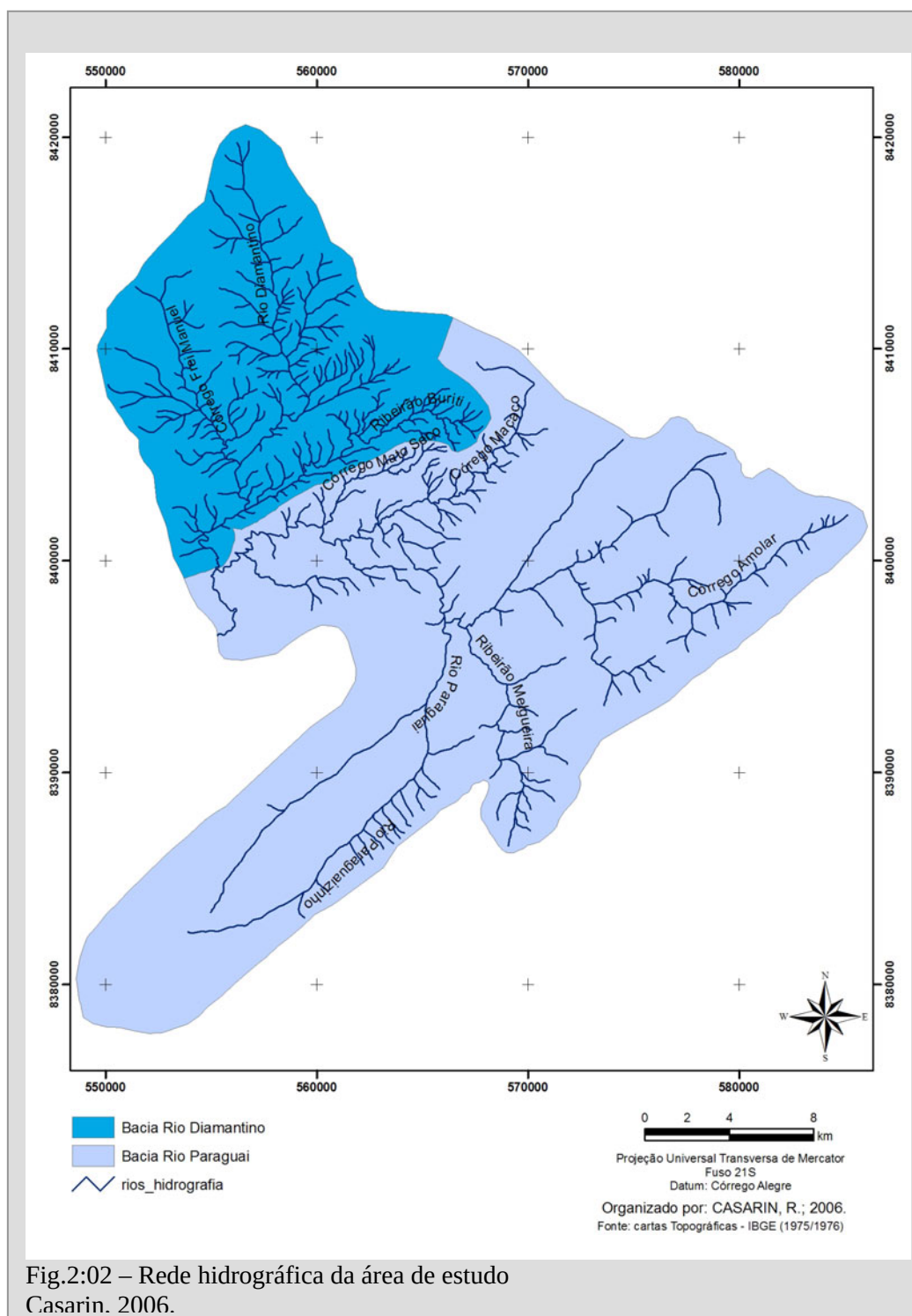
Fig. 2:01 – Principais acidentes físico-geográficos da área de estudo
Fonte: : www.relevobr.cnpm.embrapa.br - Org. Casarin, 2006.

formato triangular, composta por duas principais bacias hidrográficas cujas características físicas são diferenciadas entre si. A bacia do Paraguai tem relevo mais plano e a rede hidrográfica mais esparsa do que a do rio Diamantino.

Os mananciais do rio Paraguai e dos primeiros tributários, como os córregos Amolar e Macaco nascem nas terras altas e planas da Província Serrana e no Planalto do Parecis e escoam para a Depressão do rio Paraguai.

O rio Paraguai surge através de dois cursos, o Paraguai e o Paraguaizinho que escoam paralelos por aproximadamente 20 quilômetros formando um só canal. Em seguida, recebe o córrego do Amolar e depois da confluência deste, o rio Paraguai atravessa a serra do Tira Sentido e entra na Depressão do Paraguai onde recebe as águas do córregos Macaco, Mato Seco, Buriti e rio Diamantino.

O rio Diamantino nasce nas encostas do Planalto do Parecis e escoam em relevo com declividade acentuada, recebe vários tributários até desaguar no rio Paraguai, próximo à cidade de Alto Paraguai. A rede hidrográfica é mais densa do que a do Paraguai, porém os cursos têm menor extensão e volume de água, conforme ilustra a fig. 2:02, a seguir.



No contexto socioeconômico, a área de estudo é ocupada pelo sítio urbano de Diamantino, agricultura, principalmente a mecanizada, criação de bovinos e suínos e extração mineral.

2.1 BACIA DO RIO PARAGUAI

As terras altas da bacia do rio Paraguai, no Planalto dos Parecis, regadas pelas águas das nascentes dos rios Paraguai e tributários como Amolar, Macaco e outros, de relevos planos favoreceram o desmatamento de grandes áreas contínuas onde foram implantadas lavouras mecanizadas e pastagens. O desmatamento atingiu altos níveis de degradação das matas de galeria e os cursos d'água passam fazer das pastagens.

O desmatamento foi implacável na região, mesmo nas áreas úmidas onde os buritis (*Mauritia flexouosa*), foto 2:01, formavam veredas no meio do cerrado, atualmente estão sendo ocupadas, principalmente por pastagens.



Foto 2:01 – Buritizal nas nascentes do rio Paraguai
Casarin, 2005.

As áreas de mananciais, os cursos d'água, lagos e lagoas são consideradas áreas de proteção ambiental-APP, previsto no Art. 2º. da Lei 7.803 de 1989. Mas verificou-se que nesta área, estes recursos estão sofrendo pressão pelo

avanço da agropecuária sobre as veredas, matas de galeria e das lagoas. As fotos a seguir, mostram lagoas que, na forma natural, eram cercadas por buritizais que foram eliminados e atualmente, as lagoas servem de bebedouros para o gado. Estas imagens mostram o impacto como a agropecuária está impactando as nascentes do rio Paraguai.



Nas fotos 2:02 e 2:03 podem ser observados que o pisoteamento dos animais que aportam às suas margens para beber água estão compactando o solo e vegetação de galeria já foi destruída.

A lagoa Princesa vista na foto 2:03, a seguir, por possuir característica muito particular, como águas muito claras e grande profundidade, figura no roteiro turístico de Diamantino e de Alto Paraguai como uma paisagem cênica. No entanto, as ações antrópicas vêm transformando radicalmente a paisagem natural e

usando um bem de natureza pública, no caso, a lagoa Princesa em benefício em particular.



Da mesma forma que as lagoas, os cursos d'água também são utilizados como bem particular com a construção de represas para servir bebedouros para o gado, um procedimento comum na região.

A foto 2:04, a seguir, mostra uma represa no rio Paraguaizinho onde pode ser vista que a mata ciliar foi retirada e o fluxo de água alterado. Observa-se, ainda, intenso pisoteamento de gado nas margens e o lago está sendo assoreado. Estes fatores interferem na qualidade da água e, conseqüentemente, na alimentação, migração e reprodução dos animais aquáticos.



Foto 2:04 - Represa no rio Paraguaizinho
Casarin, 2002.

As queimadas dos campos nativos são também procedimentos que degradam o meio ambiente, principalmente porque depois de ser queimada a área é transformada em pastagem ou lavoura. A foto 2:05, a seguir, mostra uma área de cerrado recém queimada, inclusive o entorno das nascentes do ribeirão Melgueira.

Nesta sub-bacia, além dos mananciais que fluem para a superfície formando pequenos córregos, também podem ser vistos, nos locais onde ocorreram acomodações de terra, fluxos da água subterrâneos. Mesmo sendo uma área extremamente sensível à degradação, a vegetação de cerrado no entorno das nascentes têm sido retirada.

Estes processos de degradação têm estreita relação com a monocultura agrícola em toda a área de estudo. Comumente, os agricultores cultivam soja e algodão, alternando temporariamente com pastagem.



Foto 2.1:05- Área queimada - Manancial do Córrego Melgueira
Casarin, 2002.

A foto 2:05mostra uma área preparada para plantar e uma pastagem, no detalhe da figura vê-se uma estreita faixa de vegetação, por onde corre o rio Paraguai, em meio à pastagem.



Foto 2:06 – Área de cultivos - Sub-bacia do Córrego Amolar
Casarin, 2004.

Estas imagens são típicas dos campos agrícolas da região, onde as lavouras e pastagens invadem as matas de galeria, deixando os cursos d'água sem a necessária proteção natural. Apesar de ter sido registrada tanta degradação, ainda restam sinais da diversidade de sua flora que se destaca, principalmente, quando as plantas estão floridas, como a carobinha do campo¹ (*Jacarandá caroba*) que foi encontrada com flor em meio ao capinzal seco.

Um exemplar que germinara nas proximidades das nascentes do rio Paraguai. As flores roxas brotam rente ao chão formando uma espécie de coroa que contorna a folhagem verde contrastando com o capinzal seco do seu entorno. Uma flor que encanta os olhos pela harmonia das cores e vivacidade que apresenta. Foi documentado através da foto 2:07.



Foto 2:07 - Carobinha do campo
Casarin, 2002.

¹ A carobinha do campo é uma planta medicinal da família das Bignoniaceae (www.umbuzeiro.cnip.org.br.).

Outra paisagem cênica da região refere-se ao canal do rio Paraguai. A foto 2:08, a seguir, mostra as águas translúcidas que escoam deixando transparecer o fundo do leito com tons marrons que contrastam com o verdor da mata ciliar.



Foto 2:08 – Corredeira do rio Paraguai
Casarin, 2004.

Neste local, no planalto da Província Serrana as água escoam em terrenos de relevo com declividade formando corredeiras, que vão-se acentuando formando um cachoeira, a única do rio Paraguai. A foto 2:09, a seguir mostra que as águas se precipitam pela encosta de aproximadamente 50 metros de altura. Observa-se, no foto um tubo branco por onde passa a água que abastece uma pequena usina hidrelétrica, a Pedro Pedrossian, que pertencente às Centrais Elétricas de Mato Grosso. Esta usina foi instalada em 1970, com potência efetiva de 1.680 de KW e fornece energia elétrica para a cidade de Alto Paraguai.



Foto 2:09 - Cachoeira do rio Paraguai
Casarin, 2007.

A poucos quilômetros deste ponto, à jusante estão os garimpos que transformam os rios e o seu entorno em verdadeiros depósitos de lixos e resíduos, as escavações e os sedimentos mais parecem uma área bombardeada. À montante também há degradação como a devastação das matas de galeria. Por isso se questiona, até quando vão durar as águas transparentes do rio Paraguai e/ou o vigor da carobinha do campo?

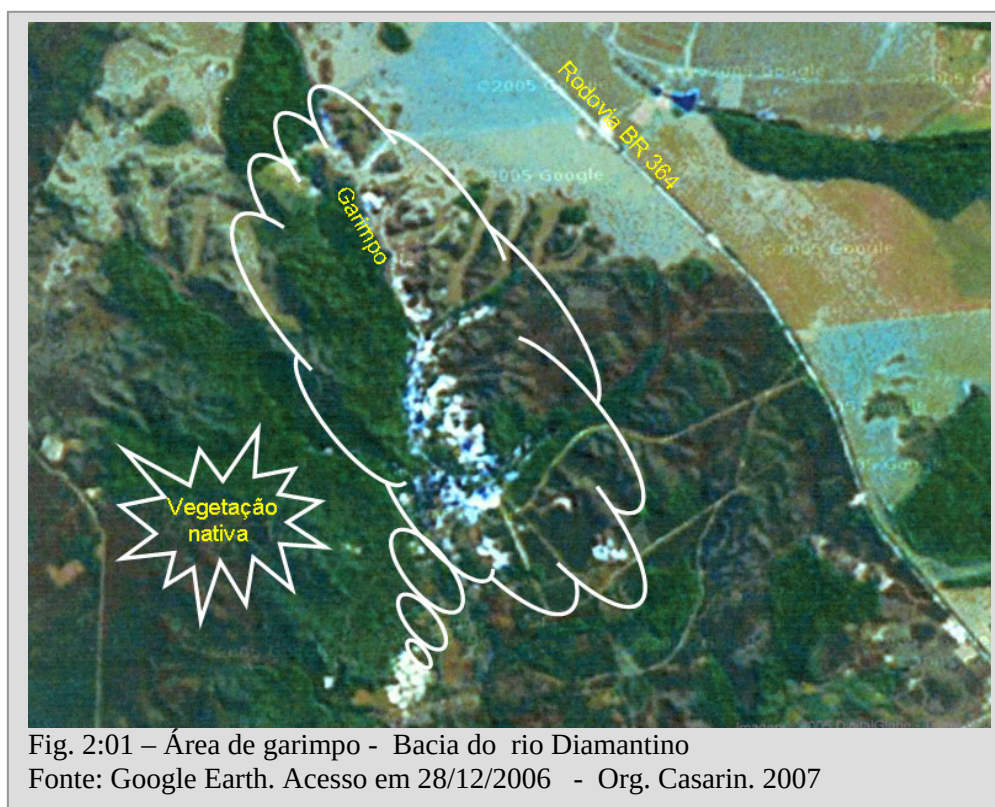
2.2 BACIA DO RIO DIAMANTINO

Esta bacia é bem drenada, porém os cursos d'água são de pequena dimensão. O rio Diamantino nasce nas escarpas da serra Tapirapuã, sob a vegetação de Cerradão, com árvores altas, entremeadas por palmeiras, como pode ser visualizada na

foto 2:10. Neste local, a vegetação de galeria é bem conservada, no entanto, a pouca distância dali surgem os primeiros sinais da exploração de minerais.



A fig. 2:03, a seguir, mostra através da imagem de satélite que a bacia do Diamantino tem boa cobertura de vegetação natural, contudo, aparecem muitas manchas branco-azuladas, círculo branco, que são áreas de garimpos. Observa-se que as manchas se estendem acompanhando o curso do rio, com isso, grande parte do sedimento produzido está propício a ser escoado para o leito, assoreamento-o e comprometendo, tanto o curso do rio como a qualidade da água.



A foto 2:11, a seguir, mostra parte da área do garimpo do Diamantino onde foram feitas escavações que produziram “montanhas” de sedimentos e que estão depositados às margens do rio. Sobre estes sedimentos, como pode ser observado na foto, no local foram feitos represamentos para reter a água utilizada na lavagem do cascalho, para extrair o ouro e/ou diamante. Com isso, toda a terra retirada das escavações está exposta ao relento e pronta para ser carregada para o fundo do vale. A foto 2:11, a seguir mostra no detalhe à direita superior, que no vale do rio Diamantino a vegetação está sendo coberta por sedimentos, à direita inferior, estão descartes de embalagens dos insumos abandonados.



Foto 2:11 - Garimpo nas margens do rio Diamantino
Casarin, 2007.

Mas, o represamento não têm estruturas suficientemente fortes para suportar o peso e/ou energia das águas que se acumulam, rompendo-se, principalmente com as águas, carreando os sedimentos para o leito do rio, foto 2:12, a seguir.

A extração de ouro e de diamante requer o revolvimento de milhões de toneladas de terra porque os veios dos minerais estão a vários metros de profundidade. A terra removida é depositada nos arredores das escavações, que neste caso, estão às margens do rio. Nestes garimpos, não há qualquer planejamento de recuperação da área degradada, e, tampouco algum sistema de controle ambiental. Os sedimentos abandonados formam “montanhas” de terra à beira do rio que, com as chuvas ou mesmo as águas usadas na lavagem do cascalho, são carregadas para as áreas mais baixas do vale, logo atingindo o leito do rio.



Foto 2:12 – Resíduos: valas formadas pelas chuvas
Casarin, 2007.

Os processos de assoreamentos causados pela erosão natural são fatores, muitas vezes, preocupantes pela perda de terras férteis, obstrução de canais e diminuição da vazão dos rios. Mas, quando estes processos são causados pelas atividades antrópicas, neste caso pelos garimpos, os problemas ambientais aumentam porque juntamente com os sedimentos são carregados rejeitos provenientes das atividades como a amalgamação do ouro, tornando os rios contaminados.

O assoreamento mostrado na foto 2:13 está localizado junto à ponte no rio Paraguai, na cidade de Alto Paraguai, ilustra como os rejeitos, principalmente dos garimpos, estão assoreando os rios.



Foto 2:13 – Assoreamento no rio Paraguai - Casarin, 2004

A extração manual de ouro e diamante, embora tenha menor poder de destruição do meio ambiente do que a mecanizada, formada por pequenas escavações, uma ao lado da outra, se estende por vastas áreas.

A foto 2:14, a seguir, mostra parte da fisionomia de Alto Paraguai, cidade que nasceu sob a égide do ouro, teve desenvolvimento efêmero típico de lugares de mineração, hoje se encontra em total decadência. As escavações da garimpagem formaram buracos que, com as chuvas enchem de água favorecendo assim, o desenvolvimento de pragas como o mosquito da dengue e afetando a saúde da população.

A degradação do meio ambiente não se limita apenas às escavações e à produção de sedimentos, mas, aos assoreamentos que exaurem os rios e a contaminação da água, principalmente, por mercúrio que é usado na amalgamação do ouro em todos os garimpos. Ou o esgoto urbano que na maioria das cidades mato-

grossenses, é despejado na forma “*in natura*”, nos cursos d’água, como se estes fossem tanques de depósito de esgoto.



Foto 2:14 – Garimpo manual na cidade de Alto Paraguai - Casarin, 2006.

É lastimável que rios como o Paraguai e Diamantino que nascem com águas cristalinas, poucos quilômetros abaixo estejam sucumbindo pelos sedimentos, esgoto e pela contaminação, produzidos nas lavras de ouro e diamante. Assim como, as matas de galeria que são desmatadas para expandir as áreas de pastagens e/ou lavouras, quando deveriam ser mantidas preservadas.

Os minerais poderiam ser extraídos sem tanta degradação, a agropecuária desenvolvida com mais eficácia e que os esgotos fossem tratados antes de ser despejados nos rios, se a sociedade tivesse mais consciência da necessidade de preservar o recursos naturais e degradar menos o meio ambiente. A degradação ambiental ocorre porque as atividades são realizadas de forma inadequada, visando cada vez mais, maior lucro.

Mas, a meta a ser alcançada pelo homem/empreendedor é a opulência, a exuberância e o acúmulo de capital, enquanto que para o meio ambiente resta a devastação e a deterioração dos recursos naturais, principalmente das águas que retratam o meio ambiente agonizante.

2.3 - ASPECTOS FÍSICOS DA REGIÃO DO ALTO RIO PARAGUAI

A região do Alto Rio Paraguai abrange uma vasta área no sudoeste mato-grossense, a fig. 2:04, a seguir, mostra resumidamente, os principais acidentes geográficos, como a Chapada dos Parecis, o local onde nasce o rio Paraguai, na Província Serrana e a Depressão do rio Paraguai onde se forma a Bacia do Alto Rio Paraguai com destaque para o Pantanal Mato-grossense.

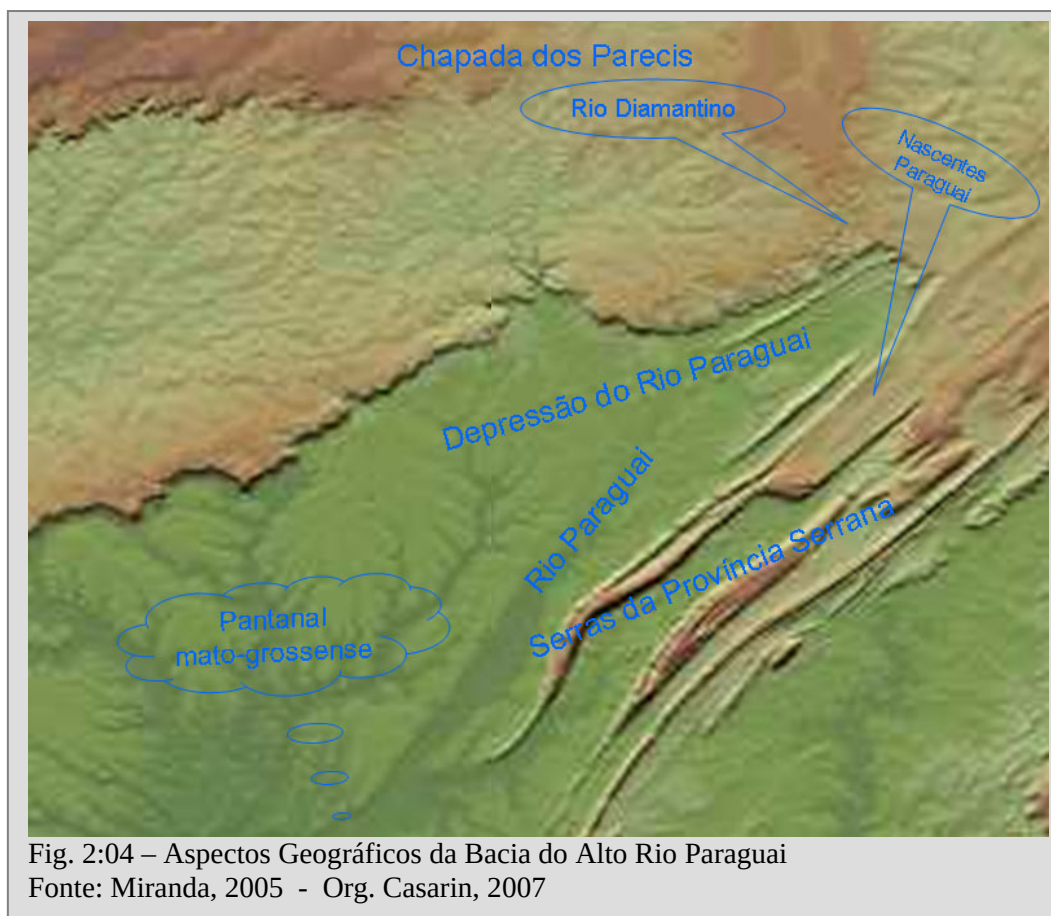


Fig. 2:04 – Aspectos Geográficos da Bacia do Alto Rio Paraguai
Fonte: Miranda, 2005 - Org. Casarin, 2007

De acordo com Ross (1982), o Planalto dos Parecis compreende um extenso conjunto de relevo caracterizado por duas feições distintas esculpidas principalmente nas rochas do Grupo Parecis (Formação Salto das Nuvens e Utiriti): uma vasta superfície composta de relevo dissecado, da qual emerge uma superfície mais elevada e outra mais conservada, que constitui a segunda feição.

Para facilitar o estudo geomorfológico, a unidade foi compartimentada em duas subunidades: a Chapada dos Parecis (acima de 550 m) e o Planalto Dissecado dos Parecis. Nos limites meridionais estão os rios voltados para a bacia do Paraguai e suas nascentes se encontram no nível de cimeira, relativamente próximas à escarpa da Chapada. Esses rios constroem, através de erosão remontante, anfiteatros erosivos que também são mantidos pelo pacote argilo-arenoso e concrecionário. A seguir constam itens associados à caracterização física do Alto Rio Paraguai.

Quanto à geomorfologia - segundo o Radambrasil (1982), o Planalto do Parecis e da Província Serrana caracteriza-se pelas formas tabulares, com o relevo de topo aplainado de diferentes ordens de grandeza e aprofundamentos de drenagem, separados por vales de fundo plano.

Já a Depressão do Rio Paraguai caracteriza-se por formas convexas, relevo de topo convexo, com diferentes ordens de grandeza e de drenagem, separados por vales de fundo plano e intensidade de aprofundamento da drenagem fraca.

Quanto à hidrografia – o rio Paraguai nasce nos contrafortes da Província Serrana com o Planalto dos Parecis e se desenvolve na Depressão do Rio Paraguai formando o principal rio da Planície do Pantanal Mato-grossense. No contexto hidrográfico nacional, o rio Paraguai é um dos mais importantes rios de planície do

Brasil, com 2.621 km de extensão, destes, 1.693 estão em território brasileiro. Nasce em altitudes de 430 e 440 metros que escoam em terrenos com pouca declividade. (Radambrasil, 1982).

As águas do rio Paraguai escoam em sentido SW-NE percorrendo aproximadamente 18 quilômetros, recebendo o primeiro tributário, o Paraguaizinho, logo em seguida, o córrego do Amolar. A seguir toma a direção L-W, onde recebe os córregos do Macaco e Mato Seco. A partir deste ponto, se direciona no sentido NE-SO. Quando recebe o rio Diamantino, o seu trajeto direciona-se N-S, configurando a estrutura de um anfiteatro, com abertura para o sul e o curso segue esta direção.

O rio Diamantino nasce no Planalto dos Parecis em altitude superior a 500 metros, que no seu primeiro percurso escoam no sentido NO-SE onde recebe o córrego do Ouro e direciona-se no sentido NE- SO, recebendo neste trecho o Ribeirão Frei Manuel; e a partir deste ponto toma direção NO-SE, desaguardo no rio Paraguai.

Quanto à geologia - a área de estudo situa-se nas conformações do Grupo Alto Paraguai, na coluna cronoestratigráfica posicionada no Pré-Cambriano Superior (Radambrasil, 1982: p. 167). A área está localizada nas Formações do Diamantino, Sepotuba e Raizama, que segundo o Radambrasil (1982) coube à Almeida (1964) a primeira e grande contribuição à geologia da área centro-leste de Mato Grosso ao denominar de Província Serrana conjunto de serras paralelas, com direção geral NE-SO, cadastrando uma das feições geomorfológicas mais belas existentes no Brasil.

Almeida (1964) citado pelo Radambrasil (1982), quando denominou de Província Serrana o conjunto de serras paralelas, reconheceu na mesma uma sequência de rochas de idade pré-siluriana com mais de 3.000 metros de espessura, que por suas características litológicas distintas foram separada em três formações, da base

para o topo: Raizama, constituída por arenitos (ortoquartzíticos) com siltitos e folhelhos subordinados; Sepotuba, composta de folhelhos argilosos, com siltitos, arenitos e calcários subordinados, e Diamantino, constituída por arcóseos, siltitos e folhelhos com calcário subordinados. Estabeleceu para esse conjunto de rochas o nome de Grupo Alto Paraguai e definiu-o como parte de um grande geossinclíneo, denominando-o de Geossinclíneo Paraguaio, cujos sedimentos são depósitos típicos de *foreland*, acumulados em plataforma moderadamente instável, em águas marinhas rasas.

Segundo o Radambrasil (1982), a litologia da Formação Raizama apresenta em sua base freqüentes intercalações de camadas de *chert*, arenitos grosseiros e conglomerados com matriz arenosa fina, média e grossa possuindo clásticos de *chert*, dolomitos e seixos de quartzo. Estas litologias caracterizam a passagem transicional para as rochas da unidade litoestratigráfica subjacente. A Formação Raizama composta por arenitos em cores variadas, granulação de fina a média, com freqüentes níveis de areia grossa, seixos e grânulos com estratificação cruzada, plano-paralela e marcas de ondas, cuja composição quartzo-feldspática, geralmente é mal classificada.

A Formação Sepotuba é caracterizada, em sua seção mais basal por freqüentes intercalações de siltitos finamente laminados, folhelhos e arenitos finos a médios, em cores vermelho-escura, marrom-chocolate e cinza-esverdeado. A seção média e o topo da seqüência são caracterizados por espessos pacotes de siltitos, argilitos e folhelhos, os quais apresentam-se em camadas finamente estratificadas, ou em bancos maciços bastante endurecidos, mostrando partições conchoidais ou então bastante físseis², quebrando-se em pequenas placas. Estas litologias geralmente apresentam como componentes mineralógicos micas, carbonatos, quartzo, feldspato

² diz-se de rocha ou sedimento que se divide em lâminas delgadas; tegular

alterado e argilo-minerais, cimentados por óxido de ferro. Intercalada nesta seqüência pelítica é comum a presença de camadas de bancos maciços de arenitos vermelhos e marrom-escuro, granulometria fina a muito fina e composição mineralógica quartzo-feldspática (subarcóseo), possuindo espessuras variadas intensificando-se à medida que se aproximam do topo da seção, onde gradam para a unidade litoestratigráfica imediatamente superior, a Formação Diamantino (RADAMBRASIL, 1982).

A Formação Diamantino é composta por uma seção basal com freqüentes intercalações de siltitos e arcoseanos e arcóseos em vários ciclos sucessivos, evidenciando ritmos regressivos em seu ambiente de sedimentação. Esta secção está muito bem caracterizada em toda a região rebaixada onde estão edificadas os municípios de Alto Paraguai e Diamantino. É constituída por camadas com espessuras variadas, as maiores atingindo dimensões decamétricas; os pelitos normalmente mostram-se com estratos plano-paralelos e inclinados suavemente para noroeste, com ângulos em torno de 10° a 30°, modelando uma topografia típica de *cuestas*. Apresentam-se cores normalmente avermelhadas, tendo em sua composição grandes quantidades de mica e feldspato alterado, comumente cimentado por carbonatos. As camadas de arenito são maciças, localmente apresentando-se em blocos com superfícies semi-esféricas, com intervalos preenchidos por material mais argiloso, caracterizando estruturas típicas de sobrecarga. Também são comuns blocos quase totalmente esféricos, já como consequência da disjunção esferoidal. Nas estruturas primárias são observadas belíssimas marcas de ondas, cujas cristas se orientam na direção N 80° W com direção provável da corrente localizada no sentido nordeste, e também são observadas estruturas de estratificações cruzadas de pequeno porte e baixo ângulo; mineralogicamente estes arenitos são constituídos por quartzo, feldspato alterado e

palhetas de mica, cimentados por sílica ou carbonatos. A granulometria dos grãos de quartzo e as do feldspato são sempre muito homogêneas, oscila entre os parâmetros finos (dominantes) e mais raramente médios (RADAMBRASIL, 1982).

Ainda, de acordo com o Radambrasil (1982), na seção média e no topo há uma dominância da fração psamítica³, em que a rocha passa ter um caráter mais maciço e consistente, razão pela qual sustenta uma topografia mais acidentada, constituindo um conjunto de pequenas serras paralelas. As rochas são arcoseanas, de cores predominantemente vermelho-escuras com tons róseos; ainda na composição, predomina os grãos de quartzo, de granulometria fina e raramente média, feldspato alterado, palhetas de mica e carbonatos. De modo geral, os afloramentos destes arenitos são de uma grande homogeneidade na região de Diamantino.

Quanto aos tipos de solos - de acordo com o Levantamento de Solos, Radambrasil (1982), a área da pesquisa apresenta as seguintes classificações de solos e respectivas unidades: *Cambissolo álico* (Ca5) – Cambissolo álico argila de atividade baixa textura argilosa cascalhenta. Solos litólicos álicos textura argilosa cascalhenta e Podzólico Vermelho-Amarelo álico argila de atividade baixa raso argilosa relevo suave ondulado e plano. *Latossolo Vermelho-Escuro distrófico* (LEd2) - Latossolo Vermelho-Escuro distrófico textura argilosa e Latossolo Roxo distrófico argiloso, relevo plano. *Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico* (LVd6)– Latossolo-Amarelo distrófico textura média e Areais Quartzosas distróficas relevo plano. Inclusão de Latossolo Vermelho-amarelo distrófico textura argilosa. *Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico* (PVd21) – Podzólico Vermelho-amarelo distrófico argila de atividade baixa, textura média/argilosa. Solos Concrecionários com B textural distrófico

³ Denominação usada para as rochas clásticas, cujo diâmetro é menor do que os seixos. O tipo de rocha sedimentar que tem textura psamítica é o arenito (GUERRA, 1987).

argila de atividade baixa, textura indiscriminada e solos litólicos distróficos textura argilosa cascalhenta, relevo ondulado. *Solos Litólicos distróficos* (Rd2) – Solos Litólicos distróficos textura média, relevo ondulado e forte ondulado e Solos Concrecionários indiscriminados distróficos, argila de atividade baixa, textura indiscriminada, relevo suave ondulado e ondulado. (Inclusão de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico textura média). (Led3) – Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, argiloso e relevo plano. (Rd4) – Solo Litólico distrófico, textura indiscriminada, relevo montanhoso e forte ondulado e Afloramentos Rochosos, relevo escarpado e montanhoso. (Rd11) – Solos distróficos, textura indiscriminada, relevo escarpado e forte ondulado, Afloramento Rochoso, relevo escarpado e Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico argila de atividade baixa, textura indiscriminada, relevo ondulado e suave ondulado.

A classificação de solo realizada pelo Radambrasil de 1982 já sofreu algumas modificações nas suas terminações. O quadro 2:01⁴ mostra a correspondência entre a Classificação de Solo Radambrasil de 1982 e a Classificação da Embrapa de 1999.

Quadro 2:01 - Correspondência entre a Classificação de Solo do Radambrasil e Embrapa.

CLASSIFICAÇÃO DE SOLO - RADAMBRASIL (1982)	CLASSIFICAÇÃO DE SOLO - EMBRAPA (1999)
Cambissolo Háptico (Ca1) Latossolo Vermelho Escuro Distrófico (Led2) Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Lvd6)	Cambissolo Háptico (Cx) Latossolo Bruno Distrófico (Lbd) Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Pvad)
Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico (Pvd21) Solo Litólico Distrófico (Rd2) Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico (Led3) Cambissolo Distrófico (Rd4) Solo Litólicos Distrófico (Rd11)	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Pvad) Neossolo Litólico Distrófico (Rld) Latossolo Bruno Distrófico (Lbd) Cambissolo Háptico (Cx) Neossolo Litólico Distrófico (Rld)

Org. por Casarin, 2007.

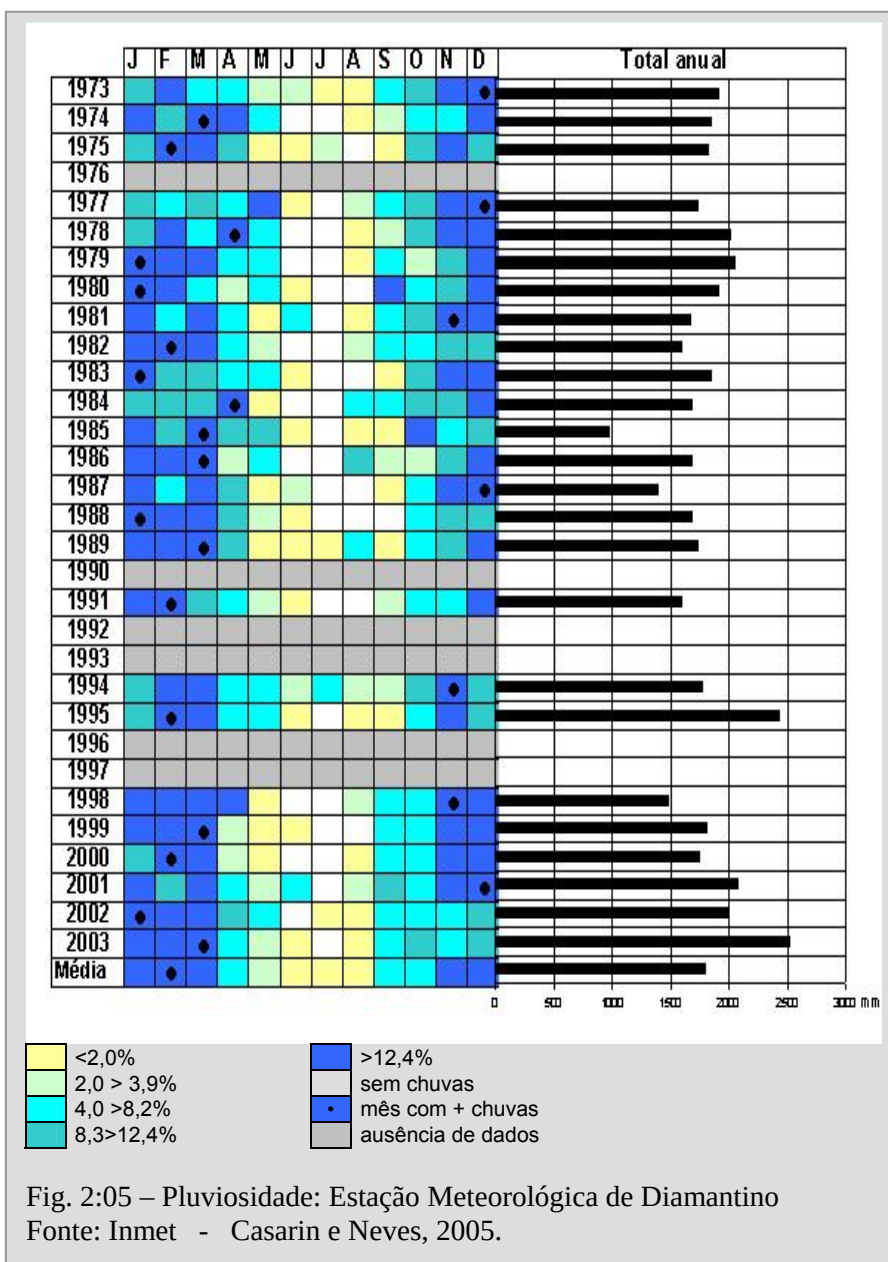
⁴ Correspondência de Classificação do solo, Radambrasil (1982) e Embrapa (1999)
Fonte: Radambrasil (1982); Embrapa (1999) - Org. Babilônia (2004).

Quanto ao clima – a região de do alto Paraguai apresenta clima tipicamente tropical, com verão chuvoso e inverno seco e temperaturas elevadas.

Nesta pesquisa foi analisado o comportamento da pluviosidade, da temperatura e da umidade relativa do ar, local, nas últimas três décadas. Os dados meteorológicos foram adquiridos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia-Inmet, em Cuiabá-MT, da estação de Diamantino, do período de 1973 a 2003.

Os dados foram sistematizados e manipulados no programa Excel, através do modelo de Schröder. Obetndo os seguintes resultados: a média pluviométrica da série, de 1.807 mm/ano; as maiores variações ocorreram em 1985 com a menor pluviosidade, menos de 1.000 mm; em 1987 e 1998 a pluviosidade ficou entre 1.000 e 1.500 mm; nos anos de 1978, 1979, 1995 e 2003 a pluviosidade ultrapassou a 2.000 mm/ano e nos demais ficou entre 1.500 e 2.000mm.

A figura fig.2:05, a seguir, retrata o comportamento do regime pluviométrico da estação meteorológica de Diamantino, durante o período de 1973-2003.



Os dados da pluviosidade configurados no gráfico mostra o regime de chuva local, com os totais pluviométricos anuais, a média da série histórica, e a pluviosidade mensal, que neste caso, está expressa em percentuais do total anual de chuvas. A região possui clima tropical, com duas estações bem definidas: de novembro a março o tempo é chuvoso e de abril a outubro é seco, podendo passar entre 30 a 60 dias sem chuva, durante os meses de junho, julho e agosto, quando a pluviosidade é extremamente baixa.

Outra informação refere-se à concentração de chuvas, as máximas em 24 horas, com a precipitação superior a 100 mm/dia foram registradas dez vezes durante a série histórica de 30 anos, representados pelos retângulos amarelos do quadro 2:02, a seguir. Também, observa-se que a partir da década de 1990 a concentração das máximas, com mais de 100 mm/dia, houve maior frequência.

Quadro 2:02 - Precipitação máxima em 24 horas (1973-2003)

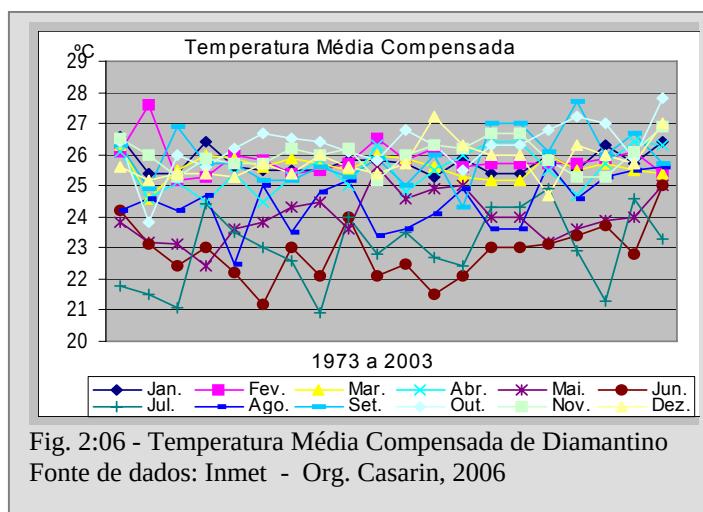
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
1973	65.4	83.2	43.8	50.6	35.2	36.0	1.09	9.1	41.4	74.2	72.8	71.8
1974	42.4	34.8	48.4	65.8	70.4	0.0	0.0	31.9	29.0	35.0	33.8	57.0
1975	45.5	42.4	82.0	49.4	27.8	4.0	22.8	0.0	8.0	65.0	45.8	59.4
1976	27.8	29.0	0.0	25.0	80.2	0.0	0.0	0.0	23.0	123.2	63.0	73.9
1977	41.4	26.4	35.8	28.3	67.2	12.8	0.0	35.2	41.4	56.6	50.	51.0
1978	47.2	58.2	20.4	58.8	71.8	0.0	0.0	13.6	16.8	48.6	43.6	47.0
1979	107.4	53.6	31.0	29.0	59.6	0.0	1.6	6.4	58.4	48.8	44.0	67.6
1980	60.6	40.2	28.6	20.8	36.2	8.4	0.0	0.0	104.0	45.0	64.2	92.4
1981	45.0	32.0	61.4	28.2	10.8	41.2	0.0	3.8	81.7	36.6	64.2	92.4
1982	37.2	64.2	55.2	42.8	44.6	0.0	0.0	24.2	46.8	38.2	38.0	30.8
1983	85.0	40.8	50.0	59.8	39.0	11.0	0.0	0.0	10.0	62.4	56.4	51.0
1984	47.0	57.4	26.0	95.0	9.6	0.0	0.0	62.0	35.2	44.6	21.8	44.0
1985	67.0	22.0	47.4	24.4	3.4	0.0	7.0	1.7	8.0	43.0	12.0	29.0
1986	67.0	22.0	47.4	24.4	3.4	0.0	7.0	1.7	8.0	43.0	12.0	29.0
1987	37.0	34.2	66.2	91.2	10.0	34.6	0.0	0.0	26.2	74.8	19.7	30.7
1988	67.8	50.7	68.4	31.3	22.8	1.6	0.0	0.0	0.0	25.4	60.8	33.0
1989	32.6	32.2	59.6	53.0	6.4	26.2	25.4	38.6	7.0	39.0	40.4	0.0
1990	0.0	86.0	75.6	58.6	37.2	21.2	30.2	7.6	55.6	32.0	36.0	0.0
1991	42.8	155.0	59.0	35.6	53.2	17.0	0.0	0.0	19.6	75.0	24.4	0.0
1992	0.0	69.0	21.0	20.0	0.0	0.0	0.0	3.6	45.6	60.0	95.0	0.0
1993	0.0	64.0	36.6	27.1	24.0	0.4	0.0	0.0	11.0	37.6	58.0	0.0
1994	56.0	55.5	75.6	28.0	46.8	30.0	103.0	41.6	30.2	43.6	78.6	0.0
1995	42.6	85.9	81.5	47.0	105.1	3.6	0.0	30.6	10.0	121.0	65.7	51.0
1996	37.9	23.6	63.0	40.0	4.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1997	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.6	49.6	65.5	68.2
1998	37.4	46.8	67.6	121.0	3.8	0.0	0.0	26.6	26.6	42.5	52.0	75.0
1999	80.1	65.8	66.0	8.4	5.0	14.8	0.0	0.0	22.6	32.2	44.3	61.8
2000	41.3	47.2	41.9	15.0	14.5	0.0	0.0	18.1	62.2	31.7	53.5	85.6
2001	41.5	62.2	54.1	39.6	33.6	46.0	0.0	42.0	77.0	50.0	85.0	72.3
2002	61.0	56.6	77.6	28.0	50.6	0.0	5.0	9.3	63.5	42.2	25.8	45.3
2003	46.6	115.5	95.5	27.0	41.0	1.0	0.0	10.0	34.7	93.6	59.0	106.5

Fonte: Inmet. Precipitação > que 100 mm/dia. - Casarin, 2004.

O ano de 1994 foi atípico, não houve seca prolongada, ocorreu chuva todos os meses sendo que em julho a precipitação com mais de 100 mm em 24 horas. A

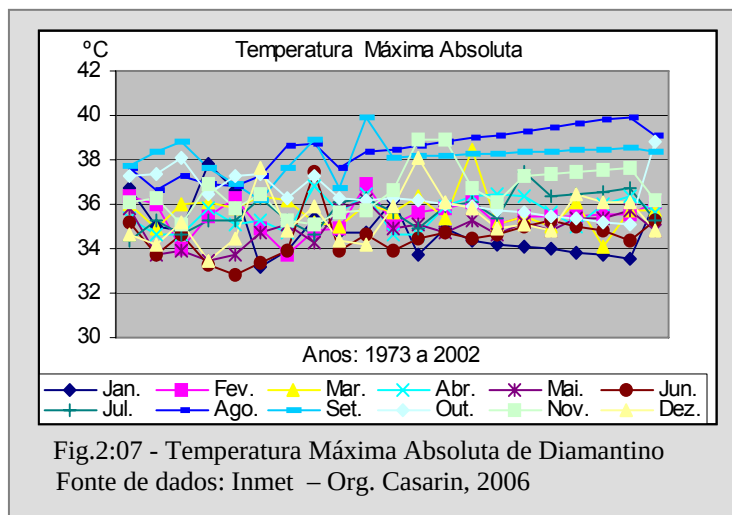
alta concentração de chuva, associada à área de relevo movimentado e muito desmatada pode provocar sérios danos ao meio ambiente, como desmoronamentos, intensificação de processos erosivos, alagamentos das áreas baixas e aumento dos assoreamentos dos cursos fluviais. Fatos estes muito perceptíveis através de formação de erosões, principalmente em áreas de pastagens.

Quanto à temperatura, foram manipulados dados da série histórica de 1973 a 2003, fornecidos pelo Inmet, da estação meteorológica de Diamantino. Ressalta-se a falta de registro de dados, de dias, meses e até de anos, com isso, vários anos não foram considerados. A temperatura média compensada anual no período pesquisado é de 25 °C, conforme mostra a fig.2:06, a seguir.

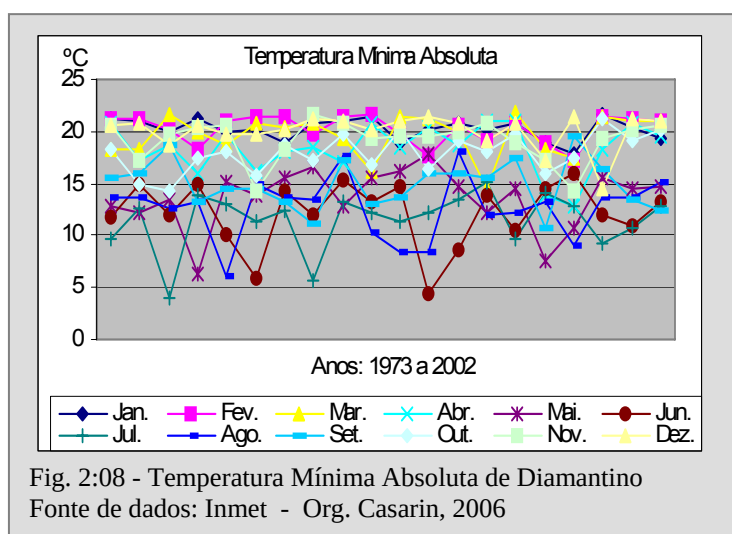


No entanto, é necessário considerar as temperaturas máxima e mínima, para avaliar as condições climáticas favoráveis ou não para qualquer empreendimento, por isso, nesta pesquisa também são mostradas as variações ao longo dos últimos trinta anos.

A temperatura máxima absoluta na região se mantém entre 32 e 38°C durante a maior parte do ano, mas pode ultrapassar 40°C, principalmente nos meses de agosto e setembro, conforme mostra a fig. 2:07.



A temperatura mínima absoluta fica entre 10 e 25°C, mas, freqüentemente, nos meses de junho e julho, ocorrem quedas da temperatura abaixo destes valores, conforme mostra a fig. 2:08, podendo cair para menos de 5°C. São as “friagens”, quedas bruscas, mas, de pouca duração. Como pode ser observada na figura 2:08, raramente foram registradas temperaturas abaixo de dez graus centígrados.



A umidade relativa do ar é outro elemento importante do clima porque determina a sensação de bem ou de mal estar do homem. Em Diamantino, durante o período chuvoso a umidade relativa do ar é alta, mas no período mais seco, de junho a setembro, a umidade do ar, geralmente, é extremamente baixa.

Quanto à vegetação - a cobertura vegetal original são as formações de Savana (Cerrado) e sub-classe de formações estacional pertencendo aos sub-grupos de formações florestadas e sub-formações com floresta de galeria e sem floresta de galeria (IBGE,1992).

De acordo com o Radambrasil (1982), a Formação de Savana (Cerrado) possui fisionomia típica e característica, restrita das áreas areníticas lixiviadas com solos profundos, ocorrendo em clima tropical eminentemente estacional. As plantas são sinuosas, com ramificações irregulares, providas de macrofilos esclerofilos perenes ou semidecíduos, ritidoma esfoliado corticoso rígido ou córtex maciçamente suberoso, com órgãos de reserva subterrâneos ou xilopódios. Apresenta permeio com plantas lenhosas raquílicas e palmeiras anãs, conforme mostrou a foto 2:05.

As espécies mais representativas da Formação de Savana (Cerrado) são lixeira (*Curatella americana*), pequi (*Caryocar brasilienses*), sucupira (*Bowdichia virgilioides*), Ipê-cachorro (*Tabebuia ochracea*) barbatimão (*Stryphnodendron barbadetimam*), pau-terra-folha-larga (*Qualea grandiflora*) pau-terra-folha miúda (*Qualea parviflora*), jacareúba (*Qualea ingens*), u�irana (*Calophyllum brasilienses*), (*Saco-glottis guianensis*), (*Copaifera langsdorffii*) buriti (*Muritia flexuosa*), gariroba (*Oenocarpus bacaba*) tucumã (*Astrocaryum tucumã*) babaçu (*Orbignya oleifera*) e outras.

A sub-classe de formações estacional pertencendo aos sub-grupos de formações florestadas formam-se espécies florestais que não atingem grandes alturas, ficando as emergentes na faixa de 20 m. A submata é rica em musáceas; aparece também grande número de pindaíbas. No estrato arbóreo comumente encontram-se espécies como a peroba (*Aspidosperma macrocarpon*), quaruba (*Vochisia* sp), seringa (*Hevea* sp), ingá (*Calophyllum brasilienses*), jatobá (*Inga marginata*, *Himenaëa*) e as palmeiras buriti (*Mauritia vinifera*) e açai (*Euterpe edulis*).

As Savanas arborizadas, cujas sub-formações são: 1 - floresta com mata de galeria que se mantém sempre verde em decorrência da umidade permanente nas margens dos córregos e rios além do acúmulo de nutrientes. É formada de elementos arbóreos diferentes das espécies que a circundam, constituindo verdadeiros refúgios florestais no meio de uma paisagem completamente aberta; 2 - Floresta sem mata de galeria aparece onde dominam os relevos mais conservados. Em geral, cobre áreas de topografia uniforme sem rede de drenagem ou os solos são concrecionários. (RADAMBRASIL, 1982)⁵.

Nesta área, ainda se encontra uma boa quantidade da vegetação original, com exceção à sub-bacia do Amolar e às áreas altas das cabeceiras do rio Paraguai. Contudo, há áreas muito degradadas, principalmente, as de exploração de minerais.

2.4. ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS REGIONAIS

O Estado de Mato Grosso nas quatro últimas décadas do século XX recebeu uma das maiores, senão a maior contingência populacional, vinda de outros

⁵ Folha SD.21 – Cuiabá, Mapa de Vegetação, 1:1.000.000

estados brasileiros que ocasionou uma ampla exploração dos recursos naturais, principalmente, o desmatamento de grandes áreas de florestas e de cerrados e a implantação da agricultura, quer seja lavouras ou pastagens (IBGE, 1989). Aliada a este fator, os alicerces históricos da fundação do Estado estão vinculados à exploração mineral de ouro e diamante, atividades que geram sérias avarias ao meio ambiente.

A exploração mineral que vem desde os primórdios da colonização, causa processos de degradação ambiental muito extensivo, inicialmente com as escavações e os conseqüentes acúmulos de terras revolvidas, que por força da gravidade e das águas da chuva são carregadas para os leitos dos rios, assoreando-os. Em seguida, a degradação ambiental se intensifica com o uso de mercúrio, metal pesado, usado pelo mineradores para a amalgamação do ouro, onde os rejeitos são lançados nos próprios locais de mineração. Com isso, o mercúrio concentra-se na água e no cascalho lavado, sendo carreo posteriormente para os cursos d'água, poluíndo-os.

A demanda por mais espaços para vários tipos de ocupação humana ampliara a extensão, a intensidade e a escala da exploração econômica, tendo como conseqüência, no primeiro momento o aumento dos desmatamentos e das queimadas, seguido de influências indiretas da poluição do ar, da água e do solo pelo uso de agrotóxicos nas lavouras e pastagens, contribuindo com distúrbios ecológicos (POLTRONIERI, 1999).

A área de estudo que está inserida neste contexto onde a produção agrícola, segundo o Anuário Estatístico da Secretaria de Planejamento de Mato Grosso - Seplan (2003), o município de Diamantino registrou a produção de 91.728 toneladas (t) de algodão; 11.109 t. de arroz; 248.000 t de açúcar; 45.621 t. de milho; 44 t. de látex

(seringa); 657.436 t. de soja; 83.363 cabeças de bovinos, 109.584 de suínos e produção mineral de ouro e diamante.

A economia de Alto Paraguai é pouco expressiva, predomina a criação de gado e o garimpo de ouro e diamante, de extração manual.

As atividades econômicas desenvolvidas na região mudaram a paisagem geográfica, não apenas pelo desmatamento e pela inserção da agricultura, mas, principalmente, pela atividade mineradora que além de desmatar produz fortes cicatrizes com as escavações de extensas áreas.

A figura 2:09, a seguir, mostra o “garimpo do Diamantino”, na imagem é possível ver a abrangência da degradação ambiental, principalmente porque está localizado na margem do rio.



O garimpo provoca a degradação do meio ambiente degenerando a área com as escavações, poluindo com os insumos, como peças descartáveis de maquinários que são abandonados, óleos e graxas, e, principalmente pelo mercúrio.

Resíduos destes insumos e sedimentos são carreados pelas águas da chuva para o leito do rio contaminando grandes lençóis d'água.

A atividade garimpeira aurodiamantífera é intensa no município de Diamantino, concentrada, sobretudo 'ao longo do córrego Diamantino, rio Claro e nas imediações...' No município de Alto Paraguai a garimpagem representa a base da atividade econômica local ocorrendo diamantes nos terraços e aluviões do rio Paraguai e de seus afluentes, cuja lavra também envolve dragagem. Nesse município existem garimpos nos córregos Paraguaizinho e Melgueira. (TAKANOHASHI, 1974, IN RADAMBRASIL, 1982⁶).

O autor refere-se à ocorrência da garimpagem de ouro e diamante em vários rios. Estes são cursos d'água de montante da bacia hidrográfica do Alto Rio Paraguai, conseqüentemente, a degradação ambiental, seja pelo carreamento de sedimentos ou pelo mercúrio que se acumula no sedimento de fundo, poluem as águas que escoam para o baixo curso do Paraguai, atingindo o Pantanal.

De acordo com Sanches (1980), no Brasil, principalmente nas áreas de expansão da fronteira agrícola, como nos cerrados e na floresta da Amazônica, a ocupação tem sido muito desordenada. As desordens na ocupação rural traduzem-se, numa primeira fase, através de modalidades de uso do solo inadequado dos ecossistemas e, numa segunda fase, na degradação das qualidades ecológicas dos agrossistemas. Para a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária - Embrapa (2002), a remoção da vegetação nativa nos planaltos para implantação de lavouras e de pastagens sem considerar a aptidão das terras e a adoção de práticas de manejo e conservação do solo, além da destruição de habitats acelerou os processos erosivos nas bordas do Pantanal.

Os problemas mais graves que afetam a qualidade da água dos rios e lagoas, em ordem variável de importância, segundo as diferentes

⁶ TAKANOHASHI, J. T. Ocorrências minerais da Folha Cuiabá (SD21); relatório de viagem. Goiânia, DNPM, 1974. 12p.

situações, de esgotos domésticos tratados de forma inadequada, controles e inadequados dos efluentes industriais, desmatamento, agricultura migratória sem controle e práticas agrícolas deficientes. Tudo isso dá margem a lixiviação de nutrientes e pesticidas. Os ecossistemas aquáticos são perturbados e as fontes vivas de água doce estão ameaçadas (PNUMA,1995).

O “Diagnóstico Analítico do Pantanal e da Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai”, coordenado pela Agência Nacional da Água-ANA e pela Organização dos Estados Americanos-OEA mostra que a poluição das águas, a degradação dos solos e a perda de biodiversidade na bacia hidrográfica do rio Paraguai, entre outras causas, são provocados principalmente pelos agroquímicos, manejos agropecuários inadequados, resíduos industriais, mineração e obras de infra-estrutura mal planejadas.

2.4.1 Aspectos Histórico-Econômicos do Alto Rio Paraguai

A área de estudo pertence aos municípios de Alto Paraguai e Diamantino, mas, primitivamente a região era ocupada pelos índios Parecis, Nhambiquaras, Beíço-de-Paus, Iranxes e outros. A colonização começou em 1728 com a chegada dos primeiros homens brancos que descobriram minerais preciosos, como ouro e diamantes, neste local, onde foi fundado o primeiro arraial, ou seja, o primeiro núcleo de povoamento que mais tarde viria a ser o município de Diamantino.

A evolução política e econômica do arraial foi lenta. Segundo Ferreira (2001), Durante o século XVIII, a mineração de ouro e diamante foi a principal atividade econômica, porém foi efêmera. Com o esgotamento das minas auríferas e diamantíferas a economia local entrou em declínio, contudo, a mineração nunca cessou.

A fase diamantífera foi conturbada, a exploração esteve proibida durante vários anos porque os diamantes pertenciam à Coroa Real Portuguesa, e as

lavras não podiam ser exploradas livremente pelos faiscadores e a produção aurífera foi efêmera, comprometendo um desenvolvimento econômico e duradouro do município.

Com a decadência da mineração, os exploradores buscaram outras fontes de riquezas no sertão, e a partir da segunda metade do século XIX entrou na pauta econômica de Mato Grosso, a poaia (*Cephaelis ipecacuanha*), planta da família das rubiáceas e a borracha extraída da seringueira (*Hevea brasiliensis*), planta da família das euforbiáceas, que passou ser explorada, principalmente na bacia do rio Paraguai. A borracha pouco representou na economia do Estado, porque a maior parte da borracha extraída em Diamantino, município que está localizado na área de divisor das bacias hidrográficas, amazônica e paraguaia, era vendida em Belém-PA como se fosse produção daquele Estado. Por ser a borracha produto de exportação, a maior parte do látex explorado na região de Diamantino fora vendido para exportadores em Belém (BORGES, 2001).

A população de Diamantino podia se comunicar com Belém através dos rios Preto, Arinos, Juruena, Tapajós e Amazonas e com Cuiabá por via terrestre e fluvial, e daí com os estados do sudeste e sul do Brasil. Esses caminhos marcaram o cotidiano da população de Diamantino, porque por ali passaram duas importantes expedições históricas, a Expedição Científica do Barão de Langsdorf, em 1828, e a Expedição Científica de Theodoro Roosevelt e Marechal Cândido Rondon, no primeiro quartel do século XX, porém, para a economia local não houve nenhum benefício.

A economia da região se manteve estagnada até meados da década de 1970, quando os governos federal e estadual criaram incentivos para colonizar a região central do Brasil. O Plano de Integração Nacional, de 1971, que orientou a

delimitação do espaço geopolítico denominado "Amazônia Legal", criando condições para que Mato Grosso entrasse para o cenário econômico nacional. Os conjuntos burocráticos, tais como o banco da Amazônia-Basa, os fundos de investimentos para a Amazônia-Fidam e a Superintendência para o Desenvolvimento da Amazônia-Sudam proporcionaram, segundo Duarte (1989), a criação dos pólos agropecuários e Agrominerais da Amazônia-Polamazônia, abrangendo o norte do Estado; o Programa Integrado de Desenvolvimento Rural do Noroeste do Brasil-Polonoroeste, no sudoeste; e o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados-Polocentro, nas regiões central e sudeste mato-grossenses, em áreas de cerrado, polarizando a região de Diamantino à nova estrutura econômica, que atualmente se destaca pela alta produtividade de grãos, fibras de algodão e pecuária bovina e suína.

2.4.2 A Criação dos Municípios de Diamantino e Alto Paraguai

A fundação de Diamantino se deu em 1728, quando Gabriel Antunes Maciel, vindo de Cuiabá, encontrou ouro nas margens do córrego, ao qual denominou de Córrego do Ouro, criando o primeiro núcleo, o Arraial do Ouro. Em 1751 foi criado o Destacamento do Paraguai Diamantino, com a finalidade de guardar as lavras diamantíferas que eram de exclusividade da Coroa Portuguesa.

Através da Resolução Régia de 9 de agosto de 1811 foi criada a Paróquia de Nossa Senhora da Conceição do Alto Paraguai Diamantino, e elevada à categoria de município em 23 de novembro de 1820, sob a denominação de Nossa Senhora do Alto Paraguai Diamantino, mais tarde o nome foi simplificado para Diamantino.

O município de Alto Paraguai teve sua origem numa segunda fase da exploração de ouro e diamante na região. Localizada ao sul de Diamantino formou-se uma corruptela garimpeira, do *Gatinho*, na Fazenda Velha, que em 17 de novembro de 1948, sob a Lei 193 foi elevada à categoria de Distrito de Paz de Alto Paraguai sendo criado o município de Alto Paraguai sob a Lei nº 709 de 16 de dezembro de 1953.

O município de Alto Paraguai foi desmembrado do município de Diamantino, por isso suas histórias se fundem sob a ótica econômica da mineração de ouro e diamante. Atualmente, a economia do município de Diamantino se sobressai ao de Alto Paraguai, com a produção em grande escala de soja, pecuária bovina e como o maior criador de suíno do Estado.

A colonização dessa região teve início em 1728, com a mineração de ouro e diamante quando foi fundado o primeiro núcleo de povoamento, a atual cidade de Diamantino. Até a década de 1960 a sua base econômica era a mineração, a lavoura de subsistência e a pecuária elementar.

A partir da década de sessenta, os cerrados da região⁷ centro-norte mato-grossense, principalmente, do Planalto dos Parecis deram lugar, inicialmente às lavouras de arroz e pastagem, e alguns anos mais tarde evoluíram para a produção mecanizada de pastagens, lavouras de soja, algodão e de mineração transformando de forma significativa o cenário ambiental.

Com a pecuária diversificada, entre aves e criação de animais bovinos e suínos, o município de Diamantino sedia uma unidade da Carrol's do Brasil, a maior suinocultura do Estado, com mais de 10 mil matrizes alojadas.

⁷ O conceito de região está ligado à noção fundamental de *diferenciação de área*, quer dizer, à aceitação da idéia de que a superfície da Terra é constituída por áreas diferentes entre si (Corrêa, 1986). A região se existe, é um espaço vivido. Vista, apreendida, sentida, anulada ou rejeitada, modelada pelos homens e projetando neles imagens que os modelam (Frémont, 1980).

As atividades que produzem desmatamentos desordenados, pecuária concentrada e exploração mineral causam sérios danos ao meio ambiente. E, a falta de informações sobre o comportamento ambiental derivado das atividades econômicas incitou a investigação sobre a degradação ambiental na região.

Um dos méritos desta pesquisa diz respeito à avaliação ambiental de uma área de dispersão de fluxos, ou seja, das nascentes de importantes cursos d'água como as do rio Paraguai. As atividades antrópicas em área da montante das bacias hidrográficas podem causar prejuízos ambientais muito distantes da sua origem. É a relação de causa/efeito que, neste caso, as águas e os sedimentos produzidos e contaminados na área de montante da bacia hidrográfica do Alto Rio Paraguai podem atingir o Pantanal Mato-grossense, uma região que deveria ser preservada das degradações.

Os resultados desta pesquisa vão ampliar as informações do banco de dados da bacia do Alto Rio Paraguai, podendo ainda subsidiar informações para a gestão municipal e estadual, criação de comitês da Bacia e outros.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA CONCEITUAL

Tratar de temas sobre o meio ambiente é complexo porque inclui um conjunto de fatores físico-naturais, estéticos, culturais, sociais e econômicos que interacionam com o indivíduo e com a comunidade em que vive. O conceito de meio ambiente abarca também o fator tempo, isto é, o uso e a ocupação do espaço, a herança cultural e histórica (VICENTE CONESA FDEZ, 1996).

Do meio ambiente provém todos os recursos, matérias-primas e energia, que o homem necessita para o seu desenvolvimento. Estas ações afetam de forma patente os ecossistemas, transformando-os, degradando-os ou extinguindo-os.

A qualidade do meio ambiente é o reflexo da ação do homem sobre o espaço e seus componentes em um dado momento. Os diferentes níveis de qualidade encontrados são variáveis no tempo e no espaço, são dependentes das demandas e usos dos recursos naturais por sociedades, marcadas econômica e culturalmente de formas variadas (BOTELHO E SILVA, 2004).

Para Tundisi (2003), as diferentes atividades humanas e os múltiplos usos produzem sérias ameaças sobre a disponibilidade da água provocando riscos ambientais graves através da eutrofização dos ecossistemas aquáticos continentais, das águas costeiras marinhas e das águas subterrâneas. O quadro 3:01, a seguir, mostra de forma resumida, como as atividades humanas podem causar impactos ao meio ambiente, quando não há uma gestão voltada para a preservação.

Quadro 3:01 - Atividades humanas e impactos nos ecossistemas aquáticos.

Atividade Humana	Impacto nos ecossistemas aquáticos
Construção de represas	Altera o fluxo dos rios e o transporte de nutrientes e sedimentos e interfere na migração e reprodução da fauna aquática.
Construção de diques e canais	Destrói a conexão do rio com as áreas inundáveis.
Alteração do canal natural dos rios	Danifica ecologicamente os rios. Modifica os fluxos dos rios. Afeta a fertilidade natural das várzeas e controles das enchentes.

Drenagem de áreas alagadas	Elimina um componente-chave dos ecossistemas aquáticos. Perda de funções naturais de filtragem e reciclagem de nutrientes e de habitats.
Desmatamento e uso do solo	Altera padrões de drenagem, inibe a recarga natural dos aquíferos, aumenta a sedimentação.
Poluição não controlada	Diminui a qualidade da água. Altera o suprimento de água e de peixes. Aumenta os custos de transporte. Diminui a biodiversidade. Afeta a saúde humana.
Remoção excessiva da biomassa	Diminui os recursos vivos e a biodiversidade. Altera os ciclos naturais dos organismos.
Introdução de espécies exóticas	Elimina as espécies nativas. Altera ciclos de nutrientes e ciclos biológicos. Perda da biodiversidade natural e estoques genéticos.
Poluentes do ar (chuva ácida) e metais pesados	Altera a composição química dos rios e lagos. Afeta a biota aquática. Afeta a saúde humana e a agricultura.
Mudanças globais	Afeta drasticamente o volume dos recursos hídricos. Altera padrões de precipitação e evaporação. Afeta o suprimento de água, transporte produção de energia elétrica, produção agrícola e pesca e aumenta enchentes e fluxos de água nos rios.
Crescimento da população e padrões gerais de consumo humano	Aumenta a pressão para a construção de hidroelétricas e aumenta a poluição da água e a acidificação de lagos e rios. Altera ciclos hidrológicos.

Fonte: Tundisi (2003).

Com o aumento da população no mundo e o alto consumo, por algumas populações, a partir da década de 1960 a temática sobre as questões ambientais passou a ser priorizada por organismos internacionais que visam o bem-estar das sociedades atuais e das futuras gerações.

Em 1968, o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas sugeriu a realização de conferências mundiais para tratar dos problemas ambientais. A partir de então sucederam várias reuniões, culminando na Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano em 1972, na cidade de Estocolmo, na Suécia. Sendo o primeiro grande evento a analisar e avaliar a temática ambiental do ponto de vista “ambientalmente correto”. Esta conferência consolidou as bases da moderna política ambiental adotada por todos os países, com maior ou menor rigor, nas suas legislações particulares.

A partir desta Conferência, as questões ambientais sobre o ambiente

humano, passou-se a considerar a água como um recurso natural indispensável à vida, ao bem-estar social e ao desenvolvimento econômico. Segundo Lanna (2004) “os recursos hídricos são bens de relevante valor para a promoção do bem-estar de uma sociedade. A água é bem de consumo final ou intermediário na quase totalidade das atividades humanas”.

A água é um bem inesgotável em quantidade, porque se renova constantemente por meio do ciclo hidrológico, mas nas últimas décadas estão manifestando fortes sinais de degeneração devido à poluição, ao esgotamento de lençóis d'água e à degradação dos rios e das fontes. Somente a partir de 1980 que o Relatório da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, de Brundtland, passou a despertar a sociedade para a necessidade de conservação das águas.

Entre os recursos naturais que estão sob alta pressão de degradação, têm-se as águas doces. O consumo de água cresceu de forma intensa e em dimensão planetária. Pesquisas realizadas por instituições oficiais sobre os recursos hídricos indicam que em algumas áreas, uma crise de água em médio prazo só poderia ser atenuada mediante a adoção de programas de gerenciamento integrado das águas.

A partir da Conferência das Nações Unidas sobre a Águas, no Mar del Plata - Argentina, em março de 1977, que originou o Plano de Ação de Mar del Plata, considerado o mais completo documento referencial sobre recursos hídricos, até a elaboração do capítulo específico sobre a água da Agenda 21.

A segunda grande Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente organizada pela ONU foi realizada em Dublin, Irlanda, em janeiro de 1992, poucos meses antes da Conferência do Rio, em junho de 92. A Declaração de Dublin foi inovadora, sobre o enfoque da avaliação, aproveitamento e gestão dos recursos hídricos.

O primeiro Princípio da Declaração de Dublin afirma que: “a água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para garantir a vida, o desenvolvimento e o meio ambiente” (CAPRILES, 2005).

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente-PNUMA (1995) recomenda que se deva promover abordagens dinâmicas, interativas e multissetoriais do manejo dos recursos hídricos, incluindo a intensificação e proteção de fontes potenciais de abastecimento de água doce que abarquem considerações tecnológicas, socioeconômicas, ambientais e sanitárias.

No Brasil, desde 1937 quando foi aprovada a regulamentação sobre o uso das águas através do Código da Água, que passou a dispor sobre a classificação dos corpos de água, porém, o principal objetivo era o aproveitamento do potencial fluvial para a geração de energia.

A Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965 criou o Código Florestal, reestruturado, mais tarde, sob a Lei nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, em que o Art.2º trata “Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d’água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:

1) - de 30 (trinta) metros para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;

2) – de 50 (cinquenta) metros para os cursos d’água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

3) – de 100 (cem) metros para os cursos d’água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

4) - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

5) - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

b) - ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

c) - nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados 'olhos d'água, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura; ...”(www.planalto.gov.br)

Em 1986, o Ministério do Meio Ambiente através do Conselho Nacional do Meio Ambiente-Conama, considerando os termos da Convenção de Estocolmo/1972, edita a Resolução 020/86 que no seu Art. 1º. “dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento de corpos d'água superficiais, que estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes”(BRASIL, 1986). Esta Resolução foi alterada para a Resolução de nº. 357 de 17 de março de 2005⁸, que reformula suas normas e diretrizes (BRASIL, 2005).

A Resolução de nº. 357/2005, do Conama estabelece a classificação dos corpos d'água em: águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. São classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes.

As águas doces são classificadas em:

I - *Classe Especial* – destinadas:

a) ao abastecimento para o consumo humano, com desinfecção;

b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;

⁸ O Anexo 01 trata da Resolução 357 de 17 de março de 2005, na íntegra.

c) e, à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - *Classe 1*- águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para o consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas;

b) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama 274/2000;

c) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rente ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de películas; e

d) à proteção das comunidades aquáticas de Terras Indígenas.

III - *Classe 2* – águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para o consumo humano após tratamento convencional;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama 274/2000;

d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; à aquicultura e à atividade de pesca; e,

e) à dessedentação de animais.

IV - *Classe 3* – são águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para o consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;

b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora;

c) à recreação de contato secundário; e,

d) à dessedentação de animais.

V - Classe 4 – águas destinadas:

a) à navegação e,

b) à harmonia paisagística.

3.1 QUALIDADE DA ÁGUA

A exemplo de alguns minerais como o ouro e a prata, a água também deve estar totalmente isenta de impurezas. O termo “qualidade da água”, normalmente não se refere a um estado de pureza química, mas às características como a água é encontrada na natureza, diz respeito a todos os usos possíveis da água. Já o termo “potabilidade da água” refere-se a sua utilização para fins de ingestão humana (SANTOS, SCHIAVETTI, DEBERDT (2003)).

A composição química e as características físicas da água, de forma geral, se devem à presença de compostos oriundos de diferentes fontes, como a erosão dos solos e rochas, reações de dissolução e precipitação que ocorre no sub-solo da terra, assim como, os efeitos resultantes das atividades antrópicas.

A qualidade da água é avaliada através de análises que identifiquem presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão, podendo ser impurezas indesejáveis ou elementos essenciais, tanto para o consumo humano quanto para manter a vida aquática animal.

Para o Centro Tecnológico de Saneamento Básico de São Paulo-Cetesb parar avaliar a qualidade da água é necessário obter informações que estejam integradas entre os fatores bióticos e abióticos que regem o funcionamento do ecossistema. Informações preliminares de padrões de corpos d'água podem ser obtidas através da análise de nove parâmetros, quais sejam: Oxigênio dissolvido (OD); Demanda bioquímica de oxigênio (DQO); Coliformes fecais; Temperatura da água; PH da água; Nitrogênio total; Fósforo total; Sólidos totais e Turbidez, que indicam o *Índice da Qualidade das Águas – IQA* (www.cetesb.sp.gov.br/).

No quadro 3:02, a seguir, são mostradas algumas variáveis físico-químicas e biológicas da água e uma breve descrição:

Quadro 3:02 - Variáveis físico-químicas e biológicas da água

Oxigênio Dissolvido(O ₂)	- o oxigênio dissolvido (MH/L) na água é um dos mais importantes gases na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos. As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e fotossíntese, e, as perdas são o consumo pela decomposição de matéria orgânica (oxidação), perdas para a atmosfera, respiração dos organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos como, o ferro e o manganês.
DQO	- o DQO (mg/L) mede a demanda química de oxigênio (DQO) e estima o teor de material orgânico presente em águas.
DBO ₅	- o DBO ₅ dias a 20°C (mg/L), medida de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), é empregado para avaliar a concentração de material orgânico que requer oxigênio para a sua degradação.
Temperatura	- a temperatura da água (°C) é determinada por fatores potencialmente ambientais, variando continuamente. Influencia no retardamento ou na aceleração da atividade biológica, a absorção de oxigênio, precipitação de compostos, desinfecção com cloro e outros. A medição de temperatura da água foi feita <i>in locus</i> , quando foram obtidas as amostragens.
pH	- o pH mede a concentração de íons hidrogênio+ (escala anti-logaritmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa do pH é de 0 a 14 – pH < 7: condições ácidas; pH = 7: neutralidade e pH >: condições básicas.
Amônia (como NH ₃)	- a amônia como NH ₃ (mg/L) é o parâmetro que avalia a matéria orgânica de rápida degradação biológica na água. É um indicador de contaminação biológica recente por resíduos

	agrícolas, industriais e domésticos, e interfere na cloração pela formação de cloraminas.
Coliformes Totais	- os coliformes totais (NMP/100 ML) referem-se aos coliformes totais que se constituem em um grande grupo de bactérias e são utilizadas como indicadores da qualidade da água, originários de solos poluídos e não poluídos e fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente.
Coliformes Fecais	- os coliformes fecais (NMP/100) ou coliformes termotolerantes são bactérias do grupo coliformes que apresentam as características do grupo, porém à temperatura de incubação de 44,5°C, mais ou menos 0,2 por vinte quatro horas.
Sólidos Totais	- os sólidos totais (mg/L) nas águas naturais são constituídos principalmente por carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, fosfatos e possivelmente nitrato de cálcio, magnésio e outras substâncias. Altas concentrações de sólidos totais dissolvidos são objetáveis pelos efeitos fisiológicos possíveis, sabor mineral, e consequências econômicas.
Sólidos Totais Fixos	- os sólidos totais fixos (mg/L) na água geralmente são produzidas por minerais, esta medida avalia o volume de matéria inorgânica.
Sólidos Totais Voláteis	- os sólidos totais voláteis (mg/L) embora a grande maioria é constituída de matéria orgânica (biodegradável e não-biodegradável), quando estes elementos estão presentes em água se volatilizam por calcinação.
Sólidos Sedimentáveis	- os sólidos sedimentáveis (m1 x 1 x h) esta medida avalia o volume de sólidos que se sedimentam depois de determinado tempo de repouso do líquido.
Cor Aparente	- a cor aparente (mg - Pt/L) da água se apresenta mais em função de estética, que também está associado à turbidez. A cor natural da água provém de colóides de ferro e manganês, mas pode estar associada à degradação do ambiente, de matérias húmicas, taninos, algas, plantas aquáticas, protozoários, etc, contidos na água.
Dureza	- a dureza (mg/L) é o parâmetro que define o teor de cálcio na água, refletindo principalmente o teor de íons de cálcio e magnésio que estão combinados a carbonatos ou bicarbonatos, podendo também ser combinados com sulfetos e cloretos.
Turbidez	- a turbidez (NTU) é o parâmetro que avalia o grau de transparência da água. A turbidez natural é provocada por algas, plâncton, detritos orgânicos, compostos insolúveis de ferro manganês e areia em suspensão.
Cloreto	- o cloreto (mg/L) se apresenta como cloreto de sódio, elemento presente na dieta alimentar humana. Este parâmetro avalia a existência do cloreto na sua forma mais comum, na água.
Ferro	- o ferro (mg/L) é essencial ao homem, em pequenas quantidades; a alta concentração provoca problemas estéticos, confere gosto desagradável, turbidez e cor à água.
	- os óleos e graxas (mg/L) são elementos que conferem odor e

Óleos e Graxas	sabor tornando a água objetável, deterioram a qualidade estética e, representam um risco potencial para a saúde.
Alcalinidade Total	- a alcalinidade total (mg/L) é o parâmetro que avalia a capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar ácidos, principalmente bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos.
Condutividade Elétrica	- a condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) de uma solução refere-se à capacidade desta de conduzir a corrente elétrica através dos íons. Quanto maior for a concentração iônica, maior será a condutividade elétrica. Em águas muito puras ocorre o inverso: maior será a resistência e menor a condutividade.
Pesticidas	- os pesticidas agrupam um grande número de compostos orgânicos usados com vários propósitos na agricultura. Entre os mais comuns estão os hidrocarbonetos clorados, carbamatos, organofosforados e os clorofenóis. Na água, afetam o ecossistema e alguns produtos de degradação formam compostos tóxicos ou causam problemas de gostos e odor.

Fonte: Resolução Nº 357/2005 - Conama
Casarin, R. 2006.

É importante salientar que os aspectos climatológicos, principalmente as precipitações e os ventos influenciam diretamente na qualidade de um corpo d'água. Os fatores meteorológicos de sazonalidade das vazões e lançamentos poluidores alteram a qualidade das águas ao longo do ano. Num período de maior precipitação pode ocorrer um aumento na turbidez em função do grande aporte de material que é carregado pelas chuvas para o corpo d'água em questão. O vento por sua vez pode provocar uma mistura na água, ocasionando uma ressuspensão de nutrientes das partes mais profundas, provocando sensíveis alterações no seu metabolismo.

O elevado crescimento populacional mundial, a concentração urbana, o aumento de consumo de água na agricultura e indústria e os desmatamentos descontrolados são os fatores determinantes para a degradação da água doce. Segundo Corson (2002), no mundo, a irrigação responde por cerca de 73% do consumo de água; 21% é consumido pela indústria e apenas 6% é destinado ao consumo doméstico. Nos processos de usos, as águas se tornam poluídas quando as atividades humanas as

tornam inadequadas para um uso específico; a natureza e a extensão da poluição podem ser definidas pelo uso intencionado das águas.

3.2 BACIA HIDROGRÁFICA

A Política Nacional de Recursos Hídricos, da Lei Federal nº 9 433, de 18 de janeiro de 1997, e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos elegeram a bacia hidrográfica como a unidade territorial para desenvolver projetos de gerenciamento de recursos hídricos e de comitês de bacia hidrográfica. Foram criados normas e regulamentos de ordenação do território, como Planos Diretores Municipais, instituições de programas com fins conservacionistas e o Projeto Nacional de Microbacias Hidrográficas.

A Agência Nacional de Águas-ANA, criada sob a Lei 9.984, de 07/07/2000, que tem como missão regular o uso da água dos rios e lagos de domínio da União, assegurando quantidade e qualidade para usos múltiplos e implementar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, vem implementando importantes projetos hidrológicos, tais como:

- O projeto Hidrologia na Bacia Amazônica-HiBAm exercido pela ANA (Brasil) e pelo Institut de Recherche pour le Développement-IRD (França) de caráter científico, internacional envolvendo o Brasil, Equador, Bolívia e França para estudar a hidrologia e a geoquímica da Bacia Amazônica.
- O Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas-PRODES.
- Programa Nacional de Acreditação de Laboratórios em Análises da Qualidade da Água-PROLAB.

- A Bacia Hidrográfica do São Francisco Verdadeiro-SF Verdadeiro, localizada no sudoeste do Estado do Paraná, foi eleita pela Unesco como Bacia demonstrativa - Hidrologia, Ambiente, Vivência e Política-HELP.

Entre os projetos de maior relevância está o convênio de integração celebrado entre a ANA e os estados do Rio de Janeiro, de Minas Gerais e de São Paulo que se constitui no Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Porém, o Sistema de Gestão Integrada da Bacia do Rio Paraíba do Sul, representa a primeira experiência brasileira de gestão de recursos hídricos, teve início em 1978, com a criação do Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Somente em 1996, o Presidente da República institui o atual Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul-CEIVAP, este representa um marco institucional que permitiu organizar ações e intervenções públicas. Tem a prerrogativa legal de implantar o princípio poluidor-pagador, segundo o qual quem mais polui, mais contribui financeiramente para a despoluição.

A ANA através da parceria com o Fundo para o Meio Ambiente Mundial-GEF, desenvolve importantes projetos no rio São Francisco, como: as ações para recuperação de matas ciliares da Bacia do São Francisco na área piloto do Município de Luz, em Minas Gerais; a formação do Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco-CBHSF; a organização do gerenciamento dos recursos hídricos nas Sub-Bacias do rio Salitre e do rio das Fêmeas-BA; o diagnóstico e a proposta pela Superintendência de Informações Hidrológicas de complementação da Rede Hidrometeorológica da Bacia do São Francisco; a instalação do Sistema de Informações

sobre a Bacia do São Francisco-RISF baseado em Metadados, na Superintendência de Informações Hidrológicas/ANA, entre outros.

No sudoeste brasileiro, a ANA, o GEF, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente-PNUMA e a Organização dos Estados Americanos-OEA vêm desenvolvendo projetos de diretrizes para elaboração e implementação de programas estratégicos de ações para o gerenciamento integrado da bacia do Pantanal/Alto Paraguai-PAE, e o Plano de Proteção das Altas Cabeceiras do rio Paraguai, no entanto, até o presente momento, desenvolveram um projeto minúsculo, de 11.835 hectares, nestas nascentes.

Estudos realizados recentemente pelo “Plano de Proteção das Altas Cabeceiras do Rio Paraguai” (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003) demonstram que a utilização contínua dessas terras, sem o devido cuidado de preservação dos mananciais de água vem, de modo geral, comprometendo a qualidade ambiental da Bacia do Alto Rio Paraguai e conseqüentemente da qualidade das águas.

Profissionais da Geografia Física, desde o fim dos anos sessenta adotaram nos seus estudos e projetos de pesquisas a bacia hidrográfica como unidade espacial de análise ambiental porque se constitui num panorama autodefinido, complexo e interativo. Seguida posteriormente pelas Ciências Ambientais que também a reconheceram como a célula básica que possibilita avaliar seus diversos componentes e processos que nela ocorrem (BOTELHO E SILVA, 2004).

Odum (1988), Barbosa e Espíndola (2003), Tundisi (2003), Christofolletti (2002), Conte e Leopoldo (2001), PNUMA (1995), Cunha e Guerra (1996) e outros, consideram que os estudos ambientais de bacias hidrográficas permitem uma visão holística do comportamento das condições naturais e das atividades

humanas nelas desenvolvidas. Quando ocorrem mudanças significativas em qualquer uma das unidades da bacia, geram alterações, efeitos e/ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída.

De acordo com Brigante e Espíndola (2003), os cursos de água são os agentes que conduzem as entradas e saídas de energia. Eles respondem tanto às influências de fatores naturais como às alterações antrópicas sobre os demais recursos naturais integrantes de uma bacia hidrográfica.

A bacia hidrográfica é relevante porque a bacia é uma unidade, cujo sistema é aberto e integrador e a água um indicador ambiental que reflete o seu uso e ocupação (RESENDE; SANT'ANNA NETO; SPINOSA,1999). Contudo, os termos sub-bacia e micro-bacia são tratados pelos pesquisadores com pouca definição. A menção à *sub-bacia e micro-bacia*, independe de suas dimensões, pressupõe não só necessariamente sua inserção em outra bacia de maior tamanho como parte da unidade maior, a bacia hidrográfica (BOTELHO, SILVA, 2004).

Por isso, para averiguar a qualidade da água de um determinado curso fluvial, de maneira menos dispendiosa, é necessário observar as atividades antrópicas desenvolvidas na bacia e fazer análises, principalmente das que estejam relacionadas com tais atividades na bacia.

Para Odum (1988),

As causas e as soluções da poluição da água não serão encontradas olhando-se apenas para dentro da águas. (...) Os componentes biológicos de um rio ou de um prado embora pareçam auto-suficientes, estes são na verdade, sistemas muito abertos que formam parte de sistemas maiores de bacias hidrográficas. O seu funcionamento e estabilidade relativa ao longo dos anos são determinados, em grande parte, pelas taxas de influxo e efluxo de água, materiais e organismos de outras áreas da bacia.

A partir desta visão e da crescente demanda pelos recursos naturais despertou na sociedade a preocupação com a quantidade e a qualidades destes recursos disponíveis naturalmente. Estudos com ênfase nos recursos hídricos brasileiros, citam-se: Brigante B. e Espíndola E. L. G., (2003); Schiel, D., Mascarenhas, S., Valeiras, N., Santos, S. A. M. dos (2003); Conte, M. de L., Leopoldo, P. R. (2001); Silva, A. M da, Schulz, H. E., Camargo, P. B. de (2003), Tucci, C. E. M (2004); Felicidade, N., Martins, R. C., Leme, A. A. (2003); Leff, E. (2002); Azevedo F. A. de, (2003); Cunha, S. B. da, Guerra, A. J. T. (2003), Tundisi J. G. (2003) Lana, A. E. (2003), Barros (2004), Bicudo e Bicudo (2004) e, outros que tratam da gestão e usos da água, em que a avaliação da qualidade da água se torna determinante para adequar técnicas e práticas de manejo de cultivos da terra com vista à conservação ambiental.

Estudos realizados por Brigante e Espíndola (2003), na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu, identificaram problemas de erosão, assoreamento da calha do rio, enchentes, assoreamento de represas e a baixa qualidade de suas águas. Observaram casos graves de poluição orgânica e inorgânica, em que a presença de contaminantes (praguicida, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, dioxinas, altos níveis de metais, etc.) nos corpos d'água tem sido apontadas como a causa de anormalidades nos organismos que habitam esses ambientes, além de alterações em suas estruturas populacionais.

Ao avaliarem os ambientes aquáticos, Brigante, Espíndola, Povinelli e Nogueira (2003), concluíram que,

Ambientes lóticos são caracterizados, dentre outros fatores, pela variabilidade longitudinal da nascente até a foz, com diferenciações físicas que impõem, igualmente, uma organização diferenciada das comunidades bióticas. Variações de luz, substrato, velocidade de corrente e recursos são fatores fundamentais para a avaliação dos rios.

Conte e Leopoldo (2001) reputaram os aspectos qualitativos e quantitativos das águas da Bacia Experimental do Rio Pardo e ressaltam que esta bacia já atingiu 96 % de sua descarga em Botucatu, em período de menor vazão. Sendo este índice um forte indicativo da necessidade de gestão apropriada para a Bacia do Rio Pardo visando a preservação e a melhoria ambiental.

Barros (2004) resalta que o constante aumento de consumo de água do Rio Grande, Nova Friburgo-RJ, pela indústria e pela irrigação de lavouras de uso intensivo, está comprometendo a potabilidade dos corpos d'água, inclusive os mananciais. Brigante, Espíndola e Eler (2003) demonstram que o grau de urbanização, as formas de uso e ocupação do solo agrícola, as espécies vegetais cultivadas e a diversificação industrial têm relação direta com os impactos no rio Mogi-Guaçu.

Segundo Lima e Zeilhofer (2003), o Pantanal Mato-grossense está sendo contaminado por grandes cargas orgânicas e de coliformes nas águas do rio Cuiabá. Através do “Diagnóstico Analítico do Pantanal e da Bacia do Alto Paraguai”, a Agência Nacional das Águas (2003), verificou que os impactos ambientais ocorrem, principalmente pelo desmatamento da vegetação natural e pela implantação de lavouras de soja, cana-de-açúcar e pastagem; pela erosão que está associada aos desmatamentos e às técnicas de uso do solo incorretas, causando o assoreamento dos rios; a poluição das águas ocorre em função do uso excessivo e inadequado de agrotóxicos e pela introdução de resíduos da produção de álcool; pela extração de ouro e diamantes, formando extensas crateras e introduzindo mercúrio no meio natural, e a falta de tratamento de esgotos urbanos e industriais, sendo lançados nos rios de forma *in natura*.

Na Amazônia e no Pantanal Mato-grossense, a utilização do mercúrio na amalgamação do ouro (garimpagem) tem causado sérios problemas de natureza

ambiental, no rio Madeira.

O mercúrio liberado para a água do rio deposita-se no sedimento, onde permanece praticamente imobilizado. Este processo é favorecido pelas condições físicas favoráveis, como elevados valores de pH e condutividade elétrica da água. A fração liberada para a atmosfera, entretanto, é rapidamente oxigenada ($Hg^0 \rightarrow Hg^{2+}$) e carregada pela precipitação para a bacia de drenagem do rio. Nesta, devido às condições favoráveis dos igarapés (baixos valores de pH e condutividade elétrica da água), o mercúrio é monometilizado, tornando-se disponível. Sob esta forma, através da cadeia alimentar, poderá alcançar o homem. A contaminação dos organismos aquáticos com mercúrio metálico não está totalmente excluída, uma vez que muitos deles se utilizam do sedimento aquático como fonte de alimentação, por exemplo, organismos zoobentônicos e peixes iliófagos (LACERDA *et al*, 1987⁹ citado por ESTEVES, 1998).

Ainda de acordo com Esteves (1998) e Azevedo (2003), tragédias ecológicas causadas por elementos-traço são noticiadas constantemente. Uma das mais conhecidas ocorreu na década de 1950, no Japão, com pescadores das cidades de Niigata e Minamata, que se alimentavam de peixes contaminados com mercúrio.

3.3 SEDIMENTOS: FONTE DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

De acordo com Silva, Schulz e Camargo (2003), o sedimento é, provavelmente o mais significativo de todos os poluentes, por sua concentração na água, seus impactos no uso da água e seus efeitos no transporte de outros poluentes sedimentos (WARD & ELLIOT, 1995). A turbidez é o parâmetro físico da água mais afetado pelo aporte de sedimentos nos cursos d'água (MOTA, 1995); e do ponto de vista sanitário, desinfetar água com baixa turbidez, mas com alto índice de coliformes produz água mais segura do que desinfetar águas com baixo índice de coliformes mas com alta turbidez. As águas com baixa turbidez não oferecem refúgio aos

⁹ Lacerda, L. D.; Pfeiffer, W. C. ; Malm, O.; Souza, C. M. M.; Bastos, W. R.; Silveira, E.G. 1987. Contaminação por mercúrio na Amazônia: Avaliação preliminar do rio Madeira, Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 1, Porto Alegre, UFRJ, 30 out-2 nov.

microorganismos eventualmente existentes e tóxicos, os quais são, então, mais eliminados (AZEVEDO NETTO, 1991).

Christofolletti (1981) adverte que a composição química das águas fluviais varia conforme a litologia, a vegetação e a utilização do solo de uma bacia hidrográfica. Que a erosão é uma fonte com alto potencial de poluição das águas, porque a bacia hidrográfica é um sistema aberto, a qualidade da água dos mananciais está relacionada com o uso do solo e o grau de controle sobre as fontes de poluição.

Os sedimentos nos cursos d'água podem provocar problemas de ordem técnica, como impedimento da navegação com obstrução de canais e assoreamento de portos, e, de ordem ambiental, como a alteração da qualidade da água pela deposição de lama, crescimento de vegetação em locais indesejáveis que podem facilitar a proliferação de mosquitos e, com isso, surgir o aparecimento de diversas doenças (CARVALHO, 1994).

Segundo Silva *et al*; (2003) Ranieri *et al* (1996),

utilizaram SIGs para elaborar mapas de risco de erosão na bacia hidrográfica do Ribeirão dos Marins (Piracicaba-SP) e associaram o uso da Equação Universal de Perda de Solos-EUPS para estimar a perda de solo para a área, salientando em suas conclusões as vantagens: rapidez de retorno e ainda possibilidade de manipulação e simulação de cenários que o SIG traz a esse tipo de pesquisa.

Oliveira e Pinto (2003) analisaram a variação da ocupação das terras e caracterizaram os indicadores da erosão dos solos na bacia hidrográfica do Ribeirão São João, SP. Verificaram que a utilização combinada desses sistemas de geotecnologias possibilita a realização de uma abordagem analítica e de síntese, permite, ainda, agilizar a análise temporal dos dados e a constante atualização das informações, essenciais para realizar um planejamento empenhado com as soluções ou minimização de problemas socioambientais.

Fornelos e Neves (2006) desenvolveram a pesquisa através de modelos digitais de elevação (MDE) gerados a partir de imagens de radar interferométrico (SRTM) para estimar a perda de solo da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha, no município de Cáceres-MT, permitindo a mensuração da perda do solo de forma eficaz.

Essas tecnologias permitem coletar e manipular grande número de dados, realizar cruzamentos de informações, de maneira rápida e eficiente, interpretando um papel relevante na execução da pesquisa, podendo reduzir significativamente o tempo e o custo das atividades de avaliação dos recursos naturais.

A aplicação da Equação Universal de Perda do Solo-EUPS combinada às tecnologias de geoprocessamento, principalmente, o sensoriamento remoto e o Sistemas de Informação Geográfica-SIGs vêm se tornando instrumentos indispensáveis para estimar a erosão laminar e em sulcos em bacias hidrográficas, com bons resultados.

3.4 TEORIA GERAL DE SISTEMAS

No contexto exposto, a Teoria Geral de Sistemas oferece princípios fundamentais de avaliação das questões ambientais, sustenta a compreensão da estruturação, do funcionamento e da dinâmica dos sistemas.

De acordo com Argento, *et al* (2003)¹⁰, a Teoria Geral de Sistemas - TGS – inicialmente foi desenvolvida por Defay, em 1929, no entanto, foi Bertalanffy a partir de 1932 que realizou as primeiras aplicações na termodinâmica e na Biologia e

¹⁰ Instrumentação Ambiental. Texto no prelo

também divulgou em 1952 o tratado “Problems of line” – London, disponibilizando neste ano, a Teoria Geral de Sistemas (General Systems Theory), ao público em geral.

A partir de então, outros autores adotaram em suas ciências os conceitos operacionais desenvolvidos através da Teoria Geral de Sistemas, inclusive as ciências voltadas para a compreensão do espaço. Boulding, K. (1956) “General System Theory – The skelton of science”; Blaut, J. M. (1962) “Object and relationship professional geographer”; Ackerman, E. A. (1963) “Were is a research frontier? ” ; Berry, B. J. L. (1964) “Approaches to regional analysis synthesis”; Chorley, R. J. and Hagget, P. (1967) “Integrated models in geography”; Bertalanffy, K. (1969) “General System Theory: Foundations, development, applications”; Chorley e Kennedy (1971) publicaram a obra “Physical Geography – A system approach”, indiscutivelmente, em termos operacionais, esta foi o ponto de partida para divulgar a Teoria Geral de Sistemas junto às ciências ambientais.

Outros autores publicaram no Brasil, texto sobre a TGS. São exemplos: Christofletti publicou, “A Teoria dos Sistemas”, em 1971; “Análise de Sistemas em Geografia”, em 1979; e “Aspectos da Análise Sistemática em Geografia” em 1984 e, “Modelagem de Sistemas Ambientais” em 1999; Xavier da Silva, J. e Fernandes Pereira, M. L., publicaram, em 1972, uma apostila “Introdução à Pesquisa”, considerando a premissa dos estudos acadêmicos da Teoria Geral de Sistemas aplicados à Geografia. Em 1973 foi impressa em português a obra original de Bertalanffy, “Teoria Geral de Sistemas”; em 1977 Sotchava, V. B. escreveu “O estudo de geossistemas, métodos em questão”; em 1979, Maciel, J. publicou, “Elementos da Teoria Geral dos Sistemas”.

Em termos de trabalhos práticos de pesquisa, aplicados ao ambiente costeiro, às obras de Argento, M. S. F. (1979), “A planície deltaica do Paraíba do Sul – Um sistema ambiental”; (1983), “A contribuição dos sistemas, cristalino e barreiras na formação da planície deltaica do Paraíba do Sul”; (1984), “A abordagem sistêmica aplicada à planície deltaica do Paraíba do Sul”; (1985), a “Organização do espaço deltaico – Um exemplo aplicado à planície do Paraíba do Sul”.

Outros trabalhos relevantes sustentados na TGS são as obras de, Christofolletti, A. (1987), “A significância da teoria de sistemas em Geografia Física”; Anderson, M. G. (1988), “Modelling Geomorphological Systems”; Christofolletti, A. (1990), “Aplicação da abordagem sistêmica na Geografia Física”; McDonnell, M.J. & Pickett, T. A. (1990), “Ecosystem structure and function along urban-rural gradient: an unexploited opportunity for ecology”; Latterman, A. (1991) “System-Theoretical modelling in surface water”; Amoros, C. & Petts, G. E. (1993) “Hidro-systèmes fluviaux”; Beck, M.B. & Jakeman, A. & McAller, M. J. A. Em (1993), “Construction and evaluation of models of environmental systems, in Modelling change in Environmental systems”; Frontier, S. & Pichod-Vialle, D. (1993), “Écosystèmes: Structure, fonctionnement, evolution”; Klun, E. (1994) “Ecosystem classification for environmental management”; Trudgill, S. T. (1995), “Solute Modelling in Catchment Systems” e outros.

Para Tricart (1977), o conceito de *sistema* é o melhor instrumento lógico para estudar os problemas ambientais, porque ele permite adotar atitude dialética entre a necessidade da análise – que resulta do próprio progresso da ciência e das técnicas de investigação – e a necessidade, contrária, de uma visão de conjunto, capaz

de ensinar uma atuação eficaz sobre esse meio ambiente. O próprio conceito de “sistema”, é por natureza, de caráter dinâmico, adequado para estudos espaciais.

Argento (2003) argumenta que, embora haja várias definições de Sistema, a que mais se aproxima da perspectiva ambiental foi divulgada por Chorley, em 1971, “Sistema é um conjunto estruturado de objetos e/ou atributos”. É um conceito simples, mas integrador porque caracteriza os objetos como sendo partes componentes do sistema e os atributos, os fluxos de massa e/ou energia, correspondentes aos processos geradores e modificadores destas partes componentes.

3.5 GEOTECNOLOGIAS

Atualmente, as geotecnologias são imprescindíveis em qualquer diretriz metodológica que implique na geração de dados e informações com comportamento espacial. Tal como o uso do *Global Positioning System*- GPS, em levantamentos de campo que aumenta consideravelmente a precisão espacial das coletas.

Os significativos avanços dos equipamentos de informática que vêm sendo realizados desde a década de 1970 pelos programas computacionais (*softwares*) de desenho técnico auxiliado por computador, os CAD (*computei Aided Design*) se constituem uma importante ferramenta para a representação gráfica da informação georreferenciada.

A associação da informação gráfica com bancos de dados, gerando relatórios e mapas através de análise espacial (tarefa externa aos CADs) são inerentes aos sistemas especializados em manejos de dados georreferenciados, os Sistemas de Informação Geográfica-SIGs, que passam a ter funções de gerenciamento de bancos de

dados, cartografia digital, processamento de imagens, operações lógicas entre gráficos e alfanuméricos, dentre outras.

Existem hoje no mercado muitos programas que funcionam como SIGs. Entre os mais difundidos se encontram os produtos da ESRI, criadora dos programas ARC/INFO e ARCVIEW; da Intergraph, criadora do conjunto MGE (Modular GIS Environment); o GRASS, criado pelo USACE-CERL (U.S. ARMY Corps of Engineers – Construction Engineering Research Laboratory), ou o Idrisi, desenvolvido pela Universidade de Clark.

No Brasil, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-Inpe tem se dedicado ao estudo e desenvolvimento de ferramentas de geoprocessamento, lançando sucessivas versões do Sistema de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – Spring, um programa de distribuição gratuita e que atende as principais necessidades dos usuários de SIG.

A incorporação de funções direcionadas à hidrologia e aos recursos hídricos, a maioria através da utilização de modelos numéricos do terreno para extrair características fisiográficas das bacias e relativas aos fluxos (matrizes de direção e acumulação de fluxos, delimitação de bacias e de áreas de contribuição, etc.), caracterizam a funcionalidade que os SIGs representam para o avanço dessa ciência.

Entre as geotecnologias, o sensoriamento remoto é o que mais vem se destacando nas pesquisas espaciais, porque ele possibilita o levantamento imediato dos recursos naturais.

Entre as várias aplicações do geoprocessamento no estudo dos recursos hídricos, aqui são enumeradas algumas:

- Mapeamento da rede de drenagem por digitalização, seja através de imagens de satélite ou de cartas topográficas, e delimitando bacias (áreas de contribuição) a partir de modelos numéricos do terreno.

- Caracterização do uso da terra em bacias hidrográficas. Uma vez que a quantidade disponível no solo varia para cada tipo de cobertura vegetal. No cálculo do balanço hídrico é importante conhecer as áreas que ocupam cada bacia para estimar com maior precisão a evapotranspiração real.

- Caracterização espacial da precipitação pluviométrica. Uma aplicação comum também à climatologia, onde através de dados pontuais são gerados mapas de distribuição das precipitações por análises geoestatísticas (krigagem) e modelos numéricos do terreno.

- Disponibilidades hídricas, semelhantes ao caso anterior em que, os mesmos procedimentos podem ser utilizados para mapear a evapotranspiração potencial que através de uma operação aritmética matricial, pode ser subtraída da matriz de precipitação e gerar um mapa de déficit hídrico climático.

- Evapotranspiração real, possível de determinar por meio do canal infravermelho termal dos satélites meteorológicos (JACKSON *et al*, 1977; SEGUIN, 1983). Outros índices possíveis de serem gerados são imagens do Índice da Água Precipitável (PWI) que indicam a concentração de vapor d'água ou umidade na atmosfera (NOAA, 2003).

Na agricultura, as técnicas do geoprocessamento são indispensáveis na realização de análise de regiões geográficas, para fins de zoneamentos agrícolas, onde é necessário escolher as variáveis explicativas, de solo, vegetação, geomorfologia, e

determinar qual a contribuição de cada uma delas para a obtenção de um mapa determinante (CÂMARA; MEDEIROS, 1998).

3.5.1 Geoprocessamento

O geoprocessamento envolve uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais no tratamento de informações geográficas. Congrega quatro técnicas: coleta, armazenamento, tratamento e análise, e uso integrado, sendo:

1) a técnica de coleta de informação espacial é realizada pelo sensoriamento remoto, cartografia, fotogrametria, GPS, topografia e dados alfanuméricos;

2) a técnica de armazenamento de informação espacial constitui-se na formação de banco de dados orientado a objetos, relação hierárquica, etc.;

3) a técnica para tratamento e análise de informação espacial constitui-se na modelagem de dados, geoestatística, aritmética lógica, funções topológicas, redes;

4) técnicas para uso integrado de informação espacial, como os sistemas GIS/SIG (Geographic Information Systems), LIS (Land Information Systems), AM/FM (Automated Mapping/Facilities Management), CADD (Computer-Aided Drafting and Design) (FATORGIS, 2004).

A tecnologia do geoprocessamento tem influenciado de maneira crescente as áreas de cartografia, análises de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional. Os instrumentos computacionais do geoprocessamento, denominados de sistemas de informações geográficas –SIGs, permitem a realização de análises complexas ao integrar dados de

diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Os SIGs tornam possível ainda a automação da produção de documentos cartográficos (CÂMARA, MEDEIROS, 1998).

Dentre as técnicas de coleta de informações espaciais, o de sensoriamento remoto, principalmente através da radiometria espectral vem se tornando a forma mais viável de monitoramento ambiental em escalas locais ou globais com diferentes temáticas, como a geomorfologia, geologia, agricultura, processos urbanos, aquáticos e outros (CRUZ, 2000).

Florenzano (2002), Novo (2002), Cruz (2000) e Rosa (1990) tratam o sensoriamento remoto como a tecnologia que permite a aquisição de informações sobre objetos ou fenômenos, através do uso de sensores, sem que haja contato direto (físico) entre os mesmos. Tem por objetivo o estudo do ambiente terrestre por meio do registro e da análise das interações, entre a radiação eletromagnética e às substâncias componentes do planeta terrestre, em suas mais diversas manifestações.

Câmara *et al.* (1996) e Schowengerdt (1997) entendem o sensoriamento remoto como um conjunto de processos e técnicas usados para medir propriedades eletromagnéticas de uma superfície ou objeto, sem que haja contato entre o objeto e o equipamento sensor.

As imagens são obtidas por sensores eletrônicos em diferentes canais, produzidas individualmente em preto e branco. Ao projetar e sobrepor essas imagens, através de filtros coloridos, azul, verde e vermelho, é possível gerar imagens coloridas, formando composições coloridas a partir da combinação dos canais.

Para transformar os dados de uma imagem de satélite feita por sensoriamento remoto em informações espaciais é necessário o uso de programas computacionais específicos, tais como os Sistemas de Informação Geográfica-SIGs.

De acordo com Moreira (2003), a introdução Geographical Information System (GIS), cujo termo, traduzido para português, é Sistema de Informação Geográfica (SIG), deu-se em 1982, a partir de esforços do professor Dr. Jorge Xavier-da-Silva, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), no Laboratório de Geoprocessamento de Geografia da UFRJ, e culminou com a criação do programa Sistema de Análise Ambiental (Saga) que vem sendo utilizado com eficiência, como veículo de estudos e pesquisas espaciais.

No Brasil, os sistemas de informação geográfica que se caracterizaram de forma evidente são: “Sistema de Análise Geo-Ambiental – Saga-UFRJ e o Sistema para Processamento de Informações Geográficas - Spring do Inpe.

O Saga é um Sistema Geográfico de Informação-SGI, composto por três módulos básicos: a Montagem, o Traçador Vetorial e o de Análise Ambiental (LAGEOP, 2004). Enquanto que o Spring do Inpe é um Sistema para Processamento de Informações Geográficas estruturado em três módulos: Impima, Sacarta e Spring. O produto Spring possibilita o tratamento de dados do tipo imagens, temáticos, cadastrais, redes e modelos numéricos de terreno. Este programa foi suporte para grandes projetos de análise espacial, como: NMA/Embrapa, CPAC/Embrapa, Cenpes/Petrobrás e os projetos de inventário espacial como, SOS Mata Atlântica e Atlas de Desmatamento da Amazônia. Admite-se pelo menos três diferentes formas de usar um SIG: como ferramenta de produção de mapas; como suporte para análise espacial de fenômenos; como banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de

informação espacial.

De acordo como o Inpe (2002), um sistema de Geoprocessamento como o Spring, além de ser um SIG, inclui também as ferramentas de um sistema de processamento de imagens de sensores remotos. As principais definições são:

“Um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georreferenciados, Aronoff (1989)”;

Conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real, Burrough (1986);

Um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas e problemas, Cowem (1988).

Um SIG é um banco de dados indexados espacialmente, sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a consultas sobre entidades espaciais, Smith et al (1987).

Estas definições de SIG refletem a sua individualidade, mas também a multidisciplinaridade de usos possíveis desta tecnologia e direcionam para a utilização na perspectiva de interdisciplinaridade.

A característica integralizadora dos sistemas SIG de sobreposição de planos de informação temática, numérica ou cadastral, associando ou não a banco de dados alfanuméricos, possibilita as classificações temáticas oriundas de imagens orbitais, que podem ser tratadas pelo sistema como um nível temático. Suas relações com outros temas, como Biologia, Pedologia, Geomorfologia, Ecologia e outros, podem ainda ser extraídas e quantificadas, gerando ainda novos mapeamentos.

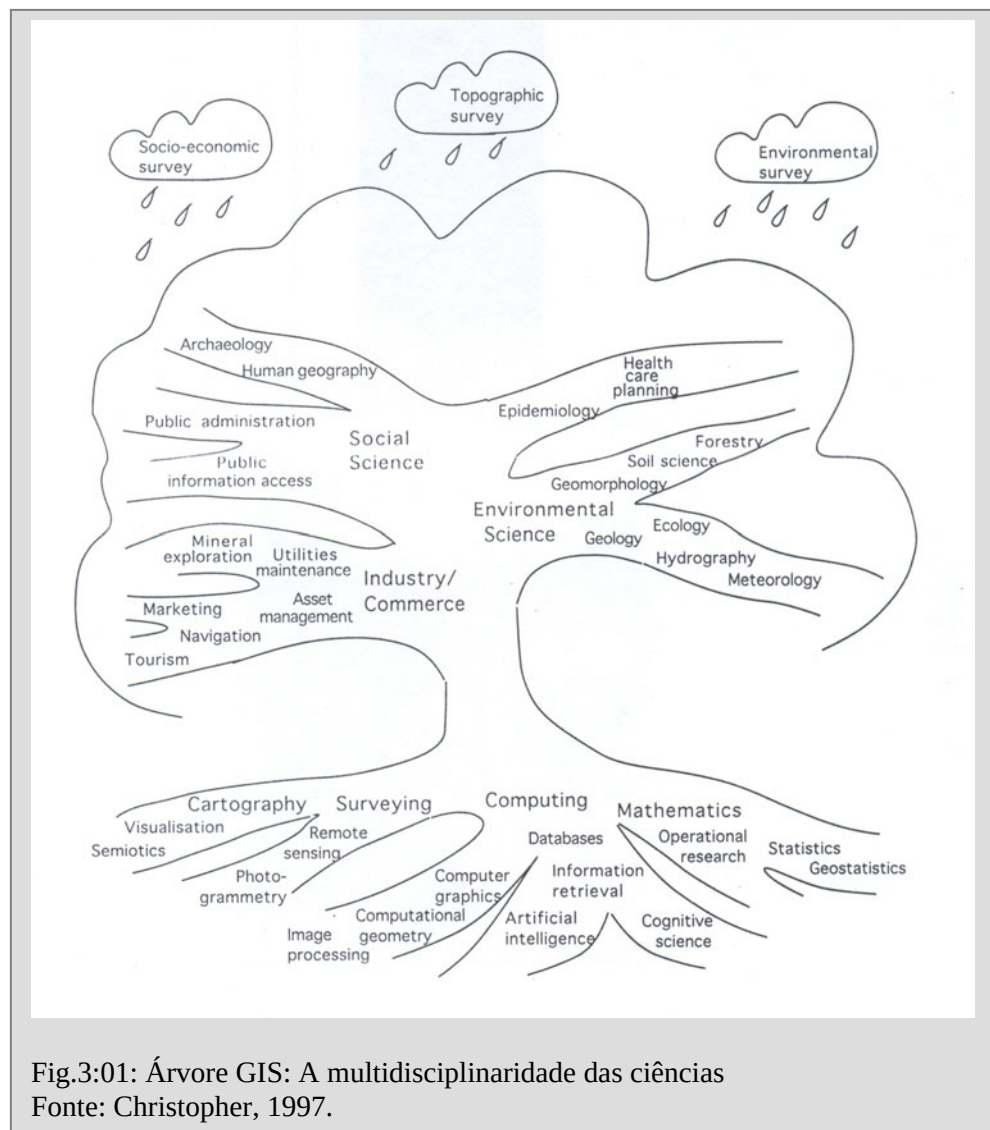
Segundo Burrough (1986, citado por Vicens *et al.*, 2001), o SIG é composto por quatro componentes básicos: a entrada dos dados (*data input*) que

consiste na transformação dos dados coletados na forma em que eles existem (mapas, observações de campo etc.) ou produtos de sensoriamento remoto (fotos aéreas, imagens de satélite e radar) em forma digital, compatível com o SIG; o manejo dos dados (*data management*), que inclui as funções necessárias para armazenar e recuperar dados, os quais são estruturados e organizados em uma base de dados; a manipulação e análise dos dados (*data transformation*), que realiza as transformações necessárias para corrigir erros, modificar escalas ou ajustar os dados a novas projeções, determinando todas as informações que podem ser geradas ou produzidas pelo SIG; e saída dos dados (*data output*) são os resultados das análises feitas pelo SIG e apresentadas ao usuário.

O Sistema de Informação Geográfica-SIG, segundo Rosa e Brito (1996), é um arranjo de entidades (elementos) conectadas de forma que constituam um todo organizado com características próprias e subordinadas a processos de transformação conhecidos. Os dados, por sua vez, relacionam-se com os atributos, que caracterizam e fornecem significado à unidade estudada. As inclusões de novas entidades e as inclusões de dados sobre novos atributos representam a realimentação do SIG. Assim, o SIG é realimentado toda vez que surge um novo evento, que mereça ser armazenado.

Christopher (1997) expressa a complexa relação do SIG através de um modelo didático simples, que ele denominou de árvore GIS (geographic information systems), na qual, os instrumentos cartográficos e os servidores computacionais, matemáticos sustentam a base da árvore. O tronco e da copa formam as diferentes áreas do conhecimento e a árvore sendo alimentada continuamente, pela chuva, ou seja, as informações sociais, ambientais e topográficas que são estruturadas e sistematizadas, e formam um banco de dados integrado e dinâmico.

Na analogia do autor, a árvore-SIG sugere que as pesquisas realizadas por meio do geoprocessamento se referem ao espaço terrestre, possuindo um caráter de reprodução, porque está aberta para a entrada de novos dados, conseqüentemente dará novos frutos, isto é, serão geradas informações novas.



Christofolletti (2002) analisa o Sistema de Informações Geográficas-SIG, e propõe que, o termo *geográfico*, refira-se à qualidade das informações que se encontram *espacialmente distribuídas*, e não às características da análise geográfica. Os dados e informações referem-se a uma determinada unidade espacial de mensuração (ponto, linhas, área ou volume) que deve ser localizada, e assumem a característica de

georreferenciados. Por isso, compreende-se que os sistemas são de informações de dados em unidades espacialmente distribuídas, focalizando os fenômenos ocorrentes na superfície terrestre e os seus atributos.

Câmara e Medeiros (1998) identificam a estrutura de um SIG de forma mais técnica do que Christopher, conforme mostra a figura abaixo.

- Interface com usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Consulta, análise espacial e processamento de imagens;
- Visualização e plotagem; e
- Armazenamento e recuperação de dados organizados sob a forma de banco de dados geográficos.

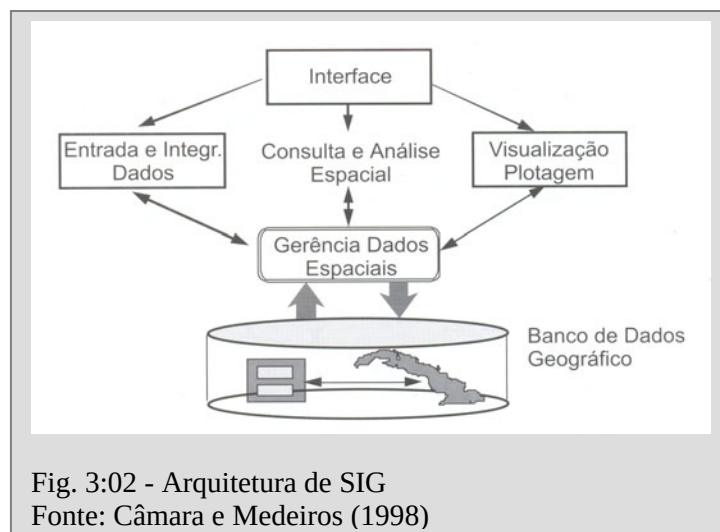


Fig. 3:02 - Arquitetura de SIG
Fonte: Câmara e Medeiros (1998)

Os componentes se relacionam de forma hierárquica. No nível mais próximo ao usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado. No nível intermediário, um SIG apresenta mecanismos de processamento de dados espaciais (entrada, edição, análise, visualização e saída). No nível mais interno do sistema, um sistema de gerência de bancos de dados geográficos controla o armazenamento e a recuperação de dados espaciais e seus atributos. A fig. 3:02

representa a arquitetura de Sistema de Informação Geográfica.

O geoprocessamento, de forma geral, tem contribuído de forma significativa nos projetos de monitoramento ambiental. No Brasil, programas como o Projeto de Estimativas do Desflorestamento Bruto da Amazônia-Prodes, o Programa de Prevenção e Controle de Queimadas e Incêndios Florestais na Amazônia Legal-Proarco, o Sistema de Vigilância da Amazônia-Sivam; Aplicação do Sistema de Informação Geográfica Regional Ambiental-Sigra entre outros, muito têm cooperado nas pesquisas sobre o meio ambiente.

Diferentes órgãos como IBGE, Incra, ANA, Inmet, prefeituras, empresas de transportes, comunicação e outros, desenvolvem monitoramentos utilizando as técnicas do geoprocessamento, com extrema eficácia e atualização.

4. METODOLOGIA

O princípio fundamental desta pesquisa foi fazer a caracterização da Bacia Hidrográfica Paraguai/Diamantino considerando o uso e a cobertura da terra e a diagnose da qualidade da água dos principais cursos fluviais representativos dessa área de estudo. As atividades foram desenvolvidas em várias etapas.

Inicialmente foram sistematizadas as atividades de levantamentos bibliográficos, dados e informações, aquisição de mapas, cartas topográficas, imagens de satélite da área de estudo e de suporte instrumental composto por equipamento de navegação (Sistema Global de Posicionamento-GPS), cronômetro, medidor de temperatura do ar e da água, régua de nível d'água, instrumentos para coletar de sedimentos de fundo e de programas computacionais, tais como o Windows, Spring, ArcView, ArcGis, Excel e Macrostation.

4.1 DADOS BIBLIOGRÁFICOS

Os dados referentes aos aspectos físico-histórico-econômicos e ambientais foram obtidos em sucessivas etapas, junto aos órgãos públicos. Tais como os pesquisados nos municipais de Diamantino e Alto Paraguai, na Secretaria de Agricultura do Estado de Mato Grosso, Secretaria de Estado de Planejamento-Seplan, na Secretaria Estadual de Meio Ambiente de Mato Grosso-Sema e, em órgãos públicos federais, tais como o Instituto Nacional de Reforma Agrária-Incra, Instituto Nacional de Geografia e Estatística-IBGE, Agência Nacional das Águas-ANA, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-Inpe e Instituto Nacional de Meteorologia-Inmet.

4.2. AQUISIÇÃO DE MATERIAL

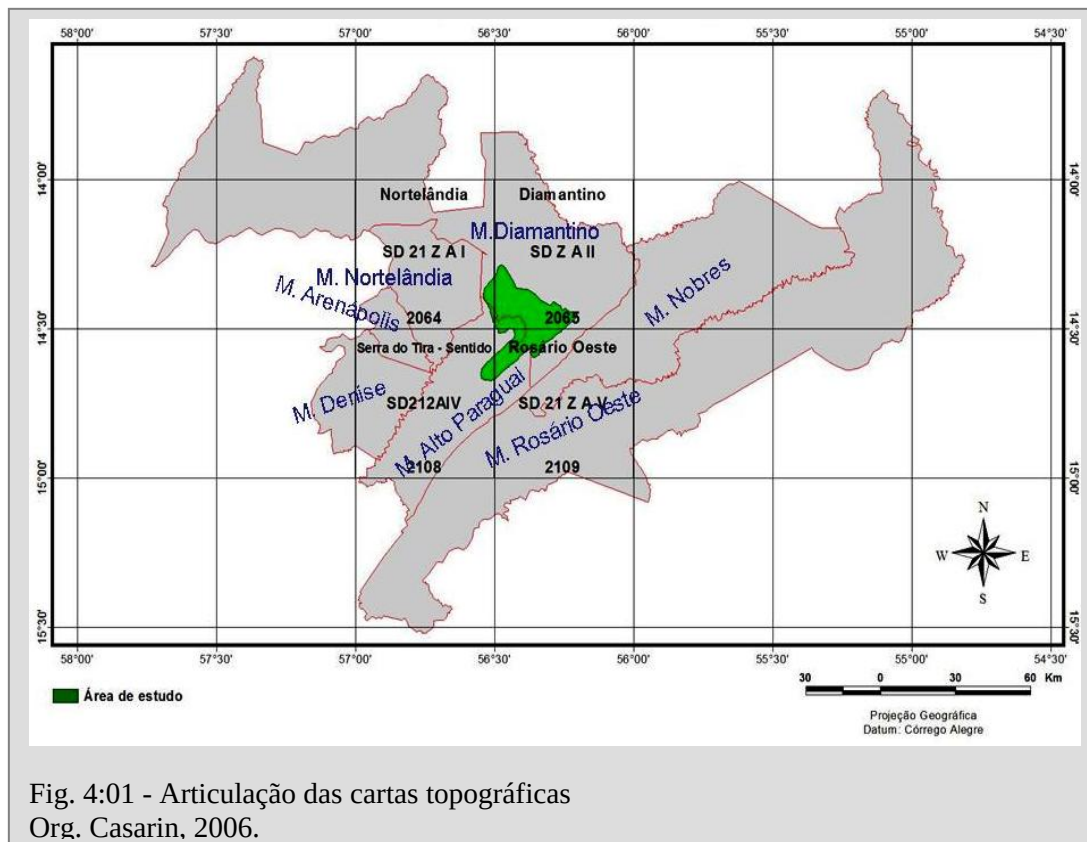
As cartas topográficas Nortelândia – SD-21-Z-A-I; Diamantino – SD-21-Z-A-II; Serra do Tira Sentido – SD-21-Z-A-IV; e Rosário Oeste – SD-21-Z-A-V (IBGE, 1975), de escala 1:100.000 (convencional) e os respectivos fotolitos (digital) foram adquiridos junto ao IBGE. A base cartográfica da divisão política de Mato Grosso foi obtida (digital) na Secretaria de Estado de Planejamento-Seplan e a imagem de satélite Cbers-2 – Sensor CCD – Órbita 166, Ponto 116 (2003) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-Inpe. O restante do material necessários para o desenvolvimento da pesquisa, tais como, programas computacionais, câmara fotográfica, GPS, cronômetro, medidor de pH da água, termômetro digital de temperatura do ar e da água coletores de sedimentos de fundo, e/ou outros foram adquiridos no comércio especializado.

4.3 MAPEAMENTO

Para realizar o procedimento de mapeamento, inicialmente foi elaborada a base cartográfica operacional da área de estudo composta pelas cartas topográficas: SD-21-Z-A-I, SD-21-Z-A-II, SD-21-Z-A-IV e SD-21-Z-A-V e os respectivos fotolitos que foram obtidos com georreferenciamento do canto das folhas e na forma raster. As cartas topográficas são constituídas na forma convencional por 4 ou 5 fotolitos, cujo, produto final consta de sistema viário, hidrografia, planimetria em geral altimetria.

Este procedimento foi feito utilizando arquivo vetorizado em raster do tipo binário, no formato Tif. A área de estudo foi editada e referenciada no programa Arcview 3.2, no sistema de projeção Universal Transversa de Mercator

(UTM), Datum Córrego Alegre, Fuso 21, escala de 1: 100.000 (IBGE,1975), cuja articulação é mostrada na fig. 4:01.



A vetorização de cada carta topográfica formou seis arquivos vetoriais no formato do sistema microstation (dgn), correspondendo às categorias de informação: hidrografia (hd), Hipsometria (hp), sistema viário (vs), localidade (lc), limites (lm) e graticula (grid). Cada categoria é constituída por um conjunto de feições gráficas que representam classes de objetos afins e que se encontram armazenadas em níveis específicos. Técnica de vetorização semi-automática através do módulo Geovec associado ao Cad microstation 50.

Conforme mostra o fluxograma constante da fig. 4:01, para gerar a base cartográfica foi realizado o mosaico das cartas e traçado o vetor que delimita a área de estudo pelos divisores de águas. Este foi sobreposto ao mapa cartográfico do Estado que indicou os limites municipais.

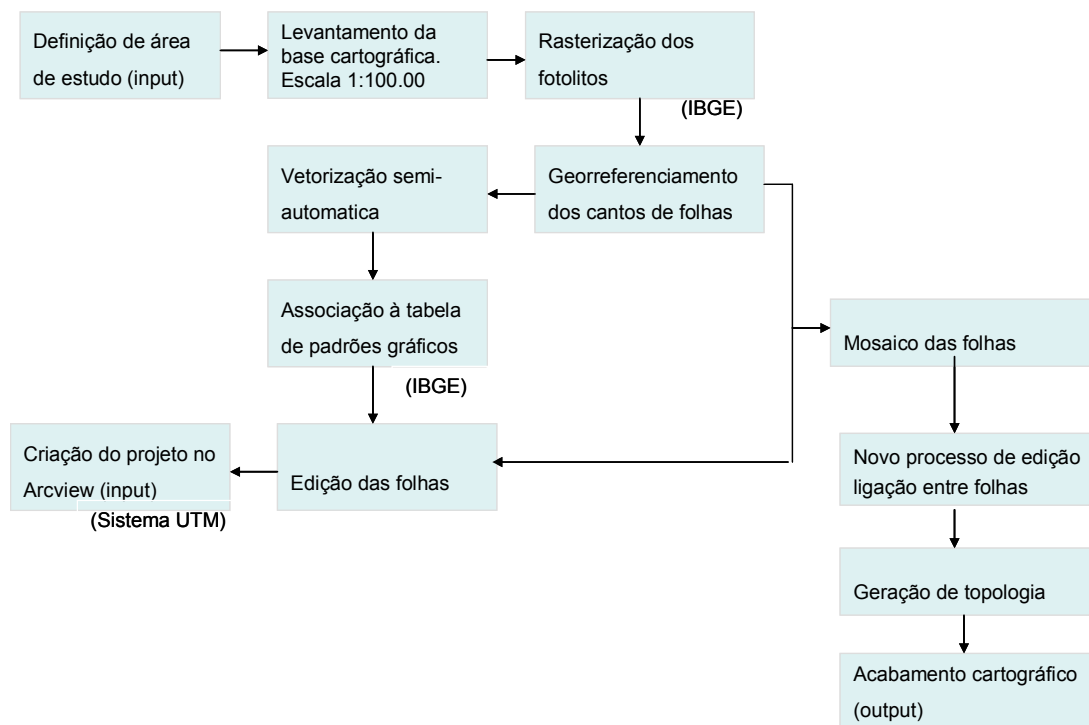


Fig. 4:03 – Fluxograma: Base Cartográfica
Fonte: Adaptado: Cruz (2000)

A partir destes procedimentos foram elaborados os mapas temáticos de uso da terra, erosão laminar, sub-bacias e localização das estações fluviométricas alternativas, qualidade da água e de concentração de mercúrio. A fig. 4:03, o mapa de sub-bacias com pontos numerados de 01 a 09, que se referem aos locais onde foram feitas as coletas de amostras de água, sedimentos, traçados os perfis transversais e medida a vazão da água.

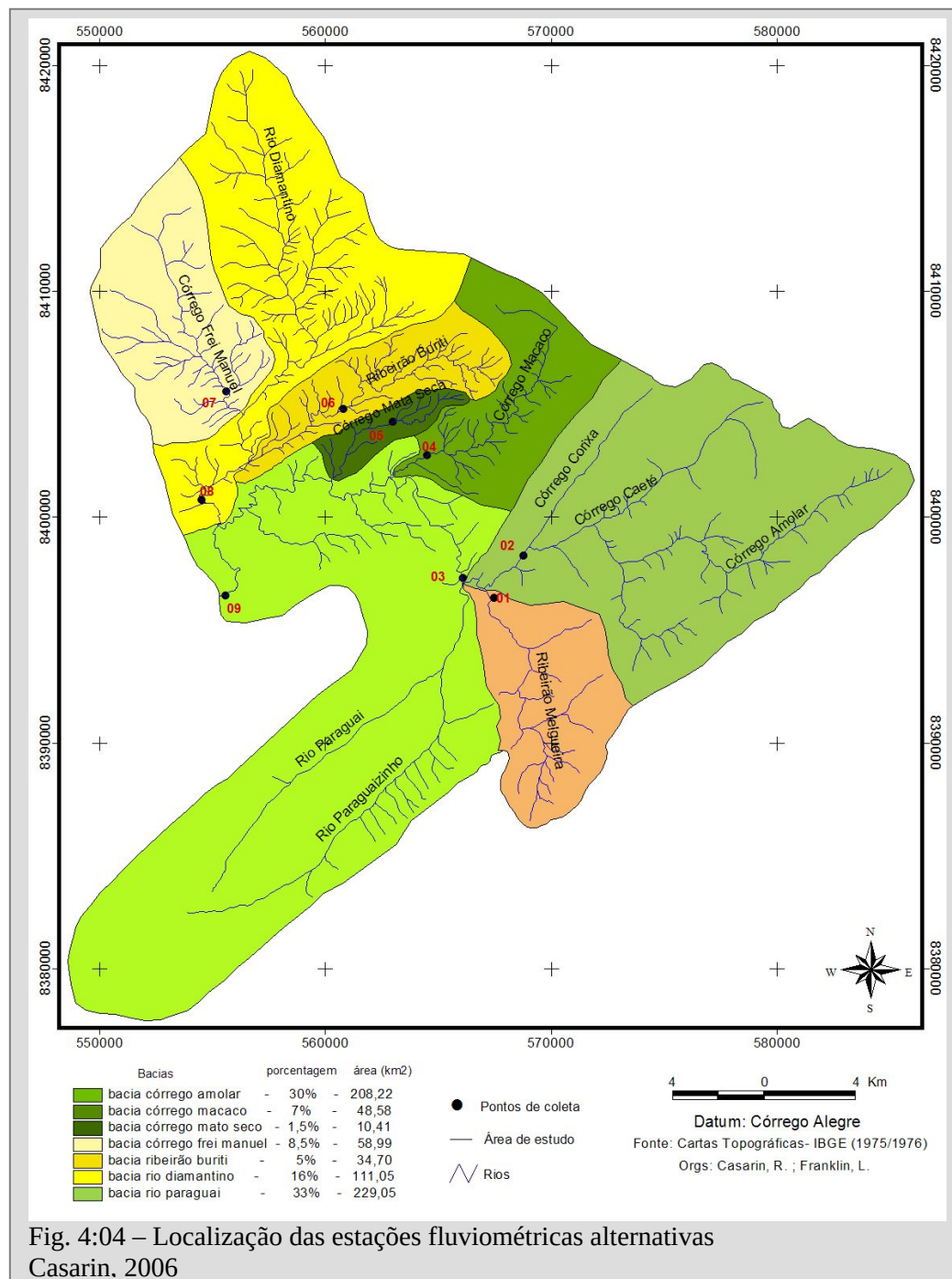


Fig. 4:04 – Localização das estações fluviométricas alternativas
Casarin, 2006

4.4 PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGEM DE SENSORIAMENTO REMOTO

No processamento digital da imagem de sensoriamento remoto foi utilizado o Sistema Spring, do Inpe, e consta de vários procedimentos, tais como, *registro, realce, segmentação e classificação*:

➤ *Registro*

O processo de *registro* compreende a transformação geométrica que relaciona coordenadas da imagem (linha, coluna) com coordenadas de um sistema de referência geográfica. O registro estabelece uma relação entre coordenadas de imagem e coordenadas geográficas ou planas.

O *registro* da imagem de sensoriamento remoto, Cbers-2, sensor CCD, resolução de 20 m. órbita 166, ponto 116, de 22 -12-2003 foi feito no programa Spring, versão 4.0 (Inpe), através de correção geométrica polinomial associando pontos de controle da carta topográfica e coordenadas obtidas em campo pelo GPS para a imagem. Utilizou-se a projeção cartográfica UTM, Datum Córrego Alegre, Fuso 21, apresentando erro de 0,578 pixel, correspondendo aproximadamente a 10 metros, aceitável nos padrões cartográficos para escala de 1:100.000.

Na composição desta imagem foram utilizadas as bandas 2, 3 e 4, sendo a 2B (blue) sem realce, e as 3R (red) e 4G (green) realçadas para a segmentação e foram atribuídos os valores de similaridade 12/10. O produto da imagem de satélite Cbers-2, assim como as cartas topográficas foram processadas através dos sistemas de informação geográfica - SIGs Spring (4.0), Arcview (3.2) e Arcgis (9.0), cujos dados e atributos foram georreferenciados.

➤ *Realce de Contraste*

A técnica de *realce de contraste* tem por objetivo melhorar a qualidade das imagens sob os critérios subjetivos do olho humano. Embora tenha vários parâmetros, neste trabalho foi utilizado o *Linear, o mais comum*. O aumento de contraste por uma transformação linear é a forma mais simples. A função de transferência se constitui em uma reta e apenas dois parâmetros são controlados: a inclinação da reta e o

ponto de intersecção com o eixo X (veja figura abaixo). A inclinação controla a quantidade de aumento de contraste e o ponto de intersecção com o eixo X controla a intensidade média da imagem final.

A função de mapeamento linear pode ser representada por:

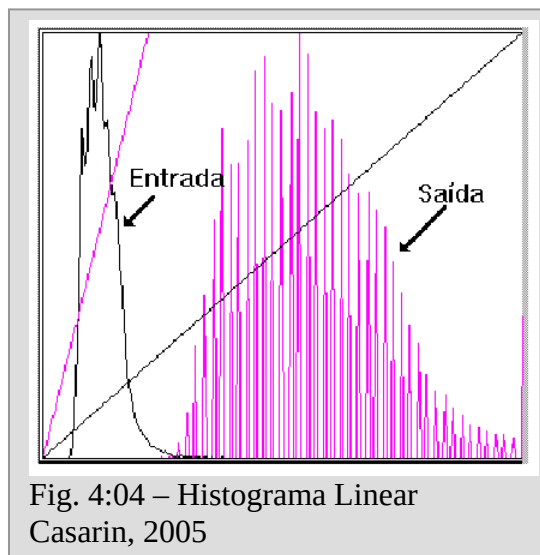
$$Y = AX + B \text{ onde:}$$

Y = novo valor de nível de cinza;

X = valor original de nível de cinza;

A = inclinação da reta (tangente do ângulo);

B = fator de incremento, definido pelos limites mínimo e máximo fornecidos pelo usuário.



No aumento linear de contraste, as barras que formam o histograma da imagem de saída são espaçadas igualmente, uma vez que a função de transferência é uma reta. Como podemos observar na figura 4:04, o histograma de saída será idêntico, em formato, ao histograma de entrada, exceto que ele terá um valor médio e um espalhamento diferente.

➤ **Segmentação**

O processo de *segmentação* antecede a classificação, consiste na identificação de regiões homogêneas dentro da imagem. Este procedimento é necessário para executar a classificação. Entende-se por regiões homogêneas um conjunto de pixels contínuos, que se espalham bidirecionalmente e que apresentam uniformidade espectral. Sendo que no Sistema Spring, estão implementados dois algoritmos de segmentação: **crescimento de regiões e detecção de bacias**.

Neste trabalho, foi adotada a segmentação, **crescimento de regiões** onde o processo rotula cada pixel como uma região distinta. Seqüencialmente para cada região e avaliam-se as suas adjacentes segundo um determinado critério de similaridade, e agrupa aquela que satisfaz esse critério. A agregação das regiões foi feita atribuindo critérios de similaridade 10 e de área 12, considerando a escala e a heterogeneidade da área obtendo resposta satisfatória.

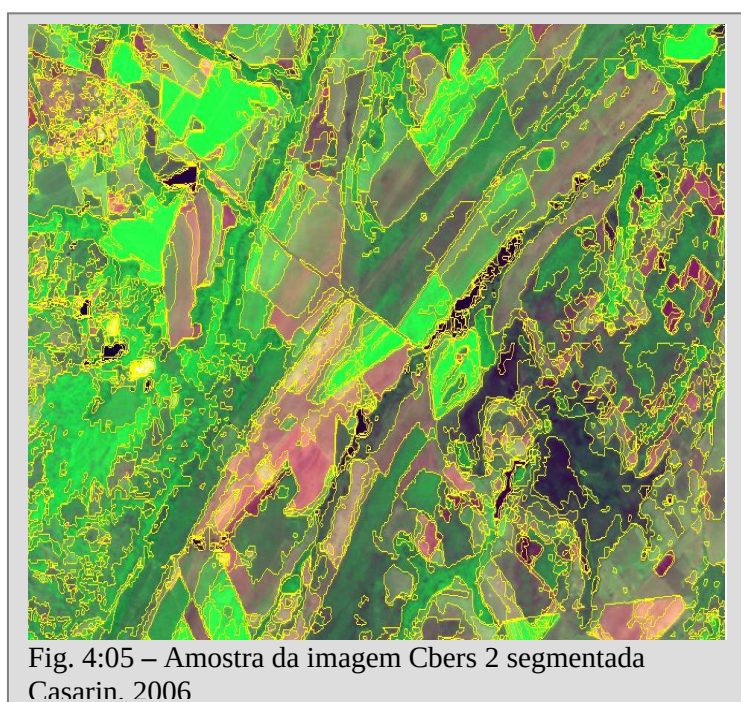
Todo o processo de classificação de imagem exige:

1. **Criar uma imagem segmentada** - gerar uma imagem, separada em regiões com base na análise dos níveis de cinza.
2. **Criar o arquivo de Contexto** - este arquivo armazena quais as bandas farão parte do processo de classificação por regiões.
3. **Executar o treinamento** - devem ser feita amostragens sobre uma imagem na área de desenho;
4. **Analisar as amostras** – esta etapa permite verificar a validade das amostras coletadas; 5. **Extração de regiões** - neste procedimento o algoritmo extrai as informações estatísticas de média e variável de cada região, considerando as

bandas indicadas no contexto;

6. Classificação - para realizar a classificação de uma imagem segmentada deve-se usar o classificador por regiões;

7. Executar o Mapeamento para Classes - permite transformar a imagem classificada (categoria Imagem) para um mapa temático raster (categoria Temático). A fig. 4:05 refere-se à imagem Cbers 2, da área de estudo segmentada.



Classificação por regiões

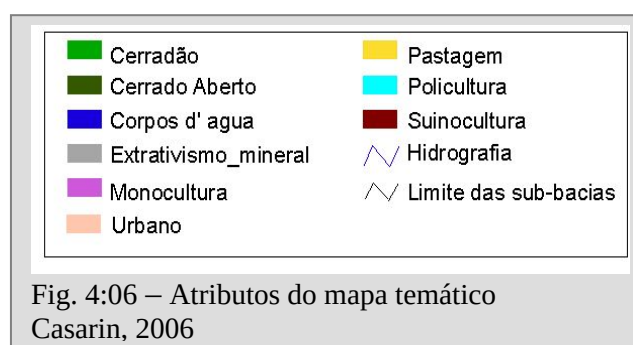
Os **classificadores por regiões** utilizam, além de informações espectrais de cada pixel, a informação espacial contida em seus vizinhos. Estes classificadores procuram simular o comportamento de um intérprete humano ao reconhecer áreas homogêneas baseadas nas propriedades espectrais e espaciais das imagens. A informação de borda é utilizada inicialmente para separar regiões e as propriedades espaciais e espectrais irão unir áreas com a mesma textura.

O procedimento de classificação por regiões utiliza, além de informação espectral de cada "pixel", a informação espacial que envolve a relação entre os "pixels" e seus vizinhos. Esta informação de borda, utilizada, inicialmente, para separar as regiões e as propriedades espaciais e espectrais também une áreas com mesma textura.

No Sistema Spring estão implementados dois classificadores, o classificador **Isoseg**, não supervisionado e o classificador **Battacharya** que é um classificador supervisionado, necessitando ter conhecimento prévio dos objetos da superfície terrestre a serem classificados.

Os objetos da superfície foram identificados e georreferenciados, com o GPS de navegação, compondo os pontos de amostragem que formam as áreas de treinamento. Foram definidas “a priori” as distintas classes e as áreas de imagem que representam. Essas áreas foram usadas para obter a assinatura espectral dos diferentes objetos existentes na imagem, a qual se utilizou como padrão de comparação para decidir a qual classe pertencem todos os pixels ou regiões da imagem.

No classificador Battacharya, a imagem Cbers-2 recebeu as cores para os respectivos atributos, conforme mostra a fig. 4:06, no produto final, mapa temático de uso de cobertura da terra.



4.4.1 Trabalho de Campo

Foram realizados vários trabalhos de campo, inicialmente foi feito o reconhecimento da área de estudo. Num segundo momento foram coletados pontos geográficos com o GPS de navegação, para ajustar o georreferenciamento da imagem de satélite Cbers-2, e fotografados lugares de referência (pontos notáveis, como cruzamento de rodovias, encontro de rios, de melhor identificação na imagem). Estes serviram de apoio na validação do georreferenciamento e na classificação da imagem para a elaboração dos mapas temáticos.

A partir destes, estabeleceu-se os locais onde foram traçados os perfis transversais e fotografados os pontos dos cursos d'água foram estabelecidas as estações fluviométricas alternativas para coletar amostras de águas e sedimento de fundo. Os perfis transversais foram feitos sob pontes e estas serviram de parâmetros para medir o volume de água nos períodos chuvoso e seco. Os dados referentes aos perfis e à vazão d'água foram sistematizados no programa AutoCad.

A vazão d'água foi executada com flutuadores que deslizaram sobre a água numa extensão de 5m de extensão, o tempo medido com um cronômetro manual. O cálculo da vazão é dado pela equação $Q = A.V$, que representa a relação entre a área (A) da seção do canal (largura x profundidade média) e a velocidade da corrente (V)" (CUNHA, 1998).

A qualidade da água foi avaliada através de amostras coletadas em duas épocas, uma chuvosa e outra seca. Foram realizadas análises de 25 variáveis físico-químicas e biológicas da água e, apenas mercurial do sedimento de fundo. Cujos resultados foram confrontados com os parâmetros da Resolução N° 357/2005 da Conama.

As amostras de sedimento de fundo foram coletadas com pá e/ou Van Vêem, fig. 4:07, a seguir, sendo que a pá foi usada para fazer a coleta nos cursos de pouca profundidade, de 50cm ou menos centímetros, e o Van Vêem nos cursos mais profundos.



Fig. 4:07 – Instrumentos de coleta de sedimento de fundo (Pá / Van Vêem)
Casarin, 2006

As amostras foram coletadas em nove pontos de oito cursos d'água, nos períodos seco e chuvoso. As amostras de água foram coletadas e acondicionadas em frascos de polietileno, de um litro, e encaminhadas para o laboratório¹¹ de análises físico-químicas e biológicas, onde foram analisadas através da metodologia indicada no quadro 4:01, das seguintes variáveis:

Quadro 4:01 - Variáveis e metodologias das análises físico-químicas e biológicas da água

VARIÁVEIS	UNIDADE	METODOLOGIA
Amônia (como NH ₃)	Mg/L	Volumetria
Cloreto	mg/L	Volumetria
Cor Aparente	mg Pt/L	Colorímetro

¹¹ Laboratório cadastrado na SEMA-MT, sob o nº 306/2006 e no CRQ, sob o nº 164/2000.

Dureza	mg/L	Volumetria
Turbidez	NTU	Turbidímetro
pH	----	pH-metro
Ferro	mg/L	E.E.U.V
Sólidos Totais	mg/L	Gravimetria
Sólidos Totais Fixos	mg/L	Gravimetria
Sólidos Totais Voláteis	mg/L	Gravimetria
Sólidos Sedimentáveis	ml x l x h	Cone Inhoff
Óleos e Graxas	mg/L	Gravimetria
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Oxímetro
DBO ₅	mg/L	Incubação
DQO	mg/L	Volumetria
Alcalinidade Total	mg/L	Volumetria
Condutividade Elétrica	µs/cm	Potenciometria
Coliformes Fecais	mg/L	Collilert
Coliformes Totais	mg/L	Collilert
Merúrio	mg/L	E.E.U.V
Aldrin + Dieldrin	µg/L	HPLC
2,4 – D	µg/L	HPLC
DDT	µg/L	HPLC
Endrin	µg/L	HPLC
Glifosato	µg/L	HPLC
Malation	µg/L	HPLC

Fonte: Resolução Nº 357/2005 - Conama
Casarin, 2006.

Quanto à concentração de pesticida na água, optou-se por realizar em três pontos (03, 08 e 09) estratégicos da Bacia e apenas uma vez, porque para fazer estas análises os custos são elevados e o projeto não dispõe de verbas necessárias para fazer as análises dos demais pontos.

Os sedimentos de fundo foram coletados para avaliar a qualidade da água, em quantidade de aproximadamente 1 quilo por amostra. Foram embaladas em sacos plásticos, identificadas conforme as normas solicitadas pelo laboratório e os ensaios mercurial foram realizados através da metodologia E.E.A.A., unidade mg/kg. Quanto à textura do sedimento de fundo foi analisada através do método de Bouyoucos.

A perda de solo por erosão laminar é um parâmetro utilizado para monitorar a evolução de processos erosivos. Pesquisadores como Bertoni & Lombardi Neto (1990), Silva, *et al* (2003), Fornelos e Neves (2006) realizaram pesquisas do potencial de perdas de solo por erosão laminar através do método da Equação Universal

de Perda de Solo-EUPS, cujo, cálculo é feito através dos seguintes fatores $A = R \times K \times LS \times C \times P$, em que:

A = Perda de solo, em $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$;

R= Erosividade das chuvas, em $MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}\ ano^{-1}$ (megajoule x milímetro de chuva por unidade de área (hectare) por hora de chuva);

K= Erodibilidade do solo, em $t\ h\ MJ\ mm^{-1}$;

LS= Fator topográfico da EUPS, adimensional;

C= Fator de uso/manejo do solo, adimensional;

P= Fator de práticas conservacionistas de solo, adimensional.

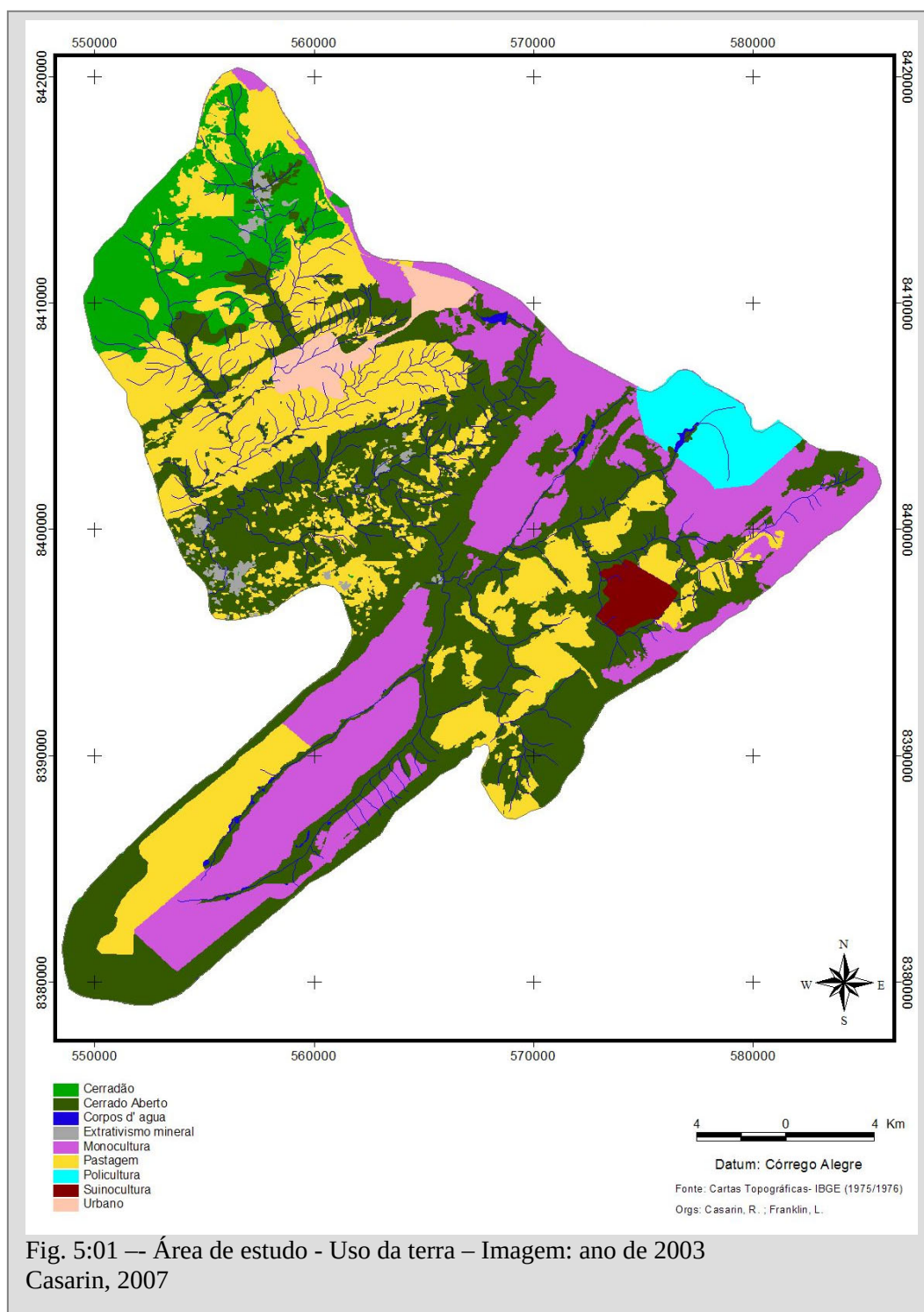
Neste estudo foi realizado o procedimento de avaliação laminar do solo para avaliar os locais com maior potencialidade de perda de solo.

5. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA PARAGUAI/DIAMANTINO

O uso e a cobertura da terra na Bacia Hidrográfica Paraguai/Diamantino são bastante diversificados, com aproximadamente 44% de vegetação nativa, Cerradão e Cerrado Aberto e 55% ocupado por vários usos entre as quais: 26% de monocultura, 18% de pastagem, 10,5% de policultura, 0,3% de suinocultura, 0,5% de área urbana, 0,2% de extrativismo mineral e 0, 25% de corpos d'água, conforme mostra a fig. 5:01, a seguir.

Fazendo uma análise desses dados em escala das sub-bacias, os diferentes usos e ocupação da terra se diferem de forma significativa. Por exemplo, a vegetação nativa na sub-bacia do Buriti é de 15% e nas sub-bacias do Melgueira e Mato Seco 67%. A pastagem varia de 5,5% na sub-bacia do Diamantino a 69% na do Buriti. A monocultura que abrange 6 sub-bacias, ocupa entre 4 % a 39% de cada, e a policultura ocupa entre 14,5 e 41% das sub-bacias do Amolar e Diamantino, respectivamente. A suinocultura está concentrada apenas na sub-bacia do Amolar, enquanto o urbano e a mineração abrangem três sub-bacias, embora valores pouco expressivos.

A porcentagem de cobertura vegetal nativa da sub-bacia do rio Paraguai é de 52%, no entanto, quando são consideradas apenas as áreas nas cabeceiras estes índices caem para próximo de 40%, justamente nas áreas onde a vegetação nativa deveria estar mais conservada. A maior parte da vegetação nativa permanece em área de relevo movimentado.



O quadro 5:01, a seguir, refere-se às sub-bacias com as respectivas áreas territoriais, uso e cobertura da terra onde demonstra que na sub-bacia do Melgueira predomina a vegetação nativa (Cerrado Aberto e Cerradão) e pastagem; na do Amolar a vegetação nativa, monocultura, pastagem, policultura e suinocultura; na sub-bacia do córrego Macaco a vegetação nativa, pastagem, monocultura, área urbana extrativismo mineral; na do Mato Seco aparecem a vegetação nativa, pastagem e extrativismo; na do Buriti a vegetação nativa, pastagem, monocultura e área urbana; na sub-bacia do Frei Manoel predomina a vegetação nativa e pastagem; na sub-bacia do rio Diamantino, a vegetação nativa, pastagem, monocultura, policultura, área urbana e extrativismo e, na do rio Paraguai a vegetação nativa, pastagem, monocultura e extrativismo.

Quadro 5:01 – As Sub-bacias: Cobertura e o uso da terra

	Área (km ²)	Corpos d'água (km ²)	Cerrado aberto / Cerradão (km ²)	Pastagem (km ²)	Monocultura (km ²)	Policultura (km ²)	Suinocultura (km ²)	Urbano (km ²)	Extrativismo (km ²)
Melgueira	48,47	-	32,48	15,99	-	-	-	-	-
		-	67%	33%	-	-	-	-	-
		0,84	59,79	19,39	58,17	23,43	0,80	-	-
Amolar	162,48	0,5%	36%	13%	36%	14 %	0,5%	-	-
Macaco	47,98	0,35	22,8	4,5	18,45	-	-	1,6	0,28
		0,7%	47,5%	9,5%	38,5%	-	-	3,3%	0,5%
		-	-	-	-	-	-	-	-
Mato Seco	10,7	-	7,2	3,48	-	-	-	-	0,02
		-	67%	32%	-	-	-	-	1%
		-	-	-	-	-	-	-	-
Buriti	34,11	-	5,2	23,54	1,42	-	-	3,95	-
		-	15%	69%	4%	-	-	11%	-
		-	-	-	-	-	-	-	-
Frei Manoel	59,14	-	35,16	23,98	-	-	-	-	-
		-	59,5%	40,5%	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-
Diamantino	108,00	-	30,4	5,92	17,72	44,2	-	7,87	1,89
		-	28,5%	5,5%	16,5%	41%	-	7%	1,5%
		-	-	-	-	-	-	-	-
Paraguai	226,18	0,3	118,41	41,2	63,91	-	-	-	2,36
		0,13 %	52,4%	18,2 %	28,23,%	-	-	-	1,04%
		-	-	-	-	-	-	-	-
Total	697,06	1,49	311,43	138,01	159,67	67,63	0,80	13,42	4,55
Percentuais	-----	0,2%	44,6 %	19,8 %	22,9 %	9,9 %	0,10 %	1,9 %	0,6 %

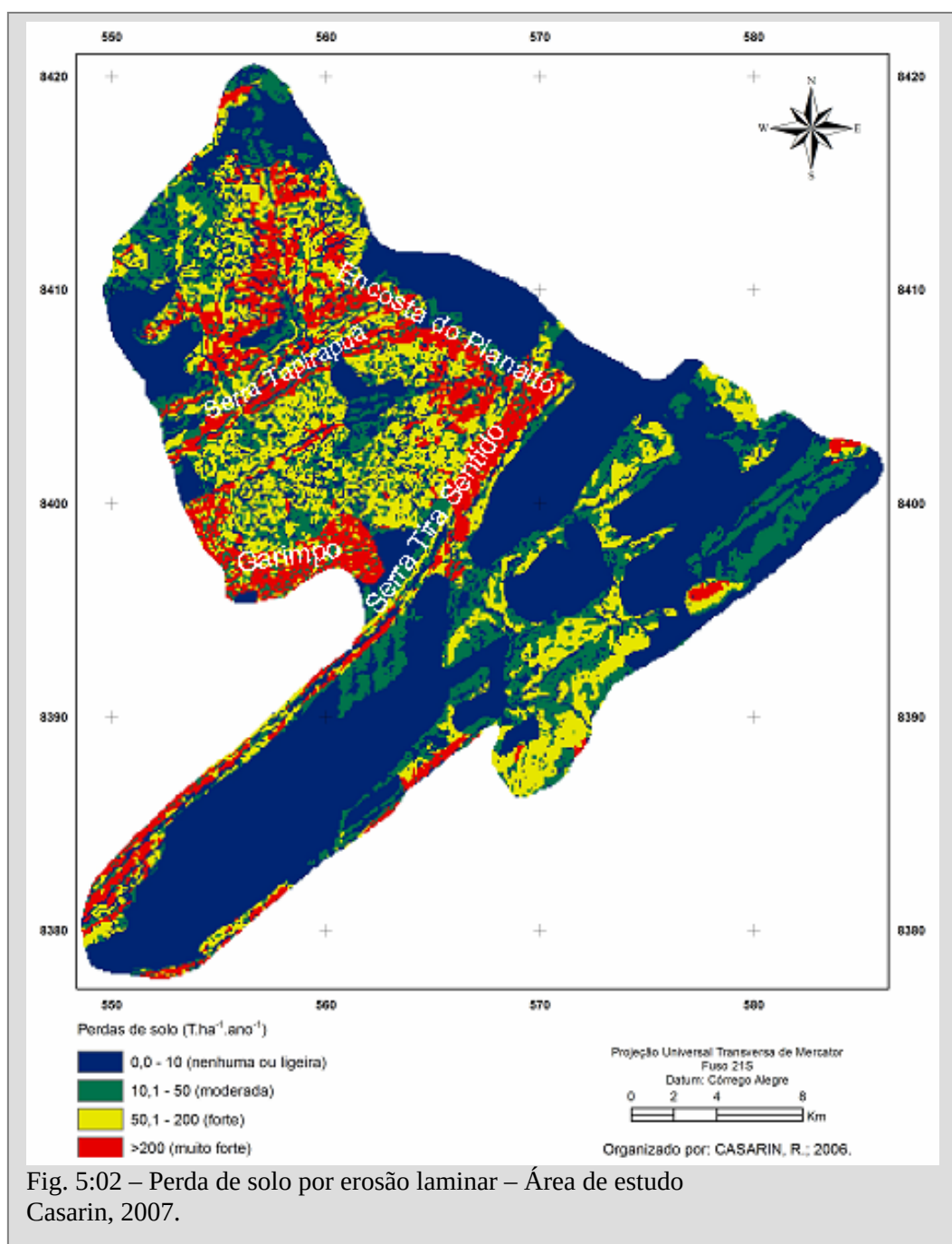
Casarin, 2007.

Quanto à perda de solo por erosão laminar na Bacia Hidrográfica Paraguai/Diamantino demonstrou-se bastante alta. O método da EUPS totalizou 735,78 t/ha/ano, contudo, ela não se distribui de forma homogênea. As sub-bacias do Paraguai, Diamantino e Buriti estão fortemente vinculadas ao uso da terra, enquanto que na sub-bacia do córrego Macaco, que apresentou a maior perda, o relevo é o elemento de maior relevância.

Conhecer os graus de perdas de solo seja por erosão laminar ou por atividade antrópica e os locais onde se originam é substancialmente interessante, porque os sedimentos produzidos nos altos cursos fluviais vão contribuir para o assoreamento e/ou a contaminação das águas ao longo dos canais. Neste caso, como pode ser observado que na bacia Paraguai/Diamantino a atividade garimpeira, que por natureza é uma atividade geradora de sedimentos, é explorada desde o início da colonização. Seguramente os sedimentos gerados nesta área contribuem para o assoreamento e contaminação das águas à jusante, inclusive o Pantanal Mato-grossense. Conhecendo as origens das perdas de solos possibilita a adoção de técnicas que minimizem a produção de sedimentos atenuando a degradação ambiental.

A fig. 5:02, a seguir, mostra a perda de solo por erosão laminar da Bacia Hidrográfica Paraguai/Diamantino em que os mais altos índices estão nas encostas das serras e do planalto, e nas áreas de garimpo.

Com referência às sub-bacias, as perdas de solo por erosão laminar variaram de 21,08 a 147,1 t/ha/a, devido, principalmente, ao relevo e uso da terra.



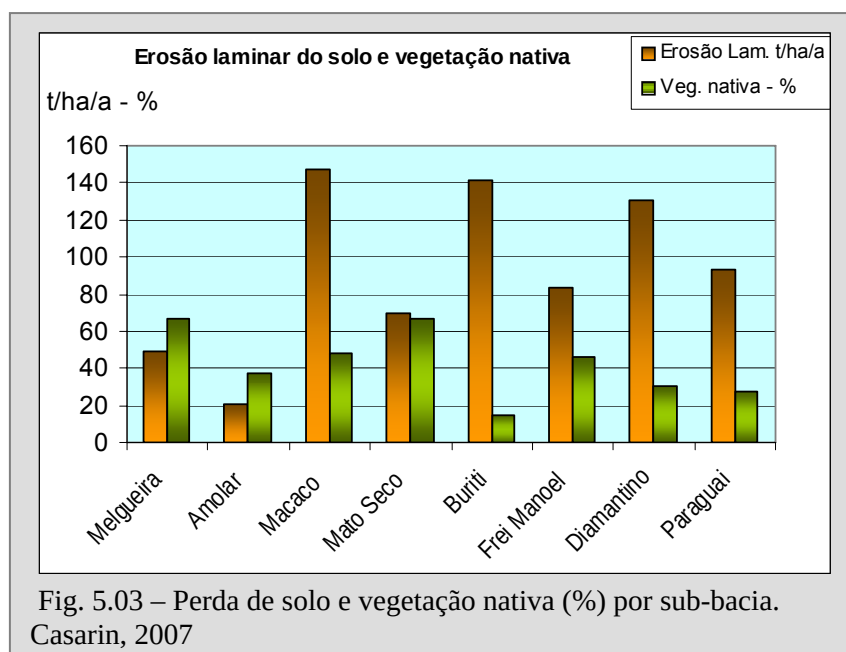
O quadro 5:02, a seguir, mostra a relação das perdas de solo por erosão laminar e vegetação nativa por sub-bacia.

Quadro 5:02 – Sub-Bacias: Erosão laminar e vegetação nativa

Sub-Bacias	Erosão Laminar t/ha/a	Vegetação nativa
Ribeirão Melgueira	49,18	67%
Córrego Amolar	21,08	37%
Córrego Macaco	147,1	48%
Córrego Mato Seco	69,63	67%
Ribeirão Buriti	140,94	15%
Córrego Frei Manoel	83,6	46%
Rio Diamantino	130,9	30%
Rio Paraguai	93,25	27%

Casarin, 2007

A fig. 5:03 refere-se à perda de solo medida em t.ha.a. e a vegetação nativa em percentuais sobre a área territorial de cada sub-bacia, portanto, se faz necessário observar que as medidas são diferentes. A sub-bacia do córrego Macaco com a maior perda de solos, possui mais de 40 % de vegetação nativa, contrariamente a do Amolar com, praticamente os mesmos índices de vegetação nativa, tem a menor perda de solo, menos de 20%.



Quanto à qualidade da água, a pesquisa mostrou que a Bacia Hidrográfica Paraguai/Diamantino já não tem águas de melhor qualidade, salvo alguns

córregos. As variáveis analisadas em amostras de água coletadas em nove pontos, de oito cursos fluviais, cujos resultados foram comparados aos parâmetros da Resolução N° 357/2005, do Conama apontaram, principalmente, alta concentração de mercúrio e, também a presença de ferro, amônia e óleos e graxas acima do permitido pela lei.

A concentração de ferro na água se justifica pelo substrato basáltico das rochas, nas Formações Diamantino, Raizama e Sepotuba (RADAMBRASIL, 1982) predominantes na região. A presença da amônia e de óleos e graxas é muito baixa, cujos valores não comprometem a qualidade da água. Contudo, a existência de mercúrio ocorreu em níveis altos, tanto na água como no sedimento de fundo de quase todos os cursos d'água. Podendo, assim, afirmar que alguns cursos estão fortemente contaminados por mercúrio, como os córregos Mato Seco, Buriti e Frei Manoel. Mas, as grandes áreas degradadas, pelos garimpos, estão nas sub-bacias do Diamantino e do Paraguai.

Quanto aos pesticidas, foram analisadas as variáveis de Aldrin + Dieldrin, 2,4 – D, DDT, DDT, Endrin e Glifosato, em amostras de água das estações 03, 08 e 09, as quais acusaram resultados negativos. Mas, vale lembrar que são análises preliminares realizadas na época em que as terras estavam sendo preparadas para o plantio e logo após a aplicação dos pesticidas. O ideal seria fazer um acompanhamento sistemático, com coletas regulares e com intervalos mais amiúdes.

O quadro 5:03, a seguir, mostra os resultados das análises físico-químicas da água e do sedimento de fundo. A partir da concentração do mercúrio encontrado nas amostras de água e no sedimento de fundo, dos diferentes cursos d'água, foram atribuídas às águas a sua qualidade, ou seja, Classes I, II e III, conforme as determinações do Conama.

Quadro 5:03 – Variáveis e Índices de Qualidade da Água-IQA

Variáveis	Unidade	Padrões do Conama		Ponto 1 Melgueira		Ponto 2 Amolar		Ponto 3 Paraguai I		Ponto 4 Macaco		Ponto 5* Mato Seco		Ponto 6 Buriti		Ponto 7 F. Manoel		Ponto 8 Diamantino		Ponto 9 Paraguai II	
		Água Classe I	Água Classe II	Seco	Chuva	Seco	Chuva	Seco	Chuva	Seco	Chuva	Seco	Chuva	Seco	Chuva	Seco	Chuva	Seco	Chuva	Seco	Chuva
Cor Aparente	mg Pt/L		75	40	28	60	22	48	34	30	58	0,0	74	72	76	36	22	55	40	40	60
Dureza	mg/L		500	21	13	29	17	17	19	11	24	0,0	30	40	37	17	14	42	33	29	34
Turbidez	NTU	40	Até 100	12	5	26	8	20	10	14	22	0,0	26	26	30	16	8	28	16	14	26
Temperat. da água				23,8	26,3	20,8	26,3	24,5	25,9	21	28,2	0,0	29	23,1	27,7	24,5	28,2	24,5	27,3	23,6	26,9
pH	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	8,1	7,4	7,9	7,4	8	7,4	7,7	7,8	0,0	7,4	7,6	7,8	7,7	7,4	8,2	7,8	8,1	6,69
Ox. Dissolvido	MH/L	> 6 mg/L O2	5	6,2	7,1	6,17	6,94	7,4	7,1	6,39	5,84	0,0	5,76	6,3	6,19	6,14	6,9	6,03	6,8	6,77	6,1
DBO5 dias a 20°C	mg/L	3 mg/L O2	5 mg/L O2	13	10	15	12	17	19	9	17	0,0	21	19	24	12	14	17	13	16	25
DQO	mg/L			22	16	25	20	29	32	15	29	0,0	35	32	40	20	21	28	22	25	42
Alcalinidade Total	mg/L		250	37	24	39	31	42	39	19	26	0,0	44	38	47	21	28	36	29	38	41
Condut. Elétrica	µs/cm		1250	39	19	22	32	48	26	4	39	0,0	75	9	41	22	45	15	18	35	30
Sólidos Totais	mg/L	500	1000	260	211	314	256	298	361	156	409	0,0	491	359	532	291	320	478	269	315	483
Sólidos Totais fixos	mg/L			115	86	133	102	126	144	69	163	0,0	199	152	209	122	128	200	107	133	193
Sól. Totais Voláteis	mg/L			140	124	180	153	171	216	86	245	0,0	201	206	314	168	192	270	162	180	288
Sól. Sedimentáveis	m1 x1 x h			0,2	0,0	0,3	0,2	0,4	0,2	0,0	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,4	0,0	0,6	0,0	0,2	0,4
Coliformes Fecais	NMP/100 ML	200	1.000	13	10	9	16	60	108	5	40	0,0	32	34	28	5	19	10	27	15	70
Coliformes Totais	NMP/100 ML		4.000	41	36	53	80	300	447	28	156	0,0	181	289	192	30	73	48	60	189	320
Óleos e Graxas	mg/L	Ausentes	Ausentes	0,004	0,003	0,002	0,002	0,011	0,009	0,001	0,002	0,0	0,002	0,009	0,003	0,002	0,002	0,014	0,005	0,008	0,012
Ferro	mg/L	0,3	0,3	1,1	0,9	1,4	1,1	1,6	1,9	0,93	1,47	0,0	1,59	0,74	1,18	1,3	1,1	1,9	1,5	1,9	1,7
Amônia (como NH3)***	mg/L	0,1a 0,5	0,1a 0,5	0,0	0,01	0,01	0,03	0,03	0,07	0,01	0,05	0,0	0,1	0,05	0,02	0,02	0,0	0,06	0,09	0,09	0,13
Cloreto	mg/L		250	2	0,8	1,7	0,5	5	9	0,8	10	0,0	14	9	5	1,8	0,5	7	11	11	29
Mercúrio/água	mg/L Hg	0,0002	0,002	0,002	0,001	0,0	0,0	0,0	0,001	0,0	0,002	0,0	0,003	0,003	0,001	0,005	0,002	0,002	0,001	0,0	0,002
Mercúrio/sedimento	mkg/Hg			0,03	0,01	0,0	0,0	0,02	0,0	0,01	0,0	0,07	0,05	0,09	0,03	0,08	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07
Padrão da água																					
Classe I						X															
Classe II								X		X											
Classe III				X								X		X		X		X		X	

Padrões Resolução Nº 357/2005 - Conama; Laboratório cadastrado na Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA-MT, Sob Nº 847

Org. Casarin, 2007

No quadro 5:04 estão as sub-bacias, uso predominante da terra, cobertura predominante, erosão laminar do solo e as respectivas Classes da água, conforme parâmetros do Conama.

Quadro 5:04 – Classes da água por sub-bacia

Sub-Bacias	Uso Predominante	Vegetação Nativa	Erosão Laminar t/ha/a	Classes D' água
Ribeirão Melgueira	Pastagem	67%	49,18	III
Córrego Amolar	Monocultura	37%	21,08	I
Córrego Macaco	Monocultura	48%	147,1	II
Córrego Mato Seco	Cerrado Aberto	67%	69,63	III
Ribeirão Buriti	Pastagem	15%	140,94	III
Córrego Frei Manoel	Cerrado	46%	83,6	III
Rio Diamantino	Cerrado	30%	130,9	III
Rio Paraguai	Cerrado	27%	93,25	III

Casarin, 2007.

Os córregos Amolar e Macaco apresentaram o melhor padrão de qualidade das águas, Classes I e II. No entanto, são as sub-bacias com os maiores índices de desmatamento, com o uso predominante de monocultura, mas a cobertura de vegetação nativa é significativa. Quanto à perda de solo estas apresentaram, respectivamente, a menor e a maior perda de solo, sendo que o relevo é o elemento primordial que melhor justifica estes índices.

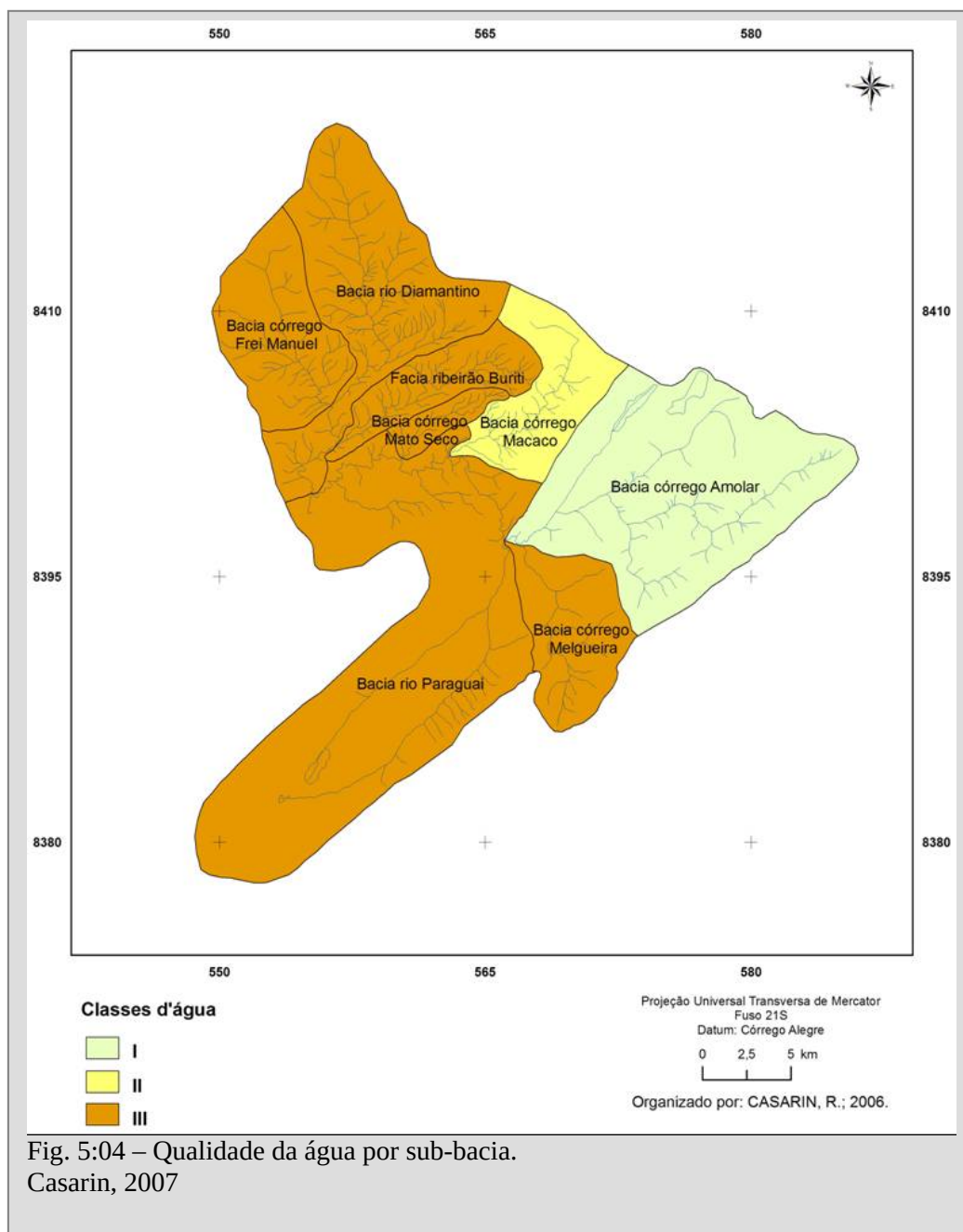
As sub-bacias do Melgueira e Mato Seco têm elevado índice de cobertura vegetal (67%), o uso predominante da terra é pastagem e apresentam forte perda de solo por erosão laminar. Conquanto, a qualidade da água se enquadra apenas na Classe III, por influência da concentração de mercúrio nos leitos fluviais.

A sub-bacia do Buriti apresentou baixo índice de cobertura vegetal, alto grau de pastagem, sendo este uso da terra predominante, forte perda de solo e os cursos fluviais contaminados por mercúrio e a água enquadra-se apenas na Classe III.

A sub-bacia do córrego Frei Manoel tem alto índice de vegetação nativa, com usos predominante de terra de pastagem e apresentou forte perda de solo. A água se enquadra apenas na Classe III devido a concentração de mercúrio.

As sub-bacias do Diamantino e Paraguai apresentam nível médio de cobertura vegetal, entre 27 e 30%, o uso predominante da terra se constitui em monocultura e policultura e apresentam fortes perdas de solo. Os cursos fluviais apresentam significativos processos de assoreamento e as águas estão contaminadas por mercúrio, enquadrando-se na Classe III. Ressalta-se que as amostras de água da estação fluviométrica 03, localizada no planalto, acusou baixa concentração de mercúrio, neste ponto a água pode se enquadrada na Classe II.

Para demonstra espacialmente a qualidade da água foi elaborado os mapas com as sub-bacias e as respectivas Classes I, II e III, conforme obtidas por sub-bacias, fig. 5:04, a seguir, evidenciando os locais mais poluídos pelo mercúrio.



Para demonstrar a quantificação de mercúrio encontrada em cada amostra de água e de sedimento de fundo foram elaborados gráficos de quantificação e a média de mercúrio na água e no sedimento de fundo durante os períodos seco e chuvoso, por canal fluvial, conforme mostram as figuras 5:05 e 5:06, a seguir.

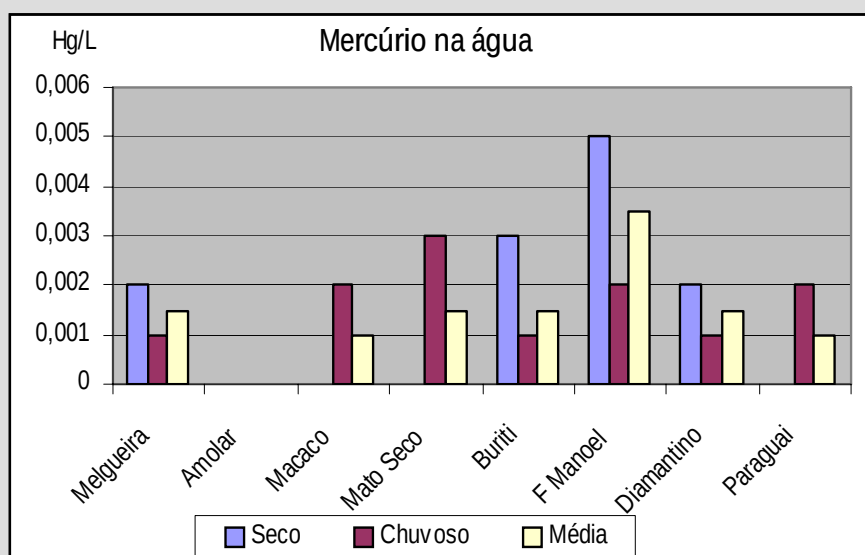


Fig. 5:05 – Gráfico - Mercúrio na água
Casarin 2007

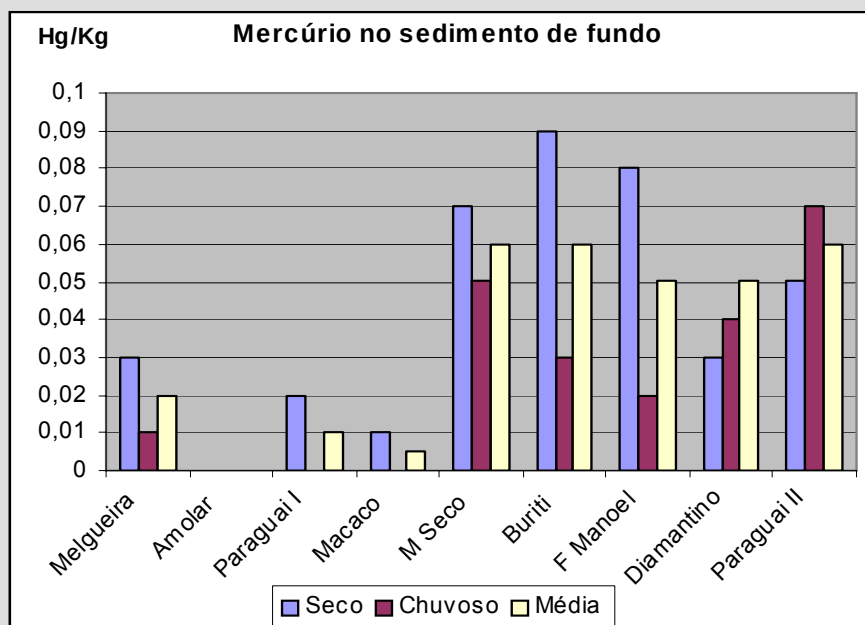


Fig. 5:06 – Gráfico - Mercúrio no sedimento de fundo
Casarin, 2007.

A espacialização do mercúrio foi feita para dar uma dimensão mais detalhada dos locais onde é feita a exploração do ouro. Embora o diamante é explorado concomitantemente com o ouro, o mercúrio é usado somente na amalgamação do ouro.

As figuras a seguir mostram a concentração do mercúrio na água nos períodos seco e chuvoso, por sub-bacia.

No mês de setembro, ou seja, durante o período seco, quando foram coletadas as primeiras amostras, as maiores concentrações de mercúrio na água ocorreram nos córregos Buriti e Frei Manoel, seguidos do Diamantino e do Melgueira. Já os cursos do Amolar, Macaco e Paraguai não acusou presença desse metal, conforme pode ser observado na fig. 5:07.

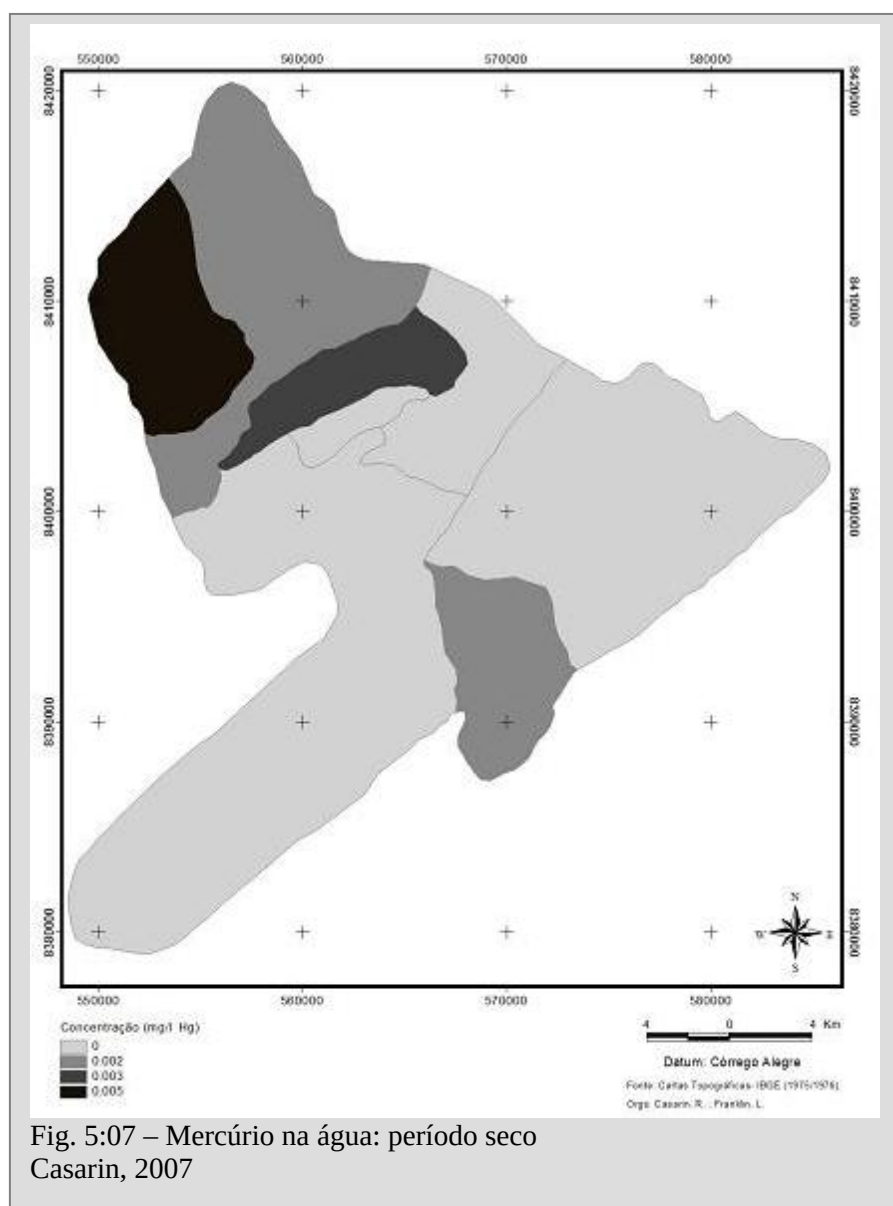


Fig. 5:07 – Mercúrio na água: período seco
Casarin, 2007

No entanto, as análises do sedimento de fundo feitas no mesmo período mostraram resultados bem diferentes. Somente no córrego Amolar não foi constatada a presença de mercúrio, conforme mostra o mapa de espacialização, por sub-bacia, de mercúrio no sedimento de fundo, fig. 5:08.

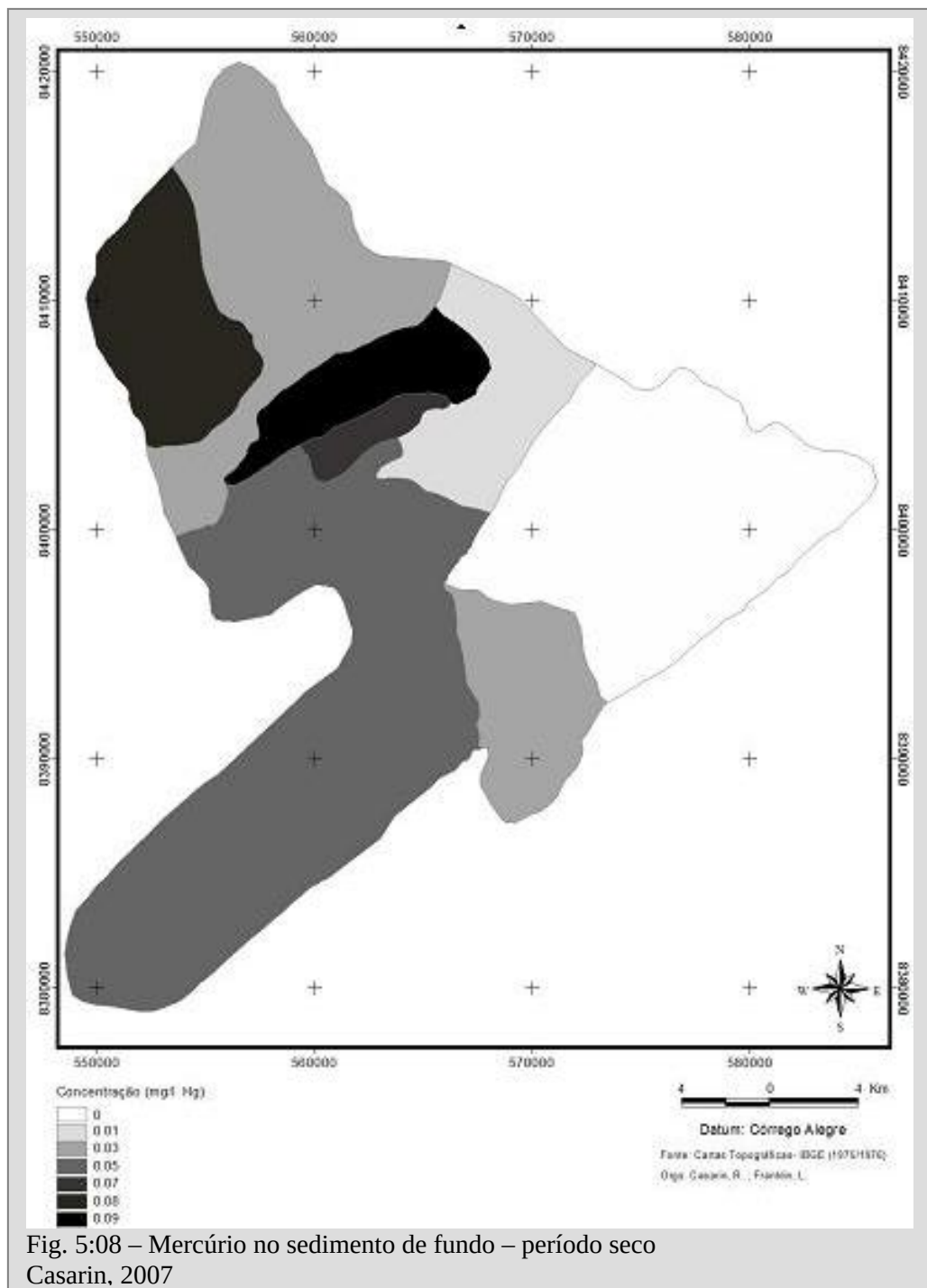


Fig. 5:08 – Mercúrio no sedimento de fundo – período seco
Casarin, 2007

As amostras de água coletadas no período chuvoso demonstraram que houve concentração de mercúrio em todas as amostras, com exceção na do Amolar, fig. 5:09.

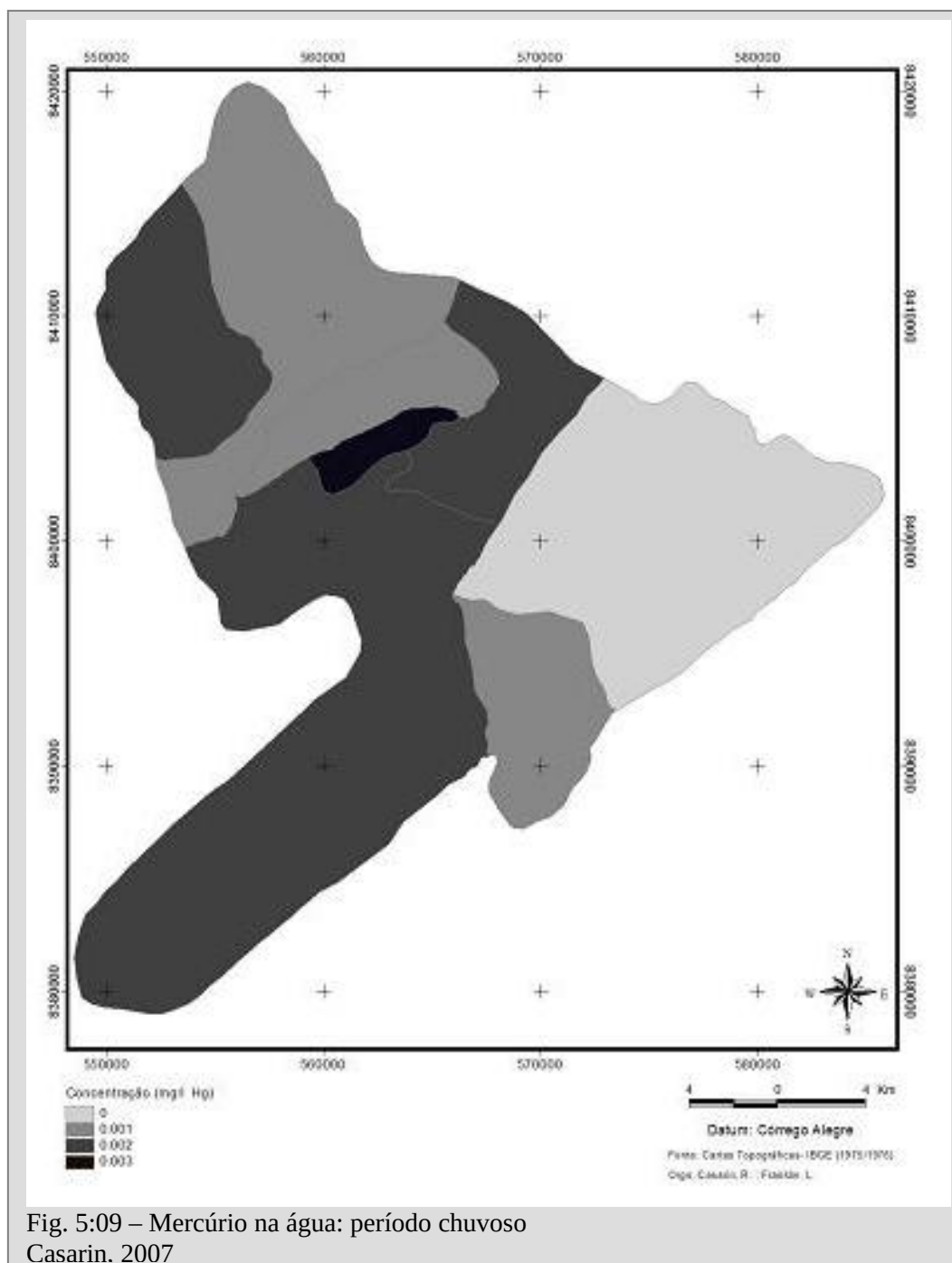


Fig. 5:09 – Mercúrio na água: período chuvoso
Casarin. 2007

As análises das amostras de sedimento de fundo coletadas durante a estação chuvosa acusaram concentração de mercúrio em quase todos os cursos, com exceção dos cursos do Amolar e do Macaco, como pode ser visto na fig.5:10.

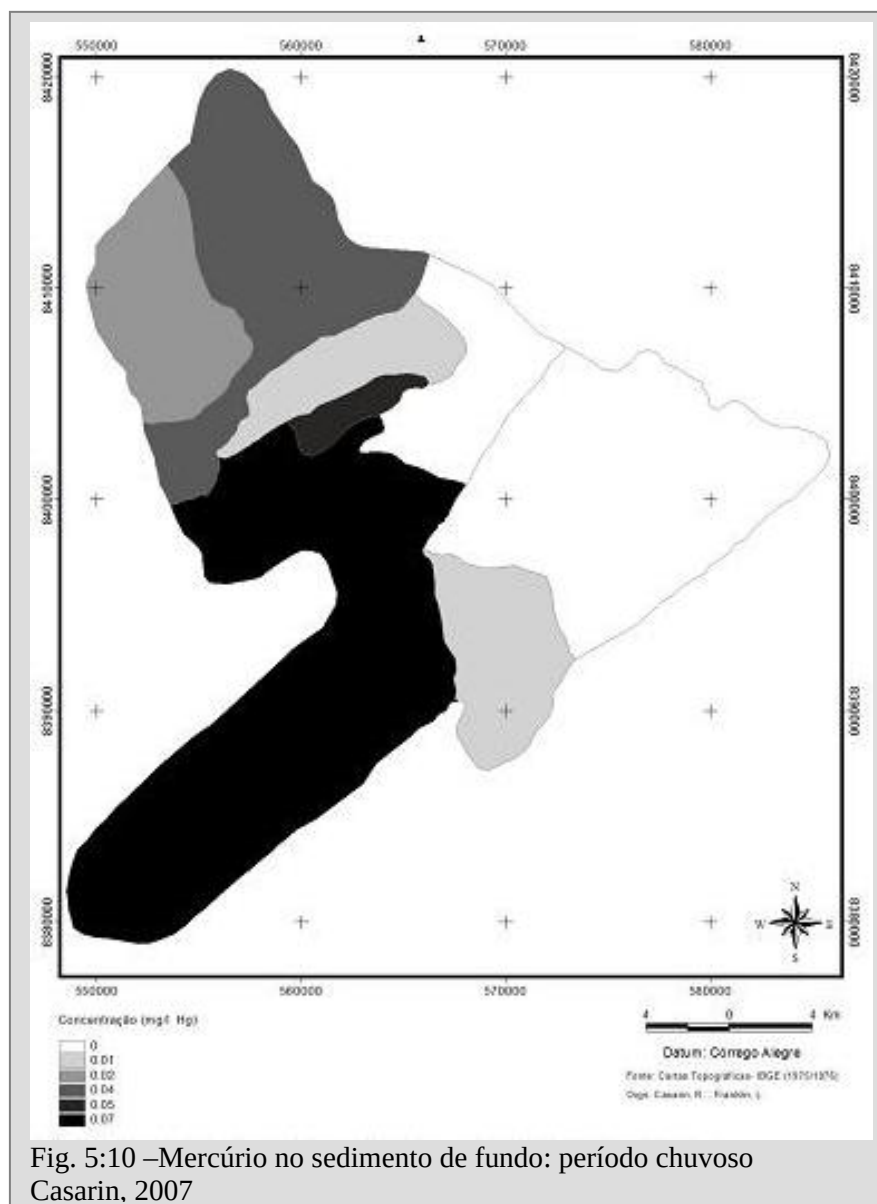
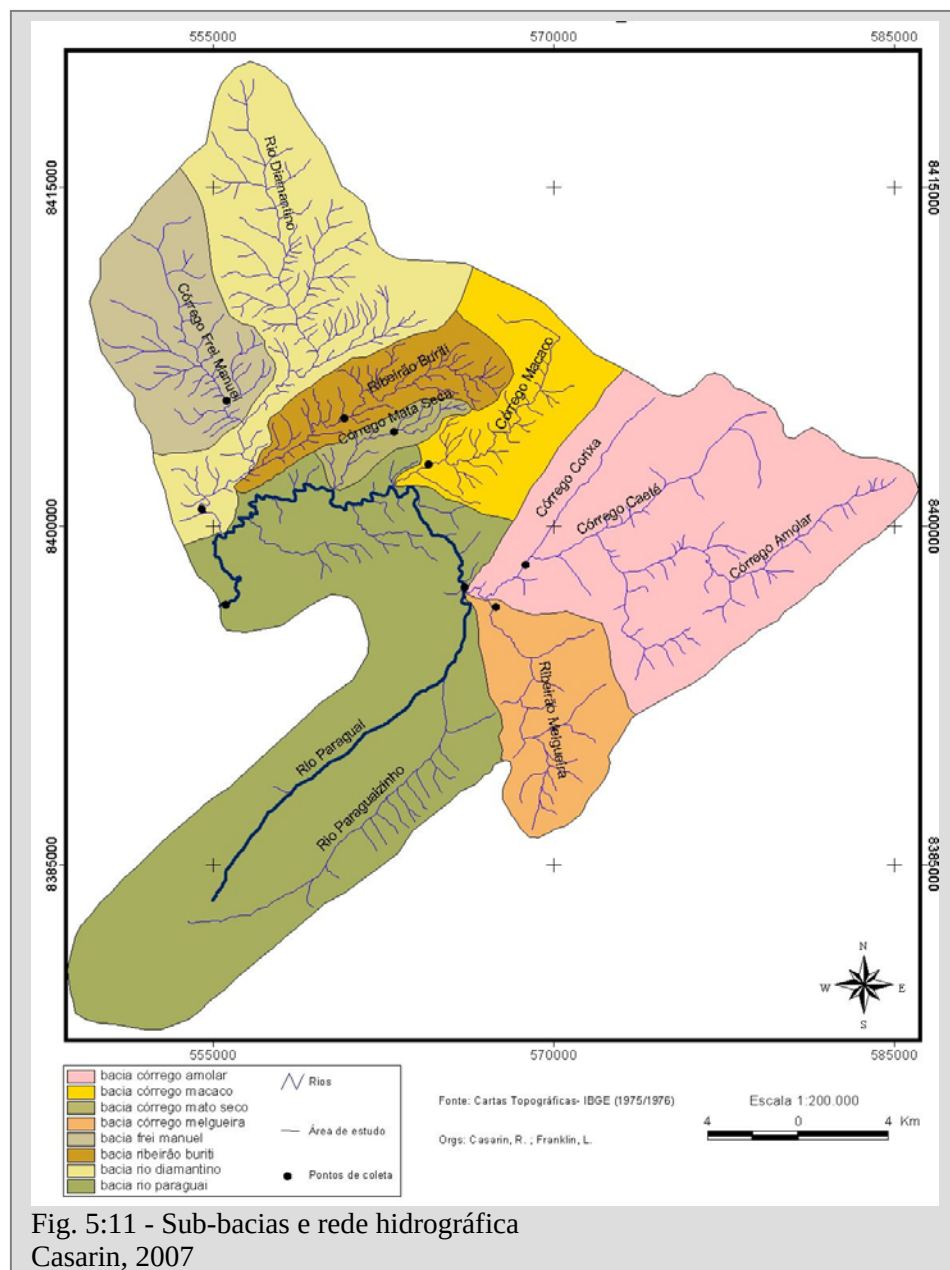


Fig. 5:10 –Mercúrio no sedimento de fundo: período chuvoso
Casarin, 2007

Os índices de mercúrio encontrado na água e no sedimento de fundo variaram em cada amostra, tanto no período seco como no chuvoso, contudo, sempre houve a presença desse metal, poluindo o meio ambiente. Observa-se ainda, que a poluição das águas e dos sedimentos de fundo nos canais fluviais se dispersam ao longo da bacia, contaminando animais e plantas.

5. 1 As Sub-Bacias

Os resultados da pesquisa também estão apresentados em escala de sub-bacias, onde as informações estão mais detalhadas. Inicialmente é mostrada a figura 5:11 que se refere ao mapa da área de estudo, particularizado em escala de sub-bacias onde mostra os cursos d'água com os pontos que representam as estações fluviométricas alternativas em toda a área.



Na seqüência estão demonstradas as sub-bacias e descritas as características físicas dos locais onde foram estabelecidas as estações fluviométricas alternativas.

5.1.1 SUB-BACIA DO RIBEIRÃO MELGUEIRA

O ribeirão Melgueira nasce na Província Serrana, escoando de S para NO e deságua no córrego Amolar. Formando uma bacia que abrange aproximadamente 9% da área de estudo, com a cobertura e uso da terra predominantemente de Cerrado Aberto e pastagem, conforme mostra a fig. 5:01.

Uso da terra

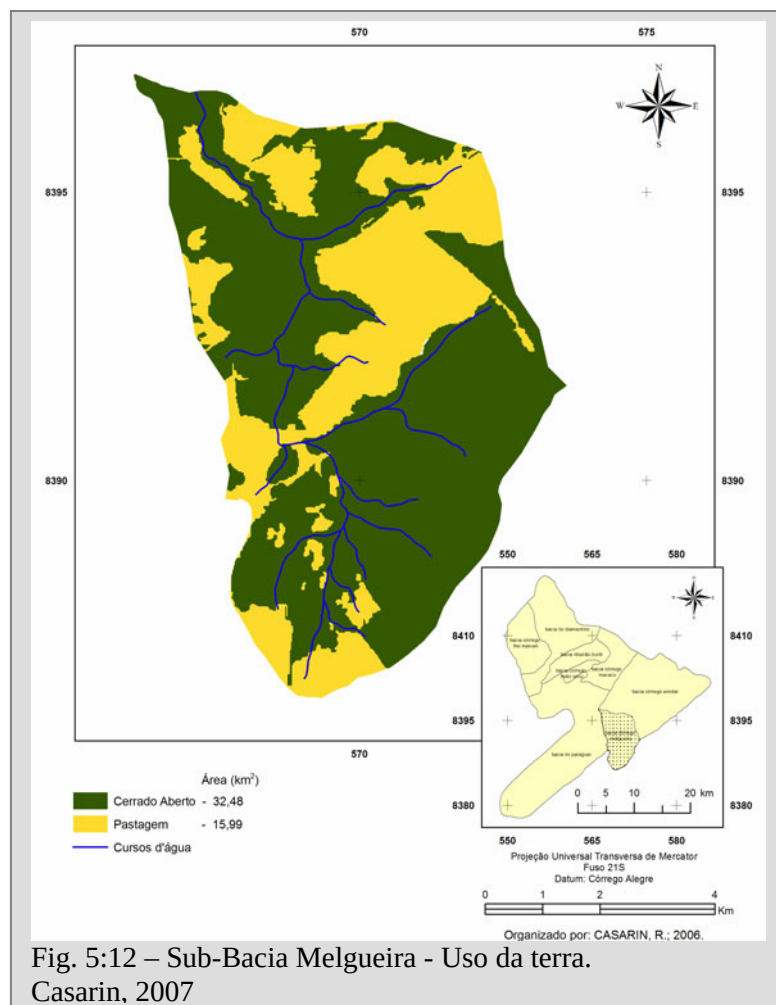


Fig. 5:12 – Sub-Bacia Melgueira - Uso da terra.
Casarin, 2007

Embora, nesta sub-bacia não tenha sido possível identificar, visivelmente, áreas de mineração na imagem de satélite, as análises físico-químicas da água e do sedimento de fundo acusaram alta concentração de mercúrio, justificando que houve a atividade de mineração.

Erosão laminar do solo

A erosão laminar do solo foi realizada através do método de Equação Universal de Perda de Solo-EUPS que indica a tendência de desgaste natural do solo associado às técnicas de manejo e cobertura vegetal da terra, e apresentou níveis diferenciados para cada sub-bacia.

A perda de solo por erosão laminar da sub-bacia do ribeirão Melgueira, foi espacializada e acusou a quantificação de 49,18 t./ha/ano. Através do mapa, fig. 5:13, pode-se observar que os pontos críticos de erosão, o nível ‘muito forte’, estão em pequenas áreas. Já as perdas ‘forte e moderada’ espalham-se por toda a bacia e a ‘nula’ encontra-se numa faixa intermediária da bacia.

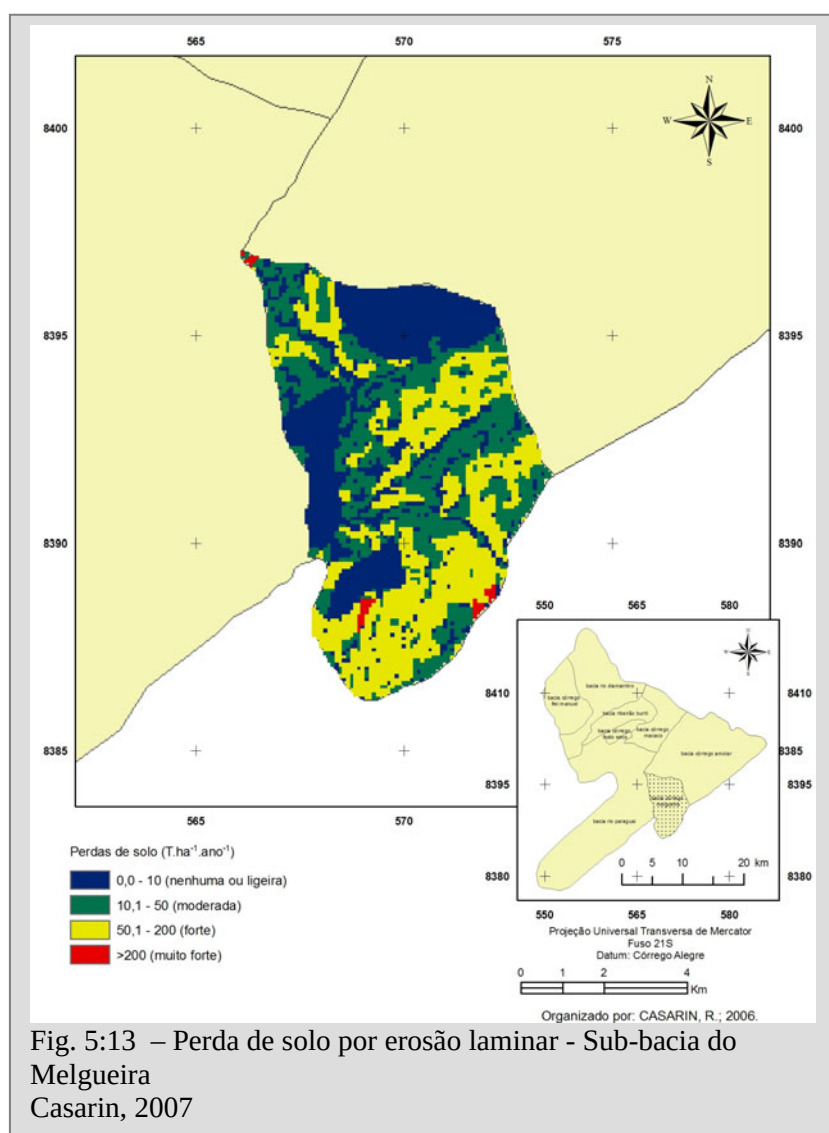


Fig. 5:13 – Perda de solo por erosão laminar - Sub-bacia do Melgueira
Casarin, 2007

Qualidade da água

A primeira estação fluviométrica alternativa, ponto 01, foi estabelecida no ribeirão Melgueira localizada a 14° 30” 14’ S e 56° 22” 26’ W, representada na imagem através do círculo amarelo, fig. 5:14, a seguir. Neste local, pode ser observado que a vegetação ciliar está preservada enquanto que o seu entorno é ocupado por lavouras e/ou pastagens.



Fonte: Google Earth. Acesso em 28/12/2006.

Fig. 5:14 - Localização do ponto 01 - Ribeirão Melgueira
Org. Casarin, 2007

As características ambientais do córrego Melgueira são boas, conforme mostra a foto 5:01; as margens aparecem com a mata ciliar preservada, a água é transparente e o leito é bem encaixado, embora seja de pouca profundidade. Há fragmentos de rochas de tamanhos variados e o sedimento de fundo é formado por 96,9% de areia, 2,1% de silte e 1,0% de argila.

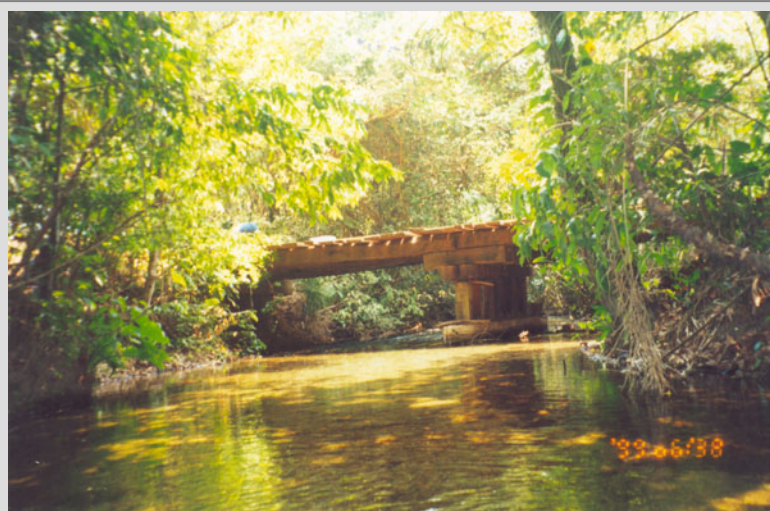


Foto 5:01 - Leito do Ribeirão Melgueira
Casarin, 2007

O perfil transversal do ribeirão Melgueira, fig. 5:15, mostra o leito de fundo chato com uma suave depressão na margem esquerda. A vazão d'água em 18/09/05 e 18/02/06 nos períodos seco e chuvoso acusaram, respectivamente, 0,519 m³/s e 8 m³/s, com significativa variação de vazão.

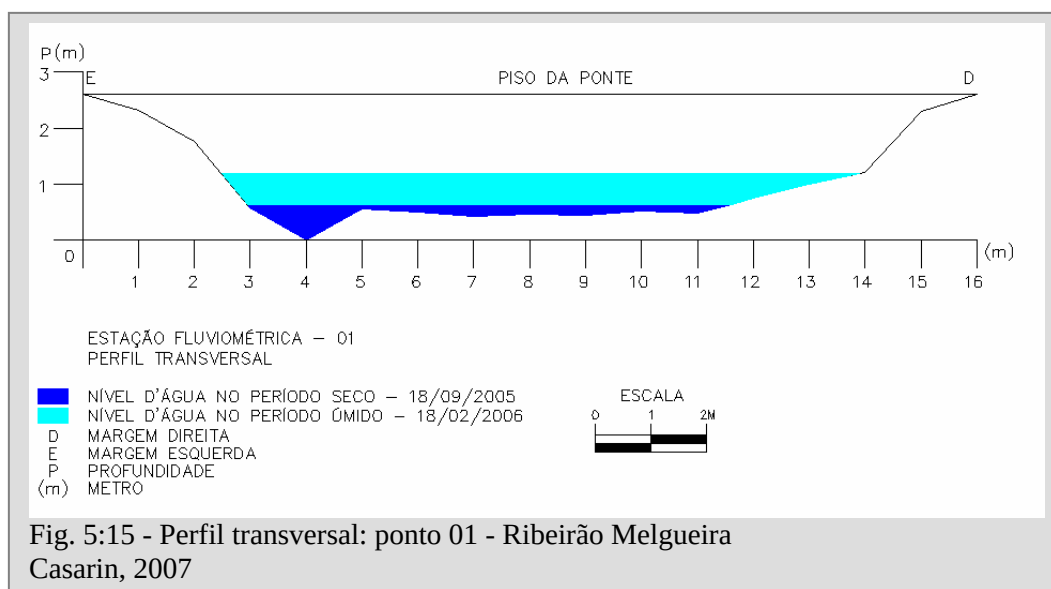


Fig. 5:15 - Perfil transversal: ponto 01 - Ribeirão Melgueira
Casarin, 2007

O quadro 5:05 refere-se aos resultados das análises físico-químicas da água do ribeirão Melgueira.

Quadro 5:05 - Variáveis e parâmetros fluviométricos: Estação 01

Variáveis	Unidade	Classe I*	Classe II*	Seco	Chuva
Cor Aparente	mg Pt/L		75	40	28
Dureza	mg/L		500	21	13
Turbidez	NTU	40	Até 100	12	5
Temperatura da água				23,8	26,3
pH	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	8,1	7,4
Oxigênio Dissolvido	MH/L	> 6 mg/L O2	5	6,2	7,1
DBO5 dias a 20°C	mg/L	3 mg/L O2	5 mg/L O2	13	10
DQO	mg/L			22	16
Alcalinidade Total	mg/L		250	37	24
Condutividade Elétrica	µs/cm		1250	39	19
Sólidos Totais	mg/L	500	1000	260	211
Sólidos Totais fixos	mg/L			115	86
Sólidos Totais Voláteis	mg/L			140	124
Sólidos Sedimentáveis	m1 x1 x h			0,2	0
Coliformes Fecais	NMP/100 ML	200	1.000	13	10
Coliformes Totais	NMP/100 ML		4.000	41	36
Óleos e Graxas	mg/L	Ausentes	Ausentes	0,004	0,0025
Ferro	mg/L	0,3	0,3	1,1	0,9
Mercúrio	mg/L Hg	0,0002	0,002	0,002	0,001
Amônia (como NH3)	mg/L	0,1 a 0,5	0,1 a 0,5	0	0,01

Cloreto	mg/L		250	2	0,8
---------	------	--	-----	---	-----

* Padrões Resolução Nº 357/2005 - Conama; Laboratório cadastrado na Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA-MT, Sob Nº 847; Metodologia Analítica: Standart Methods for the Examination of Water and wastewater, 21.

Org. Casarin, 2007

A variável de mercúrio que também foi analisada no sedimento de fundo acusou os valores de 0,03 e 0,01 mg/Kg/H, respectivamente, nos períodos seco e chuvoso, confirmando a contaminação encontrada nas análises físico-químicas das águas.

5.1.2 SUB-BACIA DO CÓRREGO AMOLAR

Uso da terra

A sub-bacia do Amolar está localizada na parte nordeste da área de estudo, ocupando cerca de 30% dela. Nesta área, emergem vários mananciais em meio às veredas, as quais estão sendo comprometidas pelo desmatamento e pela formação de lavouras e pastagens.

Conforme mostra a fig. 5:16, a seguir, o uso da terra é diversificado, possui Cerrado Aberto, pastagens, lavouras comerciais e policultura e o Assentamento Rural Caetés, cujo projeto congrega pequenas propriedades de lavoura de subsistência, e nas grandes lavouras cultivam, principalmente soja e milho.

Nesta sub-bacia, está localizada uma das maiores suinoculturas de Mato Grosso, a Carrol's do Brasil, com a média entre 12.000 a 13.000 matrizes, sendo que a alta concentração de animais é um sério risco de contaminação do lençol freático.

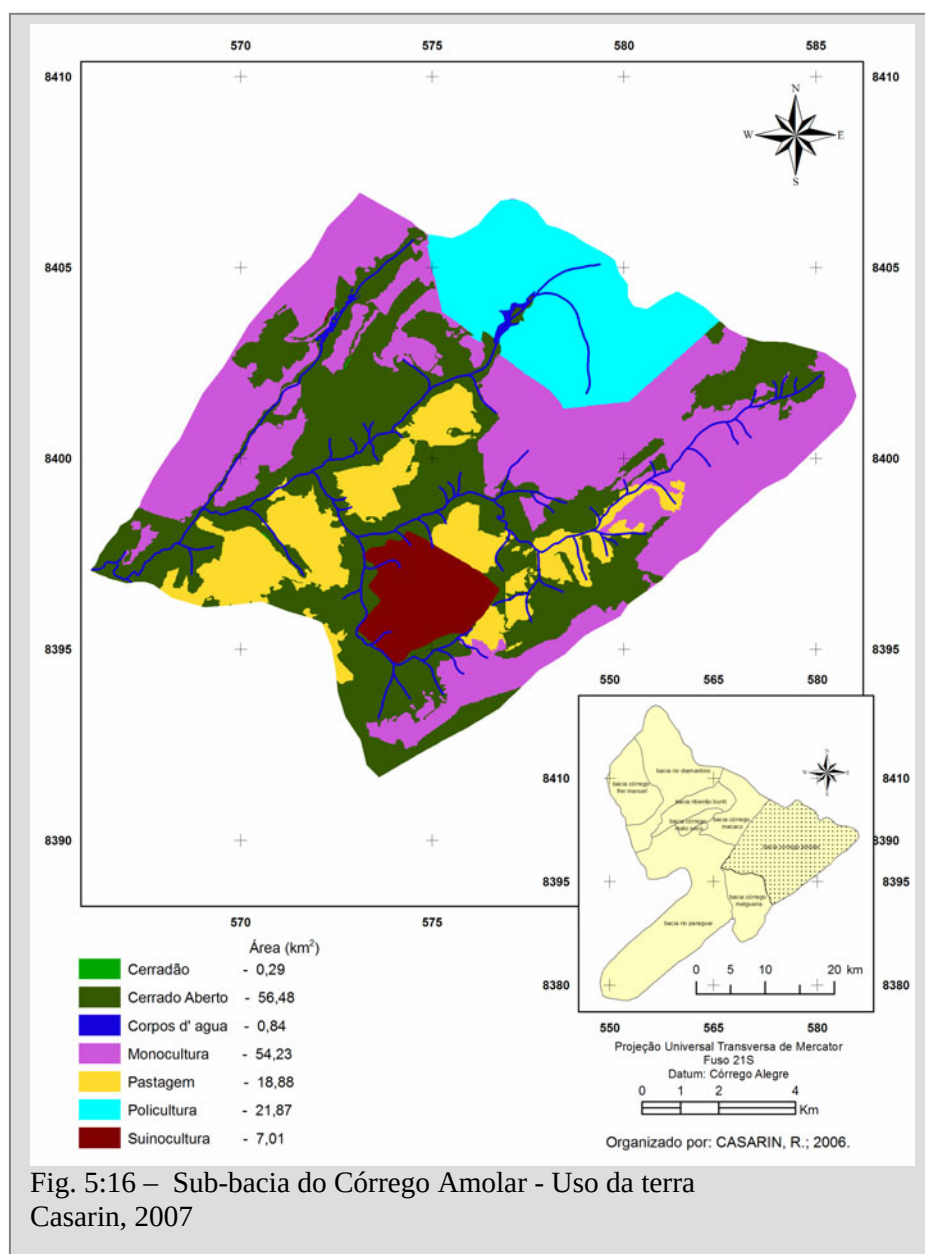


Fig. 5:16 – Sub-bacia do Córrego Amolar - Uso da terra
Casarin, 2007

Erosão laminar do solo

A quantificação da perda de solo por erosão laminar acusou 21,08 t./ha/ano, sendo o menor índice das unidades de estudo. A espacialização, fig. 5:17 a seguir, mostra baixa perda do solo, apesar de ser a área com o mais alto índice de uso antrópico, que se justifica por ser área de relevo plano onde são adotadas técnicas de preservação de uso da terra adequadas.

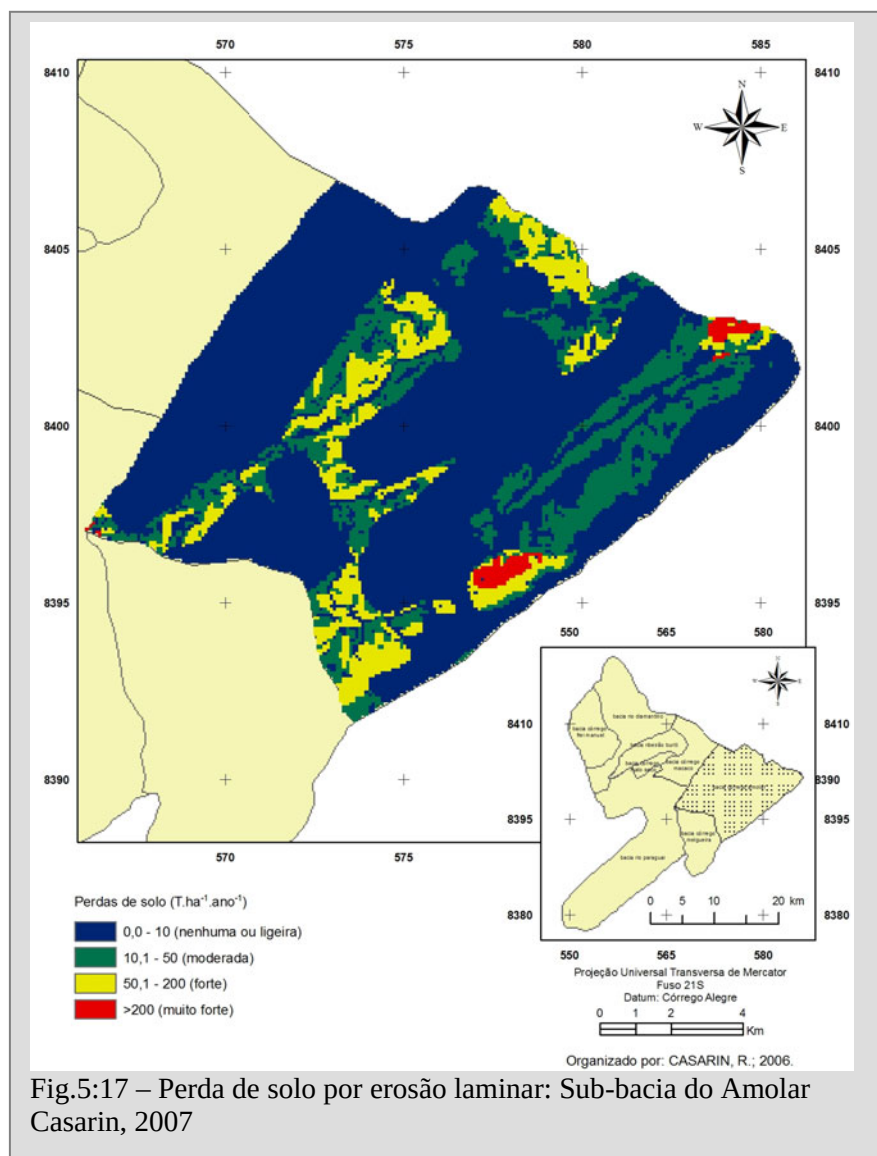


Fig.5:17 – Perda de solo por erosão laminar: Sub-bacia do Amolar Casarin, 2007

Qualidade da água

A fig. 5:18 mostra a imagem com o círculo em amarelo onde foi instalada a segunda estação fluviométrica, ponto 02, localizada a 14° 29' 13" S e 56° 21' 42" W em que o desmatamento atingiu as margens do rio.



Embora a vegetação ciliar ainda se apresente em bom estado de conservação, as cercas ao longo da estrada, atravessam os leitos fluviais, indicando que estes fazem parte da pastagem e os canais fluviais já estão sofrendo esta pressão.

As águas do córrego Amolar são transparentes, conforme mostra a foto 5.1.2:01, a seguir, durante o período seco, mas, na estação chuvosa e estas se tornam muito turvas.



O canal contém blocos de rochas de variados tamanhos e o sedimento de fundo é composto por 96,8%, de areia, 0,2% de silte e 3,0% de argila.

O perfil transversal do córrego Amolar mostra o leito bem encaixado e o relevo do fundo achatado, com suaves saliências, fig. 5:19. Este canal apresentou vazão de água de 0,802 m³/s em 18/09/05 no período seco, e 13,3 m³/s, em 18/02/06, época das chuvas.

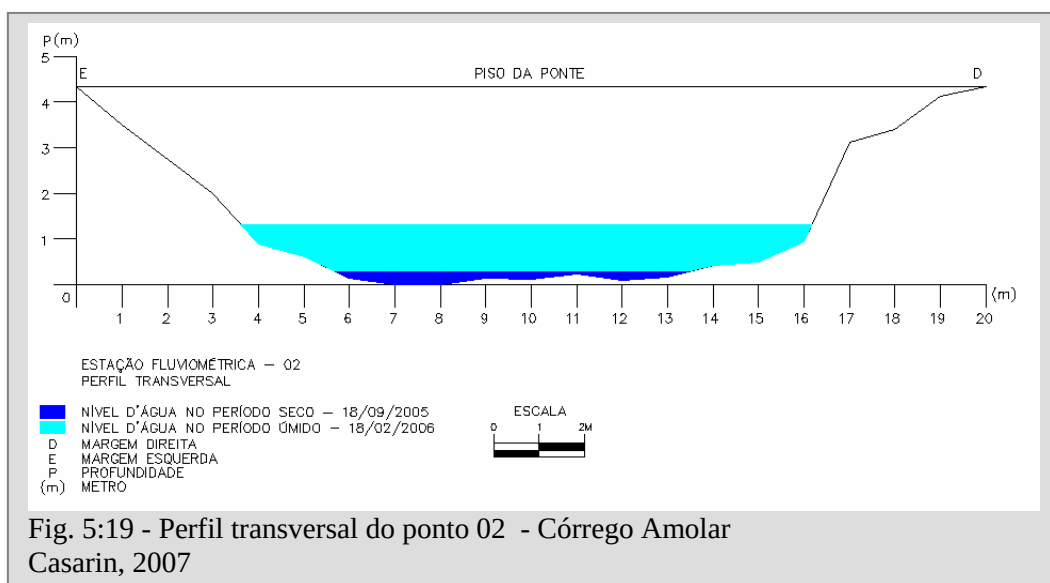


Fig. 5:19 - Perfil transversal do ponto 02 - Córrego Amolar
Casarin, 2007

O córrego Amolar apresentou água de boa qualidade, podendo ser enquadrada na Classe I. As análises físico-químicas da água acusaram apenas elevação de ferro, um pouco superior aos permitidos pela Resolução N°357/2005, do Conama, quadro 5:06.

Quadro 5:06 - Variáveis e parâmetros fluviométricos: Estação 02

Variáveis	Unidade	Classe I	Classe II	Seco	Chuva
Cor Aparente	mg Pt/L		75	60	22
Dureza	mg/L		500	29	17
Turbidez	NTU	40	Até 100	26	8
Temperatura da água				20,8	26,3
pH	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	7,9	7,4
Oxigênio Dissolvido	MH/L	> 6 mg/L O ₂	5	6,17	6,94
DBO5 dias a 20°C	mg/L	3 mg/L O ₂	5 mg/L O ₂	15	12
DQO	mg/L			25	20
Alcalinidade Total	mg/L		250	39	31
Condutividade Elétrica	µs/cm		1250	22	32

Sólidos Totais	mg/L	500	1000	314	256
Sólidos Totais fixos	mg/L			133	102
Sólidos Totais Voláteis	mg/L			180	153
Sólidos Sedimentáveis	m1 x1 x h			0,3	0,2
Coliformes Fecais	NMP/100 ML	200	1.000	9	16
Coliformes Totais	NMP/100 ML		4.000	53	80
Óleos e Graxas	mg/L	Ausentes	Ausentes	0,0023	0,0017
Ferro	mg/L	0,3	0,3	1,4	1,1
Mercurio	mg/L Hg	0,0002	0,002	0	0
Amônia (como NH3)	mg/L	0,1a 0,5	0,1a 0,5	0,01	0,03
Cloreto	mg/L		250	1,7	0,5

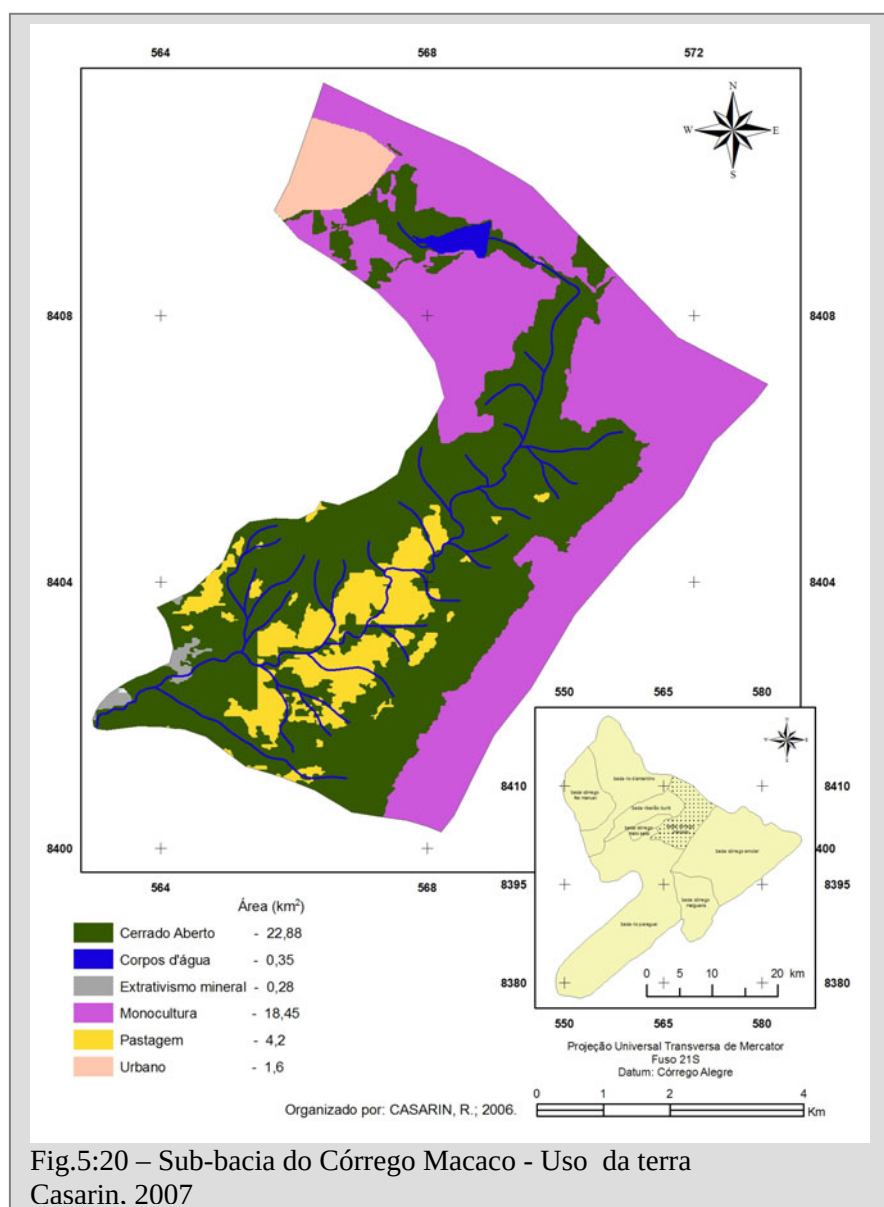
* Padrões do Conama, Resolução Nº 357/2005; Laboratório cadastrado na Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA-MT, Sob Nº 847; Metodologia Analítica: Standart Methods for the Examination of Water and wastewater, 21.

Org. Casarin, 2007

5.1.3 SUB-BACIA DO CÓRREGO MACACO

Uso da terra

A sub-bacia do córrego Macaco, figura a seguir, está localizada no centro norte, ocupando 7% da área de estudo, onde aparece um corpo d'água referente a uma represa. Quanto ao uso da terra, predominam as monoculturas nas áreas planas e o Cerrado Aberto e as pastagens aparecem nas escarpas no Planalto do Parecis e da Província Serrana, onde o relevo é movimentado, principalmente em áreas de encostas e na Depressão. Ao sul da área também se faz a extração mineral.



Erosão laminar do solo

A erosão laminar do solo desta sub-bacia é o mais alto da área de estudo, com perda de 147,1 t./há/ano. O mapa de perda de solo por erosão laminar, fig. 5:21 a seguir, mostra que o nível mais alto está nas áreas de encostas do Planalto do Parecis e Província Serrana, onde se constitui em área de encontro destas unidades geomorfológicas com a Depressão do Paraguai.

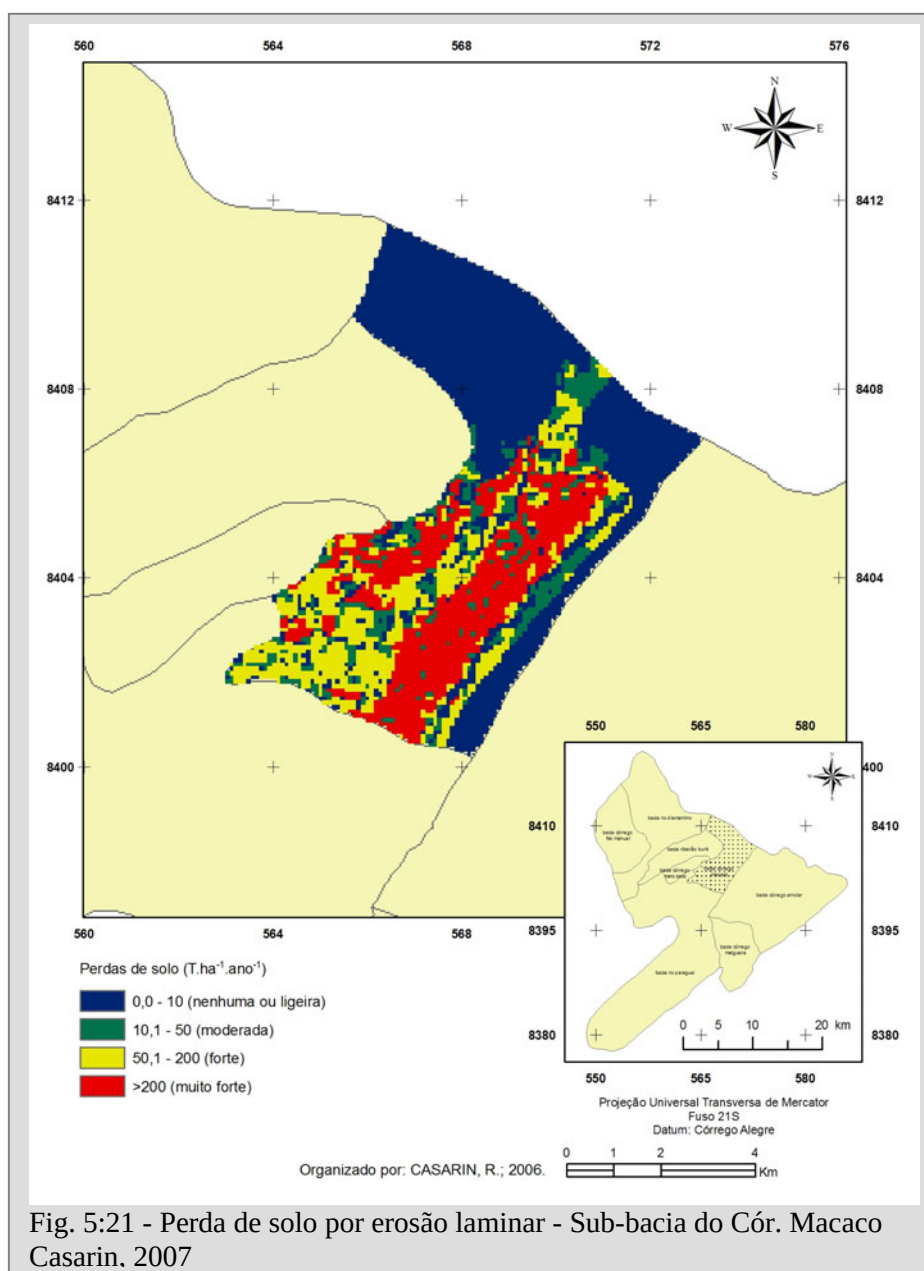


Fig. 5:21 - Perda de solo por erosão laminar - Sub-bacia do Cór. Macaco Casarin, 2007

Qualidade da água

A quarta estação fluviométrica foi instalada no córrego Macaco representada pelo círculo amarelo da fig. 5:22, a seguir, localizada a $14^{\circ} 26' 49'' S$ e $56^{\circ} 24' 05''$. Nesta sub-bacia predomina o Cerrado Aberto, sendo que está bastante devastado.



Fonte: Google Earth. Acesso em 208/12/2006.
Fig. 5:22 – Localização do ponto 04 – Córrego Macaco
Org. Casarin, 2007

As águas do córrego Macaco são transparentes durante o período seco, mas na época chuvosa torna-se muito turva. Há formação de assoreamentos no leito que podem ser visualizados na foto 5:03. No fundo do leito há fragmentos rochosos de diferentes tamanhos e o sedimento de fundo é formado por 73,0% de areia, 18,0% silte e 9,0% argila.

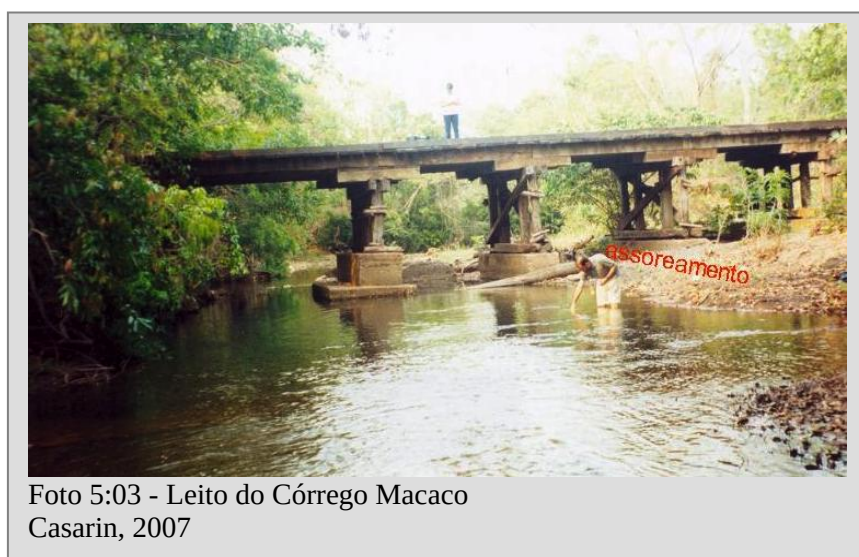


Foto 5:03 - Leito do Córrego Macaco
Casarin, 2007

No perfil transversal do córrego Macaco, a fig. 5:23 mostra os níveis de volume de água, cuja vazão acusou 1,799 m³/s e 9,670 m³/s, em 19/09/05 e 18/02/06, respectivamente e fica evidente um assoreamento no leito.

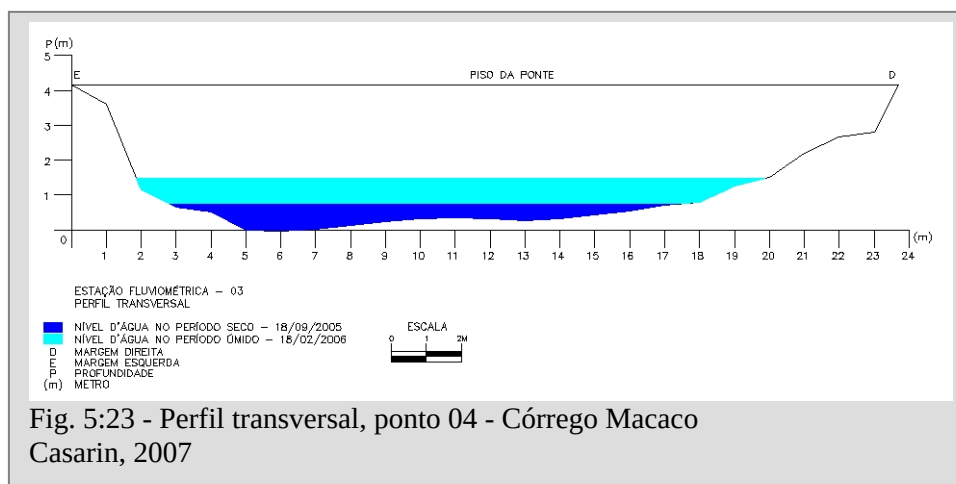


Fig. 5:23 - Perfil transversal, ponto 04 - Córrego Macaco
Casarin, 2007

A qualidade da água do córrego Macaco apresenta-se razoável e a água se enquadra na Classe II. Houve a ocorrência de mercúrio na água, quadro 5:07, e no sedimento de fundo (0,01 mg/Kg/Hg).

Quadro 5:07 - Parâmetros fluviométricos: Estação 04

Variáveis	Unidade	Classe I*	Classe II	Seco	Chuva
Cor Aparente	mg Pt/L		75	30	58
Dureza	mg/L		500	11	24
Turbidez	NTU	40	Até 100	14	22
Temperatura da água				21	28,2
pH	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	7,7	7,8
Oxigênio Dissolvido	MH/L	> 6 mg/L O2	5	6,39	5,84
DBO5 dias a 20°C	mg/L	3 mg/L O2	5 mg/L O2	9	17
DQO	mg/L			15	29
Alcalinidade Total	mg/L		250	19	26
Condutividade Elétrica	µs/cm		1250	4	39
Sólidos Totais	mg/L	500	1000	156	409
Sólidos Totais fixos	mg/L			69	163
Sólidos Totais Voláteis	mg/L			86	245
Sólidos Sedimentáveis	m1 x1 x h			0	0,2
Coliformes Fecais	NMP/100 ML	200	1.000	5	40
Coliformes Totais	NMP/100 ML		4.000	28	156
Óleos e Graxas	mg/L	Ausentes	Ausentes	0,0011	0,0017
Ferro	mg/L	0,3	0,3	0,93	1,47
Mercúrio	mg/L Hg	0,0002	0,002	0	0,002
Amônia (como NH3)	mg/L	0,1a 0,5	0,1a 0,5	0,01	0,05
Cloreto	mg/L		250	0,8	10

* Padrões do Conama, Resolução Nº 357/2005; Laboratório cadastrado na Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA-MT, Sob Nº 847; Metodologia Analítica: Standart Methods for the Examination of Water and wastewater, 21.

Org. Casarin, 2007

5.1.4 SUB-BACIA DO CÓRREGO MATO SECO

Uso da terra

A sub-bacia do córrego Mato Seco ocupa 1,5% da área de estudo e, este é um curso intermitente. No uso da terra predomina pastagens e Cerrado Aberto, fig. 5:24. A vegetação ciliar revela-se bem conservada, mas, o leito do rio, como nas outras sub-bacias, faz parte das pastagens onde as cercas atravessam os cursos d'água.

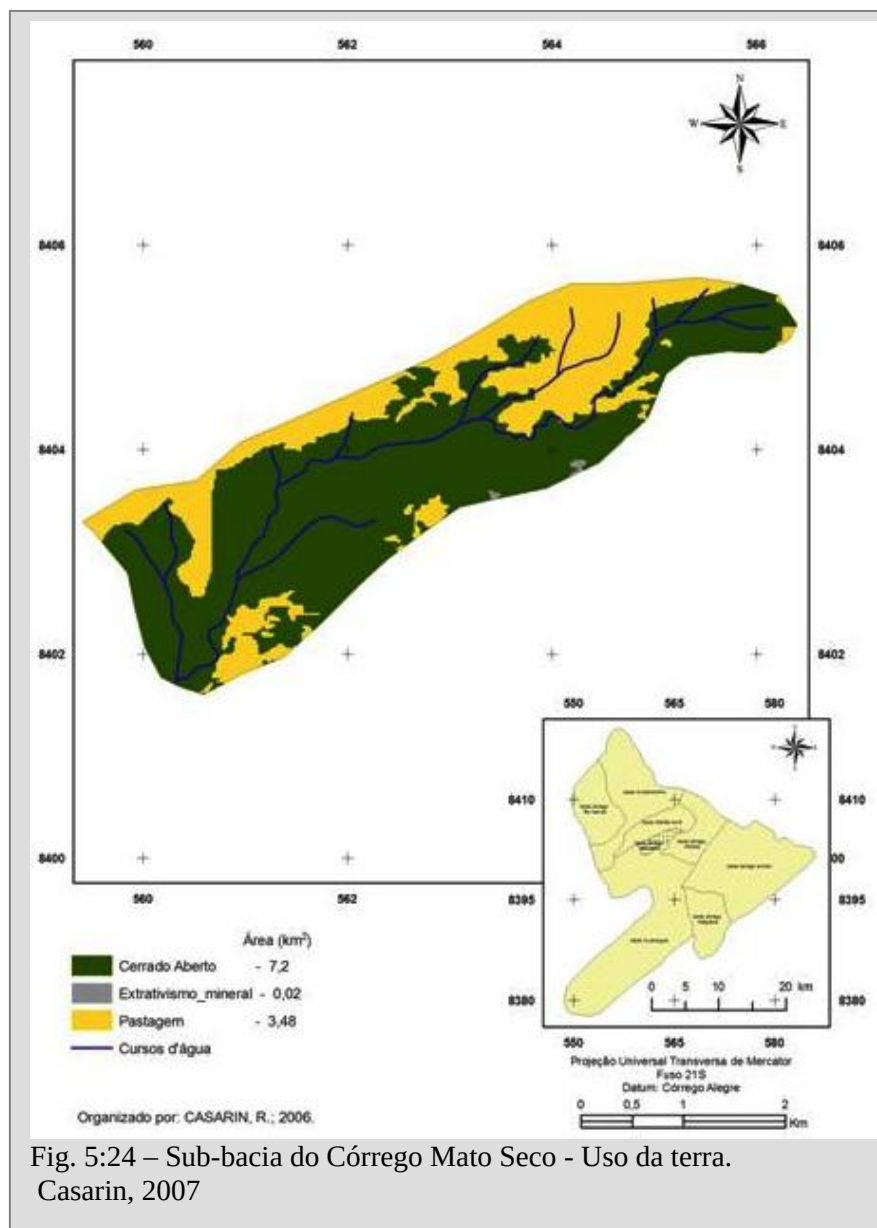


Fig. 5:24 – Sub-bacia do Córrego Mato Seco - Uso da terra.
Casarin, 2007

Erosão laminar do solo

Nesta sub-bacia, a perda de solo por erosão laminar é relativamente alta, considerando ser uma bacia pequena. O método da EUPS acusou perdas de 69,63 t./ha/ano. Na fig. 5:25 podem ser observados três locais com forte perda de solo, sendo dois nas cabeceiras do córrego em área de encostas da Depressão do rio Paraguai e o outro à jusante, na área de mineração.

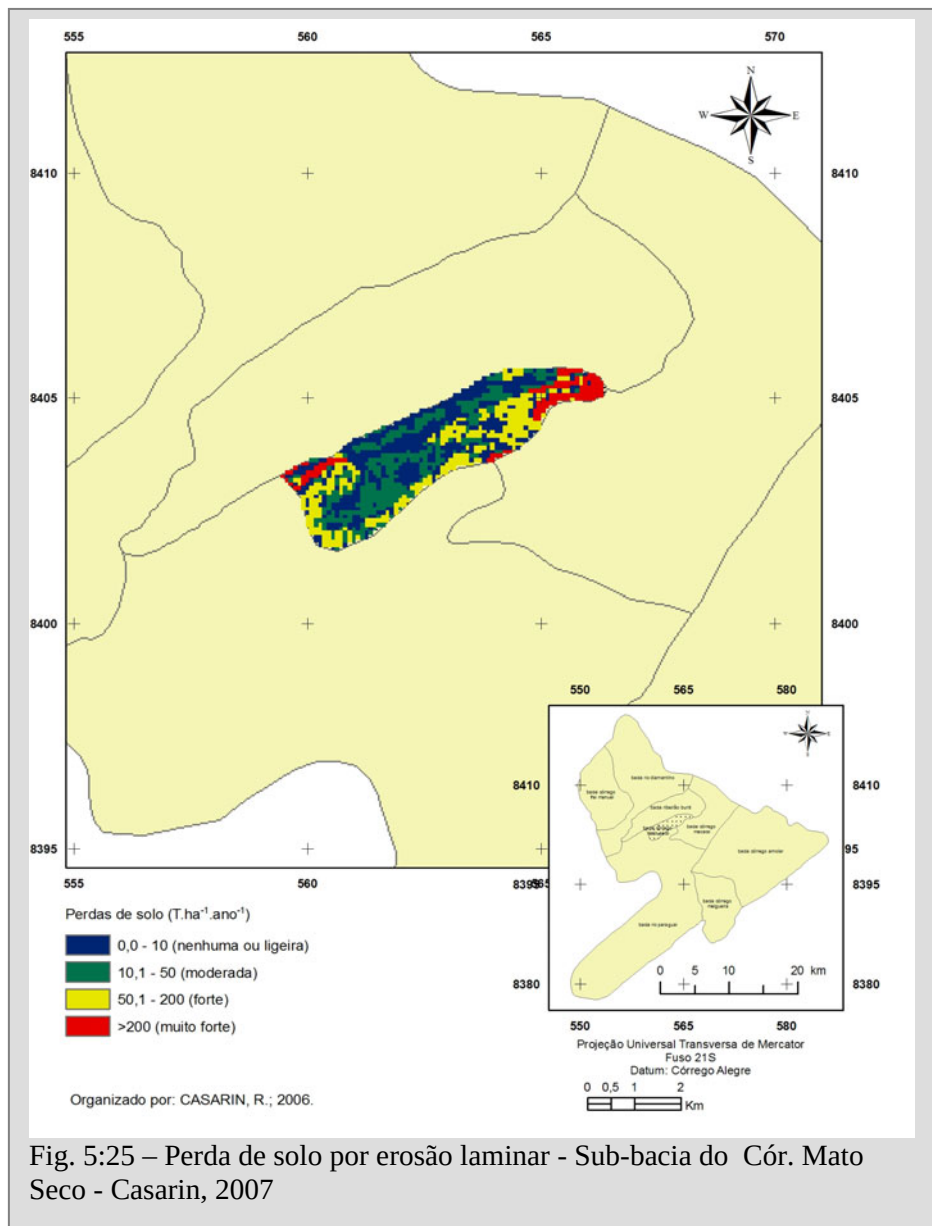


Fig. 5:25 – Perda de solo por erosão laminar - Sub-bacia do Cór. Mato Seco - Casarin, 2007

Qualidade da água

A estação fluviométrica de nº. 05 foi estabelecida a 14° 26" 01' S e 56° 24" 56' W, no córrego Mato Seco, fig. 5:26. Por ser um córrego temporário, de julho a novembro, o curso fica totalmente sem água, por esse motivo a coleta de água para análises foi feita apenas uma vez, mas de sedimento de fundo foram realizadas duas coletas.



Quanto à vegetação na sub-bacia do córrego Mato Seco aparecem espécies das caducifólias, isto é, de árvores que perdem as folhas ao mesmo tempo, durante a estação do inverno, revigorando-se na primavera quando o calor fica mais intenso. Mesmo antes das primeiras chuvas, a vegetação se renova com a brotação e muito verdor, foto 5:04.



Foto 5:04 - Leito do Córrego Mato Seco
Casarin, 2007

Este canal tem pouca profundidade, apresenta fragmentos rochosos miúdos no fundo. Com a menor porcentagem de areia, o sedimento de fundo é composto de 46,1% de areia, 40,9% de silte e 13,0% de argila.

O perfil transversal, fig. 5:27 mostra o fundo do leito chato e pouco profundo. No período chuvoso, a vazão foi de $0,670\text{m}^3/\text{s}$ em 18/02/06.

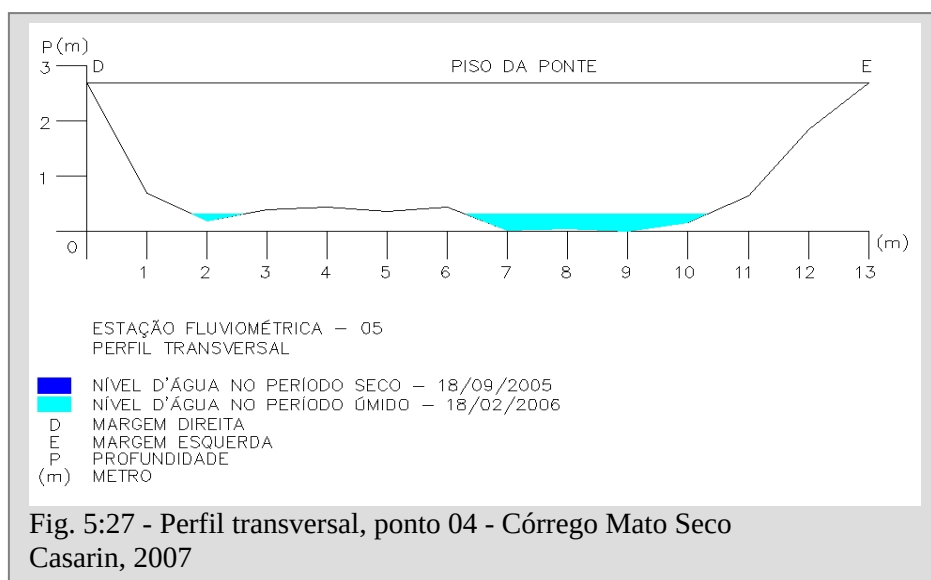


Fig. 5:27 - Perfil transversal, ponto 04 - Córrego Mato Seco
Casarin, 2007

Quanto à qualidade da água, as análises físico-químicas, representadas no quadro 5:08, estão altamente contaminadas por mercúrio, tendo em

vista que além do mercúrio na água o sedimento de fundo acusou os valores de 0,07 e 0,05 mg/Kg/Hg, nos períodos, respectivamente, seco e chuvoso.

Quadro 5:08 – Variáveis e parâmetros fluviométricos: Estação 05

Variáveis	Unidade	Classe I*	Classe II*	Seco	Chuva
Cor Aparente	mg Pt/L		75	0	74
Dureza	mg/L		500	0	30
Turbidez	NTU	40	Até 100	0	26
Temperatura da águas				0	29
pH	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	0	7,4
Oxigênio Dissolvido	MH/L	> 6 mg/L O ₂	5	0	5,76
DBO5 dias a 20°C	mg/L	3 mg/L O ₂	5 mg/L O ₂	0	21
DQO	mg/L			0	35
Alcalinidade Total	mg/L		250	0	44
Condutividade Elétrica	µs/cm		1250	0	75
Sólidos Totais	mg/L	500	1000	0	491
Sólidos Totais fixos	mg/L			0	199
Sólidos Totais Voláteis	mg/L			0	201
Sólidos Sedimentáveis	m1 x1 x h			0	0,2
Coliformes Fecais	NMP/100 ML	200	1.000	0	32
Coliformes Totais	NMP/100 ML		4.000	0	181
Óleos e Graxas	mg/L	Ausentes	Ausentes	0	0,0022
Ferro	mg/L	0,3	0,3	0	1,59
Mercúrio	mg/L Hg	0,0002	0,002	0	0,003
Amônia (como NH ₃)	mg/L	0,1a 0,5	0,1a 0,5	0	0,1
Cloreto	mg/L		250	0	14

* Padrões do Conama, Resolução N° 357/2005; Laboratório cadastrado na Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA-MT, Sob N° 847; Metodologia Analítica: Standart Methods for the Examination of Water and wastewater, 21.
Org. Casarin, 2007

5.1.5 SUB-BACIA DO RIBEIRÃO BURITI

Uso da terra

O ribeirão Buriti é afluente do rio Diamantino, forma uma sub-bacia relativamente pequena, ocupando apenas 5% da área de estudo, mas bastante degradada. Quanto ao uso da terra a fig. 5:28, a seguir, mostra que predominam as pastagens e área urbana, com pequena parcela de Cerrado Aberto e monocultura.

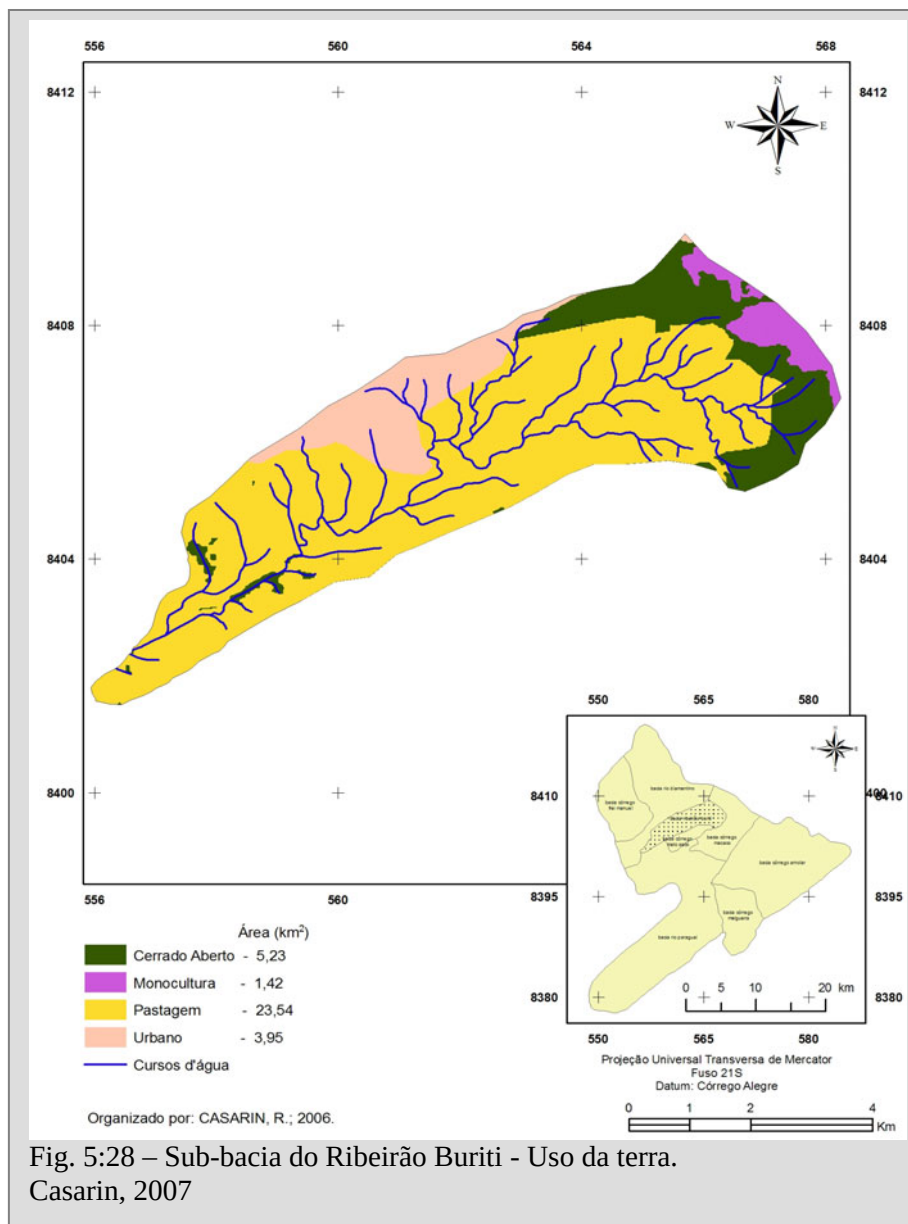
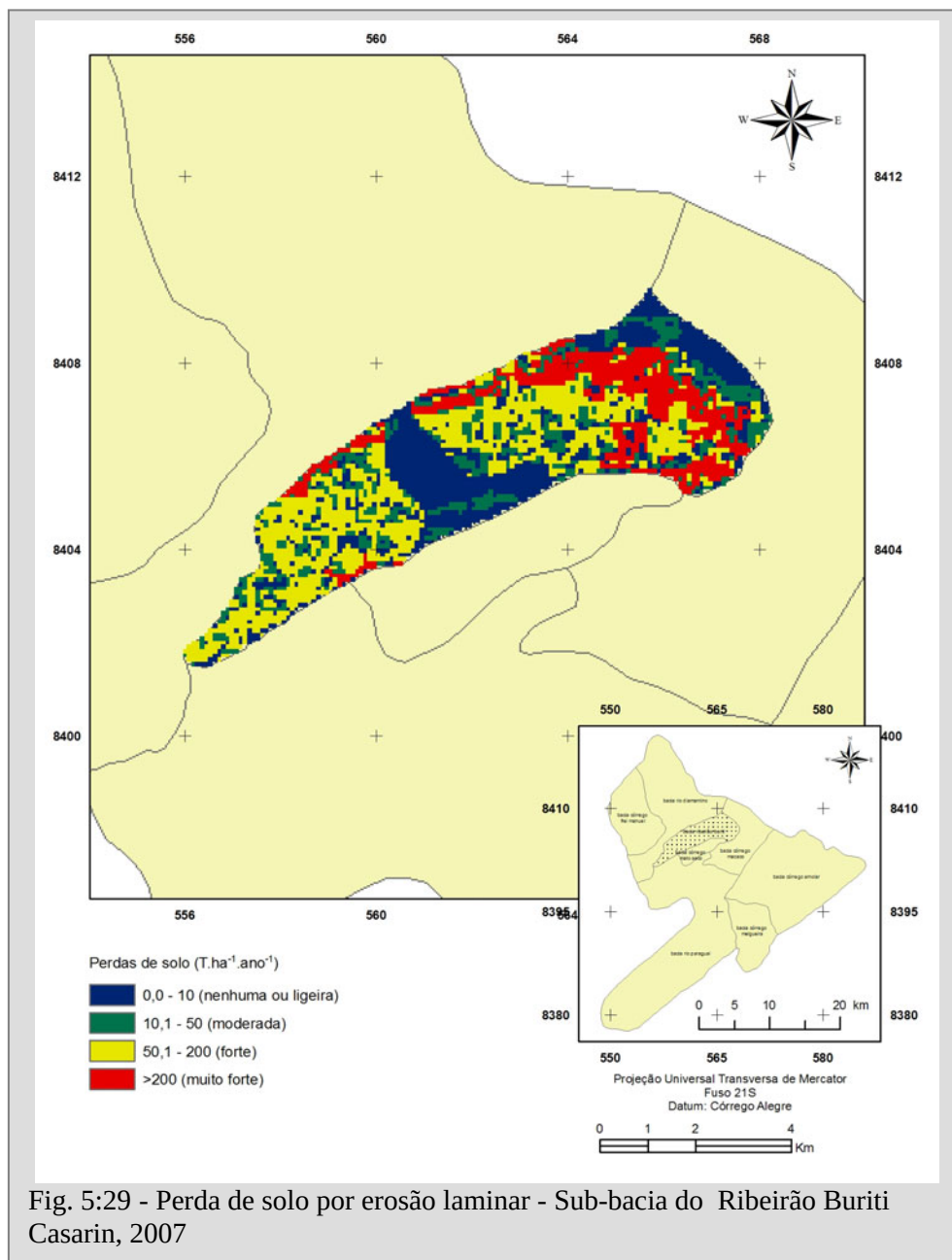


Fig. 5:28 – Sub-bacia do Ribeirão Buriti - Uso da terra.
Casarin, 2007

Erosão laminar do solo

A sub-bacia ribeirão Buriti apresenta elevada perda de solo por erosão laminar, com 140,94 t./ha/ano. A fig. 5:29, a seguir, mostra que o nível ‘muito forte’ de perda de solo ocorre num raio ao longo da encosta do Planalto do Parecis. Como nas duas últimas sub-bacias, os maiores desgastes ocorrem na encosta das serras, em áreas transitórias entre o Planalto e a Depressão do rio Paraguai.

Erosão laminar do solo



Qualidade da água

A sexta estação fluviométrica foi estabelecida no ribeirão Buriti, localizada próximo à cidade de Diamantino, ao lado da rodovia MT 240, a $14^{\circ} 25' 42'' S$ e $56^{\circ} 25' 09'' W$. Ver círculo amarelo na fig. 5:30.



Fonte Google Earth. Acesso em 28/12/2006.

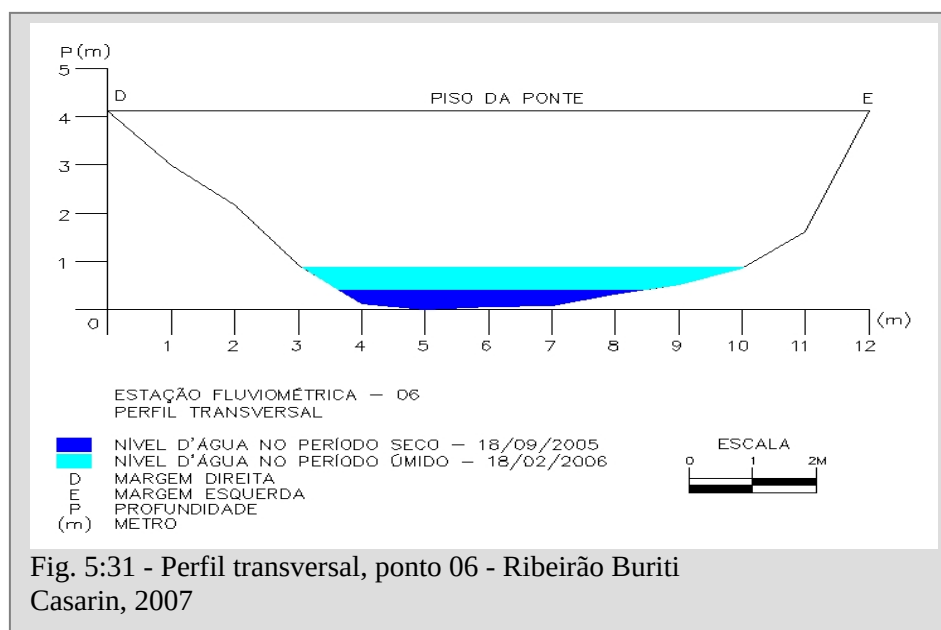
Fig. 5:30 – Localização do ponto 06 – Ribeirão Buriti
Org. Casarin, 2007

A mata ciliar da sub-bacia do ribeirão Buriti encontra-se bastante degradada, as águas são turvas, há muitos dejetos e lixo doméstico, como sacos plásticos, vidros, latas, garrafas e caixas jogados no vale, foto 5:05. O sedimento de fundo é formado de areia 55,1%, silte 35,9 e argila 9,0%.



Foto 5:05 - Leito - Ribeirão Buriti
Casarin, 2007

A vazão d'água acusou em 18/09/05 e 18/02/06, respectivamente período seco e chuvoso 250 m³/s e 1,563 m³/s como mostra os níveis da água no perfil transversal, onde este vale é bem encaixado, fig.5:31. Mas, a água está se encontra muito poluída.



Os resultados das análises físico-químicas da água acusaram que as variáveis “cor aparente, ferro e mercúrio” ultrapassaram os valores permitidos pela Resolução N° 357/2005, quadro 5:09. Assim como, as análises de sedimento de fundo acusaram 0,09 e 0,03 mg/Kg/Hg, portanto, a água pode ser enquadrada apenas na Classe III.

Quadro 5:09 – Variáveis e parâmetros fluviométricos: Estação 06

Variáveis	Unidade	Classe I*	Classe II*	Seco	Chuva
Cor Aparente	mg Pt/L		75	72	76
Dureza	mg/L		500	40	37
Turbidez	NTU	40	Até 100	26	30
Temperatura da água				23,1	27,7
pH	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	7,6	7,8
Oxigênio Dissolvido	MH/L	> 6 mg/L O2	5	6,3	6,19
DBO5 dias a 20°C	mg/L	3 mg/L O2	5 mg/L O2	19	24
DQO	mg/L			32	40
Alcalinidade Total	mg/L		250	38	47
Condutividade Elétrica	µs/cm		1250	9	41
Sólidos Totais	mg/L	500	1000	359	532
Sólidos Totais fixos	mg/L			152	209
Sólidos Totais Voláteis	mg/L			206	314

Sólidos Sedimentáveis	m1 x1 x h			0,2	0,2
Coliformes Fecais	NMP/100 ML	200	1.000	34	28
Coliformes Totais	NMP/100 ML		4.000	289	192
Óleos e Graxas	mg/L	Ausentes	Ausentes	0,009	0,0026
Ferro	mg/L	0,3	0,3	0,74	1,18
Mercurio	mg/L Hg	0,0002	0,002	0,003	0,001
Amônia (como NH3)	mg/L	0,1a 0,5	0,1a 0,5	0,05	0,02
Cloreto	mg/L		250	9	5

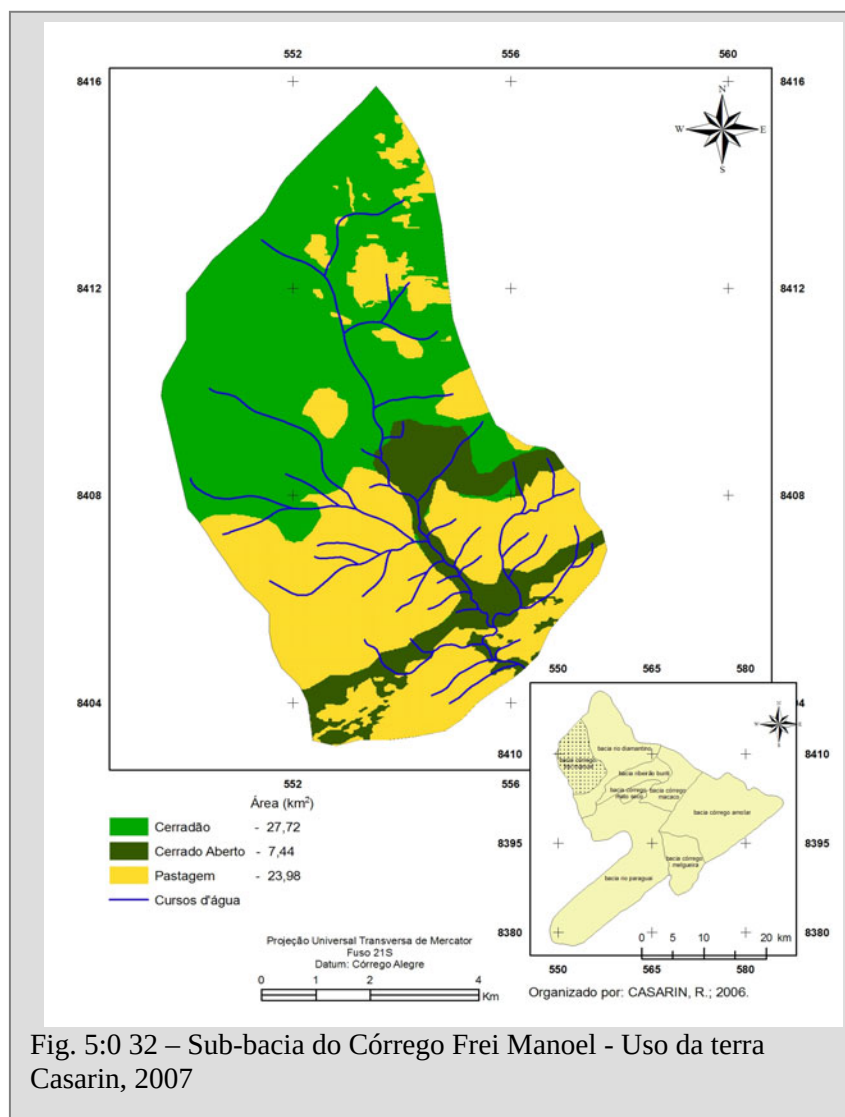
* Padrões do Conama, Resolução N° 357/2005; Laboratório cadastrado na Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA-MT, Sob N° 847; Metodologia Analítica: Standart Methods for the Examination of Water and wastewater, 21.

Org. Casarin, 2007

5.6 SUB-BACIA DO CÓRREGO FREI MANOEL

Uso da terra

O córrego Frei Manoel nasce na encosta da serra Tapirapuã, flui no sentido noroeste sudeste e deságua no rio Diamantino. Forma uma sub-bacia triangular que ocupa 8,5% da área de estudo, fig. 5:32, a seguir. Com a cobertura da terra bastante degradada é formada de Cerradão, Cerrado Aberto, pastagem, sendo que a mata ciliar encontra-se bastante reduzida e degradada.



Erosão laminar do solo

As perdas de solo por erosão laminar na sub-bacia do Frei Manoel ocorrem, principalmente, nas áreas desflorestadas, onde o relevo apresenta maior declividade e nas proximidades dos cursos fluviais, onde as áreas estão ocupadas por pastagens, fig. 5:33. O estudo acusou perdas de 83,65 t./ha/ano, com mais intensidade ao longo dos cursos d'água, áreas com alta declividade.

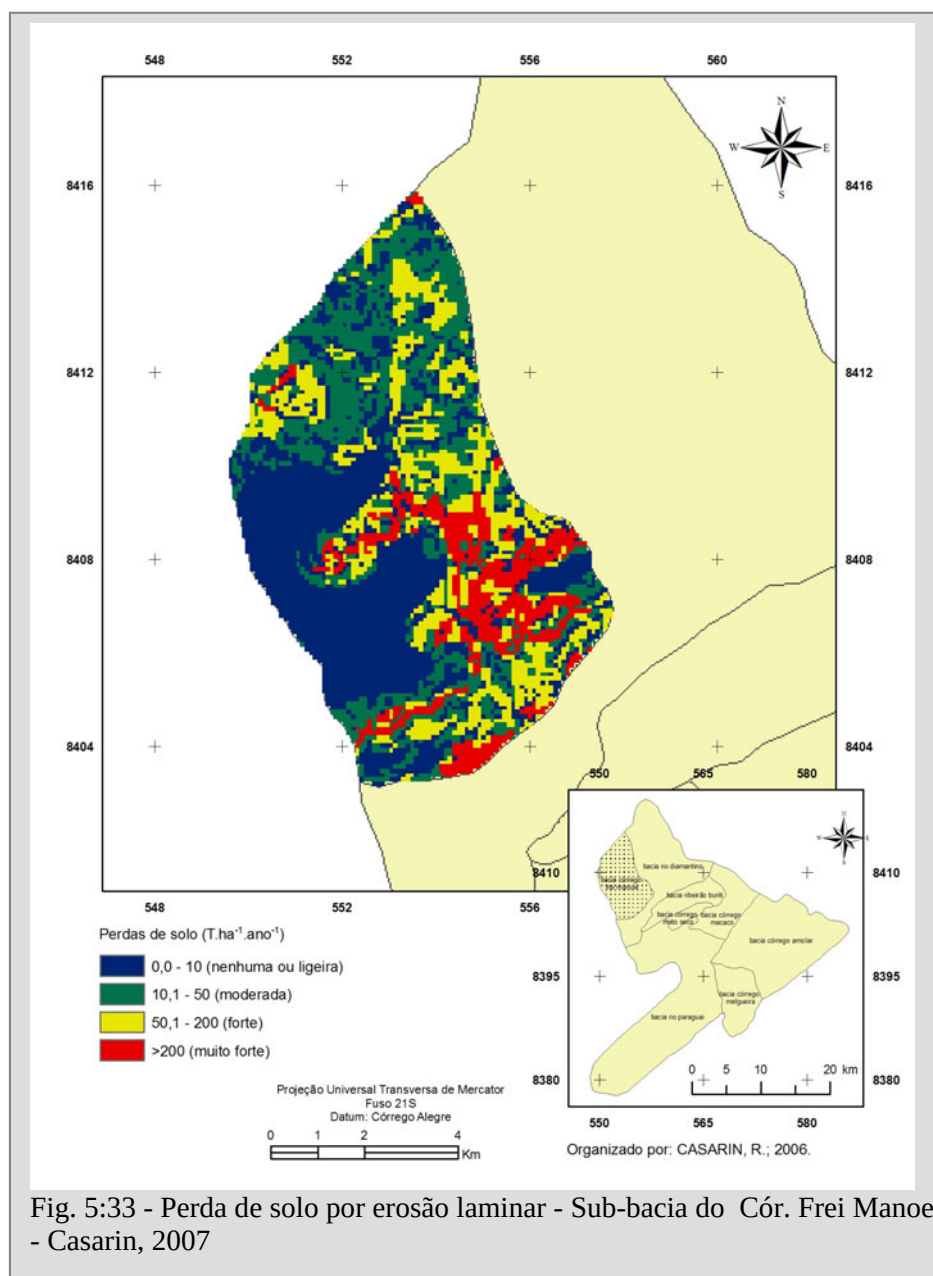


Fig. 5:33 - Perda de solo por erosão laminar - Sub-bacia do Cór. Frei Manoe - Casarin, 2007

Qualidade da água

Nesta sub-bacia foi instalada a sétima estação fluviométrica alternativa, a 14° 25" 17' S e 56° 29" 02' W, círculo amarelo da fig. 5:34. É uma área altamente antropizada, com predominância de pastagem, mas por estar próxima da cidade, neste e no local funciona um balneário.



Fonte: Google Earth. Acesso em 28/12/2006.

Fig. 5:34 – Localização do ponto 07 – Cór. Frei Manoel
Org. Casarin, 2007

O córrego Frei Manoel, foto 5:06 a seguir, tem águas claras e apresentou vazão de $0,467 \text{ m}^3/\text{s}$ e $0,963 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente em 19/09/05, período seco, e em 18/02/06, época chuvosa. O fundo do leito é recoberto por blocos de rochas de variados tamanhos e o sedimento de fundo é formado por 79,3% de areia, 15,7% de silte e 5,0% de argila.



Foto 5:06 - Leito - Córrego Frei Manoel
Casarin, 2007

O perfil transversal, fig. 5:35, mostra os níveis da água no momento em que foram feitas as medições da vazão. O traçado deste perfil não corresponde exatamente às características físicas do canal, sofreu distorção devido aos pilares da ponte, contudo, é um canal bem encaixado, como pode ser observado na figura anterior (5.16:03).

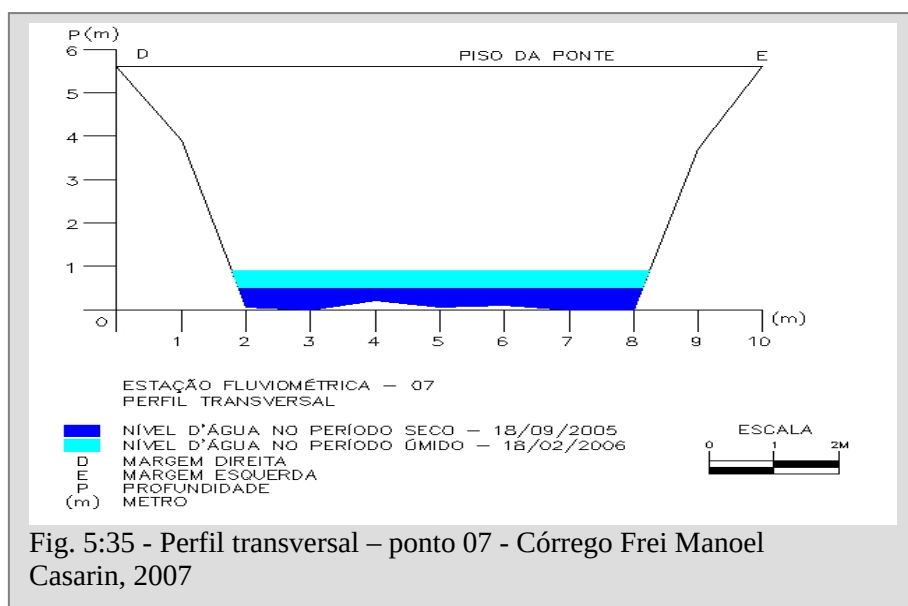


Fig. 5:35 - Perfil transversal – ponto 07 - Córrego Frei Manoel Casarin, 2007

Quanto às análises físico-químicas da água, os resultados estão contidos no quadro 5:10, e do sedimento de fundo acusaram 0,08 e 0,02 mg/Kg/Hg. As análises mostram alta concentração de mercúrio no córrego Frei Manoel, embora não tenham sido identificadas áreas de mineração através da imagem de satélite.

Quadro 5:10 – Variáveis e parâmetros fluviométricos: Estação 07

Variáveis	Unidade	Classe I*	Classe II*	Seco	Chuva
Cor Aparente	mg Pt/L		75	36	22
Dureza	mg/L		500	17	14
Turbidez	NTU	40	Até 100	16	8
Temperatura da água				24,5	28,2
pH	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	7,7	7,4
Oxigênio Dissolvido	MH/L	> 6 mg/L O2	5	6,14	6,9
DBO5 dias a 20°C	mg/L	3 mg/L O2	5 mg/L O2	12	14
DQO	mg/L			20	21
Alcalinidade Total	mg/L		250	21	28
Condutividade Elétrica	µs/cm		1250	22	45
Sólidos Totais	mg/L	500	1000	291	320
Sólidos Totais fixos	mg/L			122	128
Sólidos Totais Voláteis	mg/L			168	192
Sólidos Sedimentáveis	m1 x1 x h			0,4	0
Coliformes Fecais	NMP/100 ML	200	1.000	5	19

Coliformes Totais	NMP/100 ML		4.000	30	73
Óleos e Graxas	mg/L	Ausentes	Ausentes	0,0019	0,0017
Ferro	mg/L	0,3	0,3	1,3	1,1
Mercúrio	mg/L Hg	0,0002	0,002	0,005	0,002
Amônia (como NH3)	mg/L	0,1a 0,5	0,1a 0,5	0,02	0
Cloreto	mg/L		250	1,8	0,5

* Padrões do Conama, Resolução Nº 357/2005; Laboratório cadastrado na Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA-MT, Sob Nº 847; Metodologia Analítica: Standart Methods for the Examination of Water and wastewater, 21
Org. Casarin, 2007

5.1.7 SUB-BACIA DO RIO DIAMANTINO

Uso da terra

O rio Diamantino que emprestou o nome à cidade do mesmo nome, nasce na encosta leste da serra Tapirapuã, escoas suas águas de noroeste/sudeste/sul. A sua sub-bacia ocupa 16% da superfície da área de estudo. A cobertura e uso da terra é, predominantemente de Cerradão, Cerrado Aberto, pastagem, monocultura, área urbana e de mineração, conforme mostra a fig. 5:36. É a sub-bacia com maior devastação, tanto no que se refere ao uso da terra como ao curso fluvial.

de solo, fig. 5:37, é possível visualizar que a ocorrência em nível ‘muito forte’ abrange quase toda a área da sub-bacia, podendo-se ver que se forma, principalmente ao longo dos cursos fluviais. Uma mostra de que a atividade garimpeira nesta sub-bacia, se não é a principal, é um dos mais atuantes fatores de degradação ambiental.

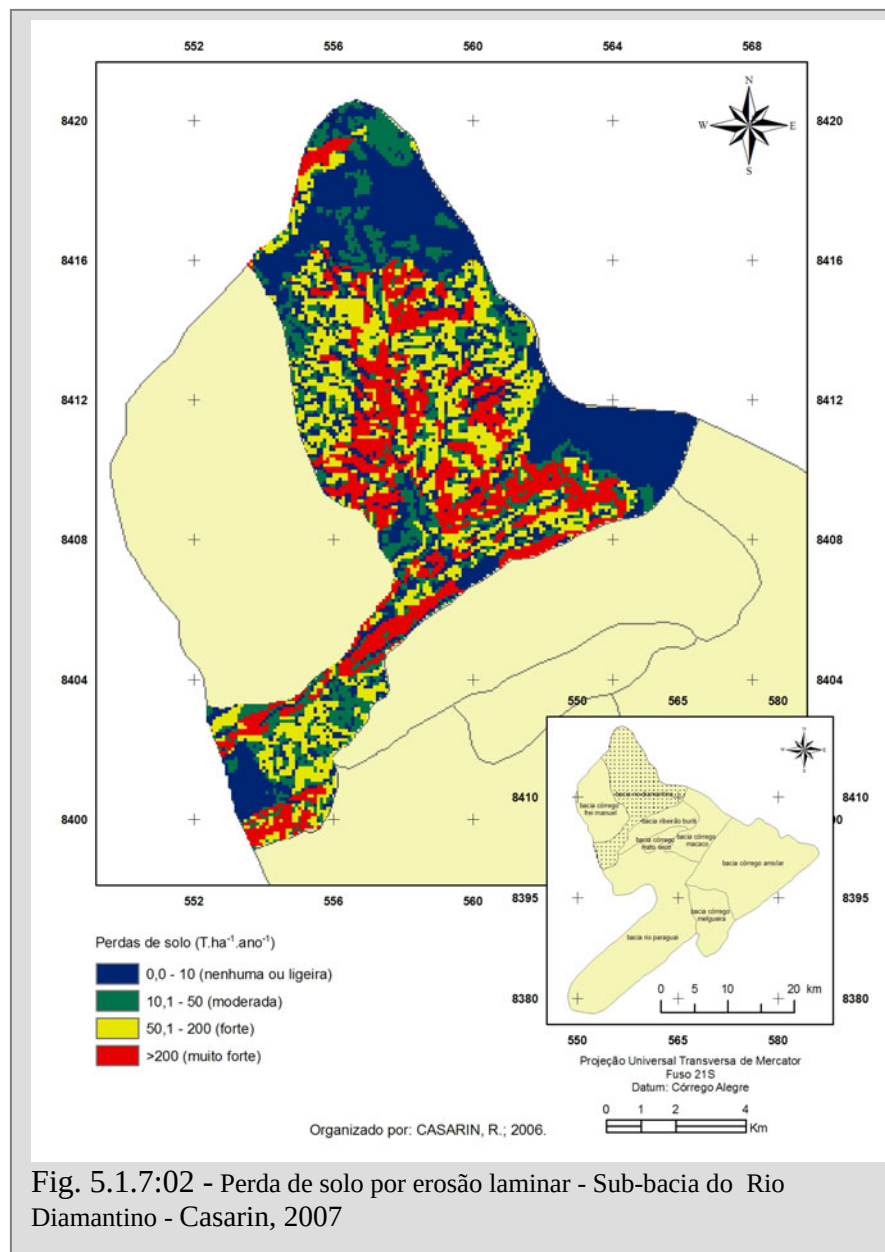
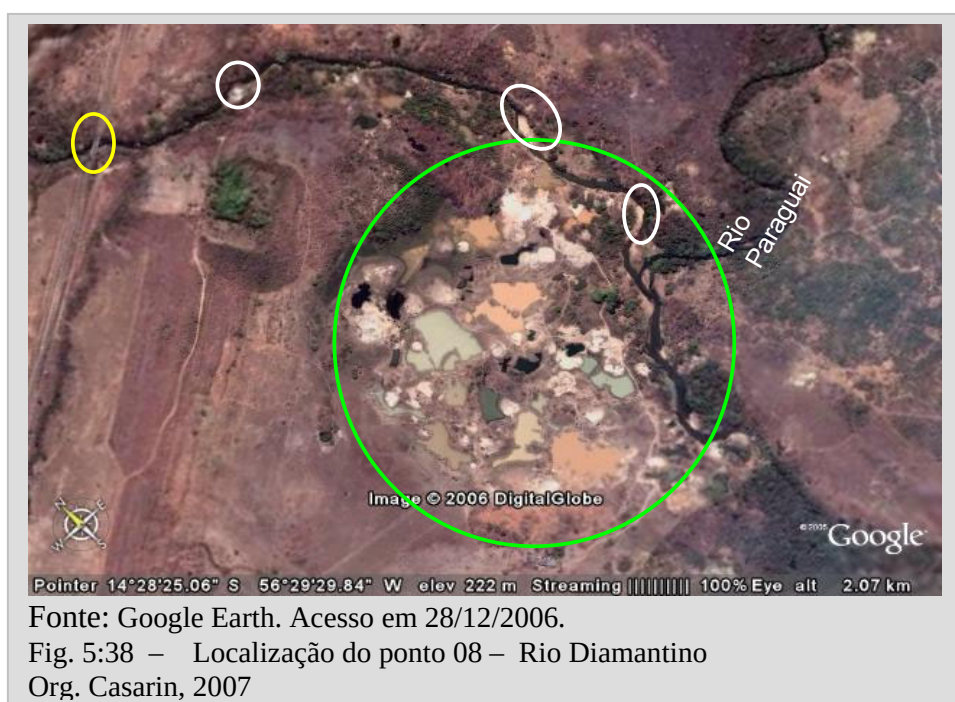


Fig. 5.1.7:02 - Perda de solo por erosão laminar - Sub-bacia do Rio Diamantino - Casarin, 2007

Qualidade da água

A oitava estação fluviométrica, ponto 08, foi instalada no rio Diamantino a $14^{\circ} 27' 54''$ S e $56^{\circ} 29' 39''$ W, no local onde está circulado em amarelo na fig. 5:38. Os círculos brancos mostram processos de assoreamento no canal e o círculo verde assinala uma grande área de garimpo onde o rio Diamantino deságua no Paraguai. Podendo, ainda ser observado que a vegetação está totalmente degradada, inclusive a mata ciliar.



As águas do Diamantino escoam por um canal bem estruturado, com profundidade de até 12 metros em alguns locais, como neste da foto 5:07. Mas, é um canal que apresenta elevada degradação, como o desmatamento da mata ciliar, processos de assoreamento e o leito com pouca água.

As águas são turvas pelo sedimento desintegrado proveniente dos garimpos, e o sedimento de fundo é constituído por 83,1% de areia, 11,9% de silte e 5,0% de argila.

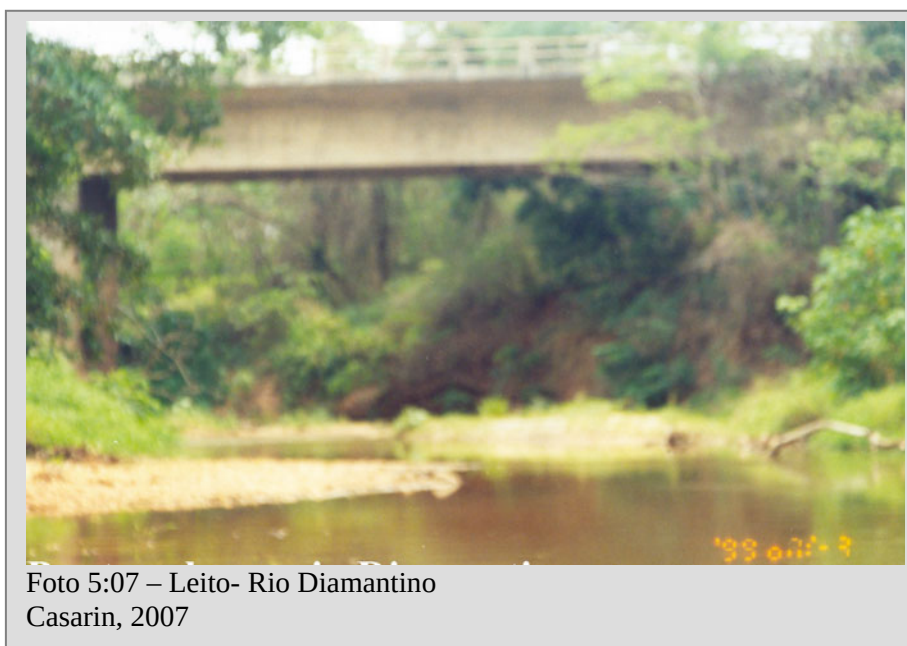
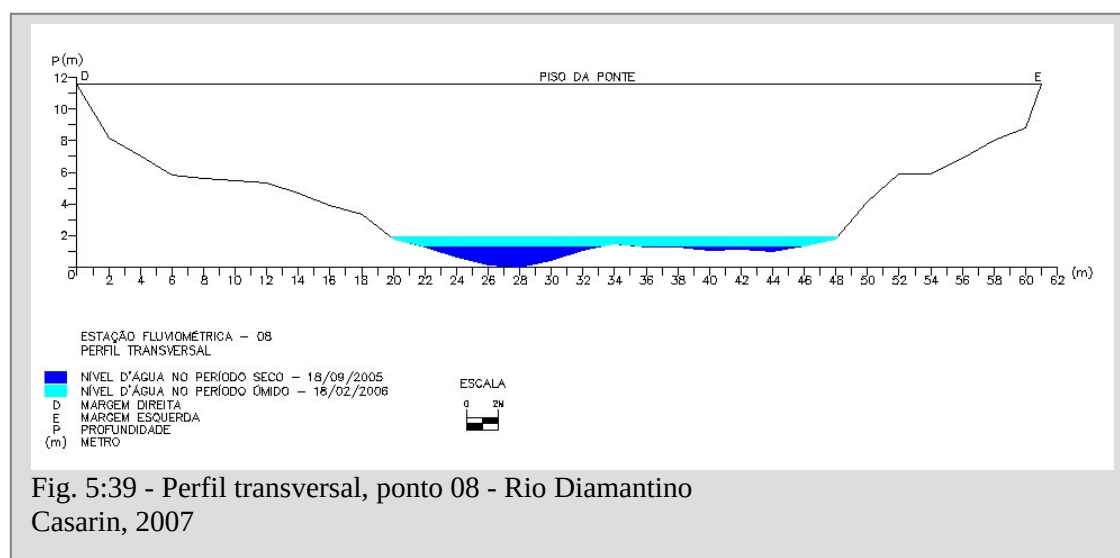


Foto 5:07 – Leito- Rio Diamantino
Casarin, 2007

A vazão de água do Diamantino varia consideravelmente. No período seco, em 19/09/05, acusou $3,080\text{m}^3/\text{s}$ e o chuvoso, em 18/02/06, mediu $16,8\text{ m}^3/\text{s}$, como pode ser visto na fig. 5:39, do perfil transversal. Neste, também pode ser observado que o relevo de fundo é irregular causado pelo assoreamento que está se formando neste local.



A qualidade da água está comprometida pela concentração de mercúrio, como foi constatado nas análises da água, cujos resultados estão no quadro 5:11, e das análises do sedimento de fundo acusaram valores de 0,03 e 0,04 mg/Kg/Hg.

Quadro 5.1.7:01 - Variáveis e parâmetros fluviométricos: Estação 08

Variáveis	Unidade	Classe I*	Classe II*	Seco	Chuva
Cor Aparente	mg Pt/L		75	55	40
Dureza	mg/L		500	42	33
Turbidez	NTU	40	Até 100	28	16
Temperatura da água				24,5	27,3
pH	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	8,2	7,8
Oxigênio Dissolvido	MH/L	> 6 mg/L O2	5	6,03	6,8
DBO5 dias a 20°C	mg/L	3 mg/L O2	5 mg/L O2	17	13
DQO	mg/L			28	22
Alcalinidade Total	mg/L		250	36	29
Condutividade Elétrica	µs/cm		1250	15	18
Sólidos Totais	mg/L	500	1000	478	269
Sólidos Totais fixos	mg/L			200	107
Sólidos Totais Voláteis	mg/L			270	162
Sólidos Sedimentáveis	m1 x1 x h			0,6	0
Coliformes Fecais	NMP/100 ML	200	1.000	10	27
Coliformes Totais	NMP/100 ML		4.000	48	60
Óleos e Graxas	mg/L	Ausentes	Ausentes	0,0142	0,005
Ferro	mg/L	0,3	0,3	1,9	1,5
Mercúrio	mg/L Hg	0,0002	0,002	0,002	0,001
Amônia (como NH3)	mg/L	0,1a 0,5	0,1a 0,5	0,06	0,09
Cloreto	mg/L		250	7	11

* Padrões do Conama, Resolução Nº 357/2005; Laboratório cadastrado na Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA-MT, Sob Nº 847; Metodologia Analítica: Standart Methods for the Examination of Water and wastewater, 21.

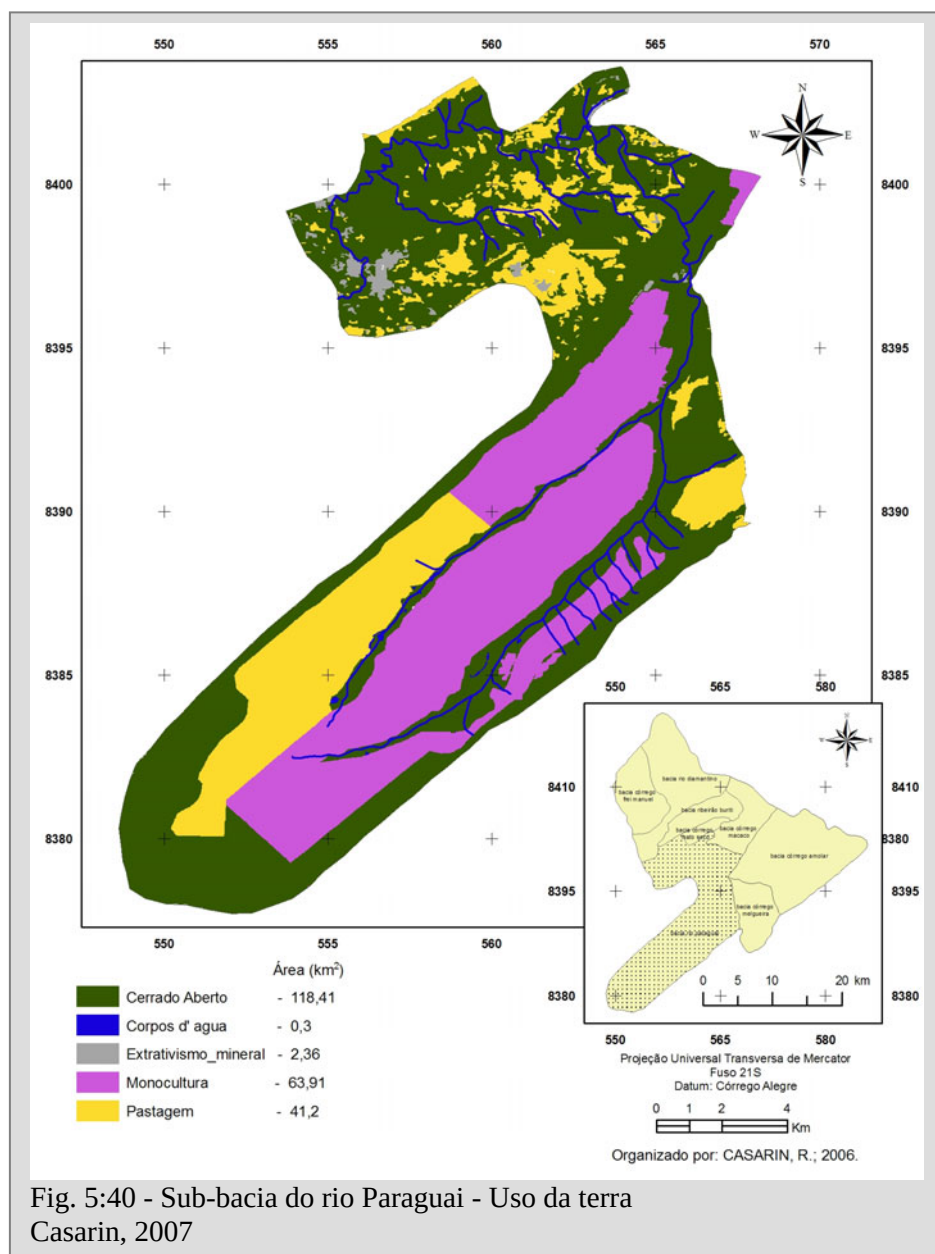
Org. Casarin, 2007

5.1.8 SUB-BACIA DO RIO PARAGUAI

O Paraguai é o principal rio da área de estudo, formando também a maior sub-bacia, com 33% de superfície. Suas nascentes emergem em terras altas e planas, na Província Serrana, que foram largamente utilizadas a partir de 1960 pela agricultura mecanizada e pastagens. O desmatamento foi intenso e a área ocupada, principalmente por monoculturas; atualmente, predomina o cultivo de soja e pastagem.

A seguir a fig. 5:40 mostra que a cobertura e uso da terra da sub-bacia do rio Paraguai, ainda que predominem as monoculturas, a vegetação nativa é relativamente alta, aproximadamente de 30%. Contudo, as altas cabeceiras estão praticamente desprotegidas das matas de galerias que eram formadas por veredas.

O Cerrado Aberto reside em meios às pastagens nas áreas mais acidentadas, onde o relevo não permite a mecanização do solo. Nas áreas de encostas do Planalto e na Depressão do rio Paraguai a atividade garimpeira é expressiva.



A área de mananciais do rio Paraguai, visualizada em maior detalhe na fig. 5:41, a seguir, pode ser percebido que as lavouras e/ou pastagens invadiram as veredas, inclusive as matas de galeria.



A perda de solo na sub-bacia do rio Paraguai é bastante significativa, a EUPS acusou 93,25 t./ha/ano. A fig. 5:42 mostra que a erosão laminar ocorre com mais intensidade nas áreas em que o relevo é mais acidentado, como nas encostas das serras, mas também nas áreas planas onde a atividade garimpeira é muito ativa.

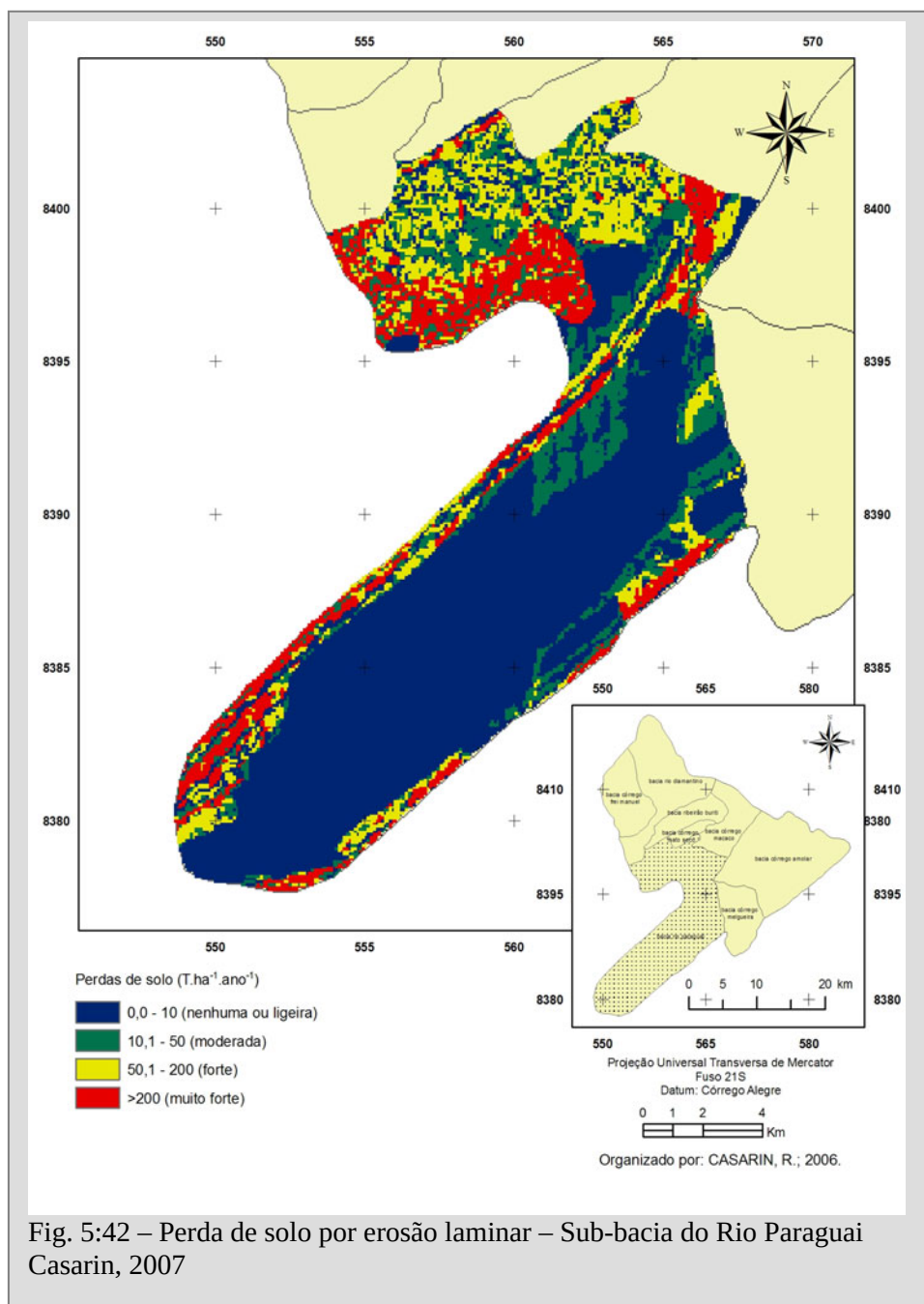


Fig. 5:42 – Perda de solo por erosão laminar – Sub-bacia do Rio Paraguai Casarin, 2007

Qualidade da água

No rio Paraguai, foram estabelecidas duas estações fluviométricas alternativas, uma no planalto e outra na Depressão do rio Paraguai, as quais estão representadas, nos círculos amarelos das figuras 5:43 e 5:44, a seguir.



Fig. 5:43 – Localização do ponto 03 – Rio Paraguai I
 Fonte: Google Earth. Acesso em 28/12/2006.
 Org. Casarin, 2007

A fig. 5:43 se refere ao ponto 03 localizado a $14^{\circ}29' 45''$ S e $56^{\circ}23' 11''$ W na região do Planalto. Aqui a vegetação ciliar se apresenta, parcialmente conservada, embora as nuances brancas ao longo do canal sejam áreas de garimpo.



Fig. 5:44 – Localização do ponto 09 – Rio Paraguai II
 Fonte: Google Earth. Acesso em 28/12/2006.
 Org. Casarin, 2007

A fig. 5:44 mostra onde foi estabelecida a nona estação fluviométrica a 14° 30” 12’ S e 56° 29” 02’ W. Nesta localidade, o canal fluvial e o seu entorno estão muito degradados pela atividade garimpeira que vem sendo realizada há muitos anos. Atualmente, é um dos pontos críticos da sub-bacia do Paraguai, a mata ciliar praticamente não existe e o solo nu, depredado por escavações que acumulam água que servem de criadouro e infestações de mosquitos.

O rio é uma corrente de água, que a sua qualidade se modifica à medida que transporta substâncias e organismos, frutos por onde passou. Assertiva que demonstra duas realidades do rio Paraguai através das fotos a seguir. A foto 5:08 mostra águas transparentes que correm entre as margens de um canal bem formado, com a mata ciliar viçosa, o leito é recoberto por rochas fragmentadas e o sedimento de fundo é formado por areia 96,8 %, argila 3,% e silte 0,2 %.



Foto 5:08 - Leito - Rio Paraguai no Planalto Casarin, 2007

A foto 5:09, a seguir, revela um rio com as margens e a vegetação ciliar degradadas, águas turvas, assoreamentos no leito e o sedimento de fundo é formado por 88,9 % de areia, 4,0 % de argila e 7,1 % de silte.



Foto 5:09 – Leito do rio Paraguai, ponto 09
Casarin, 2007

A vazão de água do rio Paraguai, no ponto 03 foi de 2,742 e 28,00 m^3/s , e, no ponto 09 acusou 6,38 e 39,57 m^3/s , respectivamente nos dias 18/09/05 e 18/02/06, que correspondem aos períodos seco e chuvoso. Nos perfis transversais representados na fig. 5:45, a seguir, mostram que o leito do rio no ponto 03 é bem o rio encaixado e tem o fundo chato, no entanto, no ponto 09 o fundo apresenta saliências, com processos de assoreamento e as margens desgastadas.

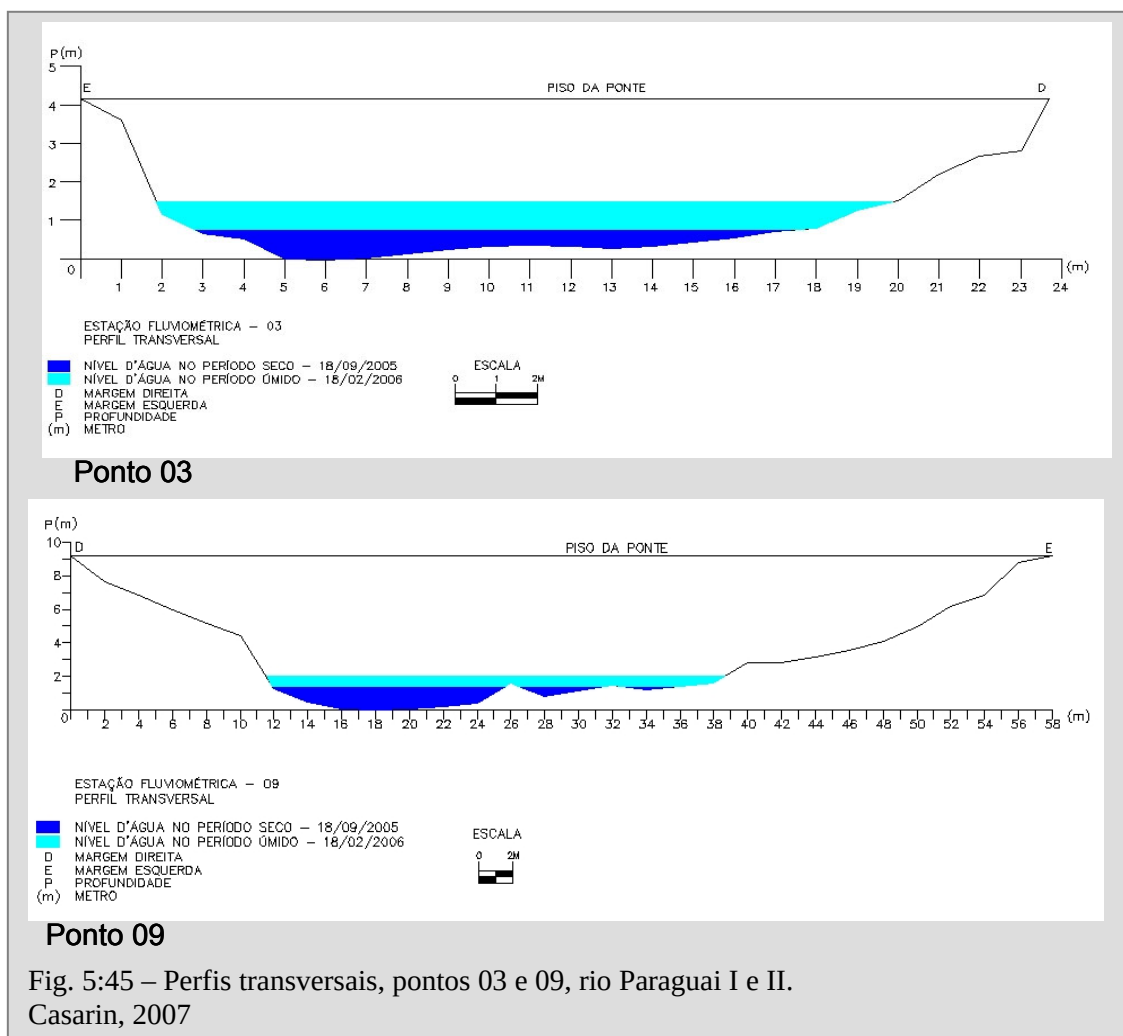


Fig. 5:45 – Perfis transversais, pontos 03 e 09, rio Paraguai I e II.
Casarin, 2007

Quanto à qualidade da água, os resultados das análises físico-químicas das amostras coletadas nos pontos 03 e 09, nos períodos seco e chuvoso, verifica-se que apenas as variáveis de mercúrio e ferro estão fora dos padrões da Conama. Com referência ao ferro, considera-se inofensivo à saúde por ser característica natural das rochas. No entanto, o mercúrio concentrado na água, quadro 5:12, e no sedimento de fundo com 0,02 e 0,05 mg/kg Hg no período seco, e 0,0 e 0,07 mg/kg Hg na época da chuva certifica-se que as águas estão contaminadas.

Quadro 5:12 – Variáveis e parâmetros fluviométricos: Estações 03 e 09

Variáveis	Unidade	Classe I*	Classe II*	Seco		Chuvoso	
				Pt. 03	Pt. 09	Pt. 03	Pt. 09
Cor Aparente	mg Pt/L		75	48	40	34	60
Dureza	mg/L		500	17	29	19	34
Turbidez	NTU	40	Até 100	14	20	10	26
Temperatura da água				24,5	23,6	25,9	26,9
pH	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	8	8,1	7,4	6,69
Oxigênio Dissolvido	MH/L	> 6 mg/L O ₂	5	7,4	6,77	7,1	6,1
DBO5 dias a 20°C	mg/L	> 3 mg/L O ₂	5 mg/L O ₂	17	16	19	25
DQO	mg/L			29	25	32	42
Alcalinidade Total	mg/L		250	42	38	39	41
Condutividade Elétrica	µs/cm		1250	48	35	26	30
Sólidos Totais	mg/L	500	1000	298	315	361	483
Sólidos Totais fixos	mg/L			126	133	144	193
Sólidos Totais Voláteis	mg/L			171	180	216	288
Sólidos Sedimentáveis	m1 x1 x h			0,4	0,2	0,2	0,4
Coliformes Fecais	NMP/100 ML	200	1.000	60	15	108	70
Coliformes Totais	NMP/100 ML		4.000	300	189	447	320
Óleos e Graxas	mg/L	Ausentes	Ausentes	0,0106	0,008	0,009	0,012
Ferro	mg/L	0,3	0,3	1,6	1,9	1,9	1,7
Mercúrio	mg/L Hg	0,0002	0,002	0	0	0,001	0,002
Amônia (como NH ₃)	mg/L	0,1a 0,5	0,1a 0,5	0,03	0,09	0,07	0,13
Cloreto	mg/L		250	5	11	9	29

* Padrões do Conama, Resolução N° 357/2005; Laboratório cadastrado na Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA-MT, Sob N° 847; Metodologia Analítica: Standart Methods for the Examination of Water and wastewater, 21.

Org. Casarin, 2007

6. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa ficou evidente que as técnicas utilizadas na exploração dos recursos naturais na Bacia Hidrográfica Paraguai/Diamantino são altamente destrutivas do meio ambiente. Os homens usam a terra como produtos descartáveis, entulham os rios de lixo como fossem exclusivos de sua propriedade; devastam as margens, assoreiam os rios e contaminam as águas ainda nos nascedouros, atraídos pela usura de riqueza, principalmente, nas áreas onde extraem ouro e diamante.

Ficou patente que a área das nascentes do rio Paraguai, no planalto da Província Serrana, antes coberta por veredas, atualmente, está sofrendo forte pressão antrópica pelos garimpos, desmatamento e a implantação de lavouras e pastagens. Os garimpeiros utilizam técnicas inadequadas na exploração dos minerais, gerando milhares de toneladas de sedimentos que, posteriormente são carregadas para os rios, assoreando-os e contaminando as águas com o mercúrio utilizado na amalgamação do ouro. Os agricultores e/ou criadores desmataram a vegetação de galeria nas áreas de mananciais e as matas ciliares, deixando os corpos d'água sem a necessária proteção natural de conservação.

Nesse momento, se questiona como será possível assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos e a preservação de florestas, conforme objetivam as Leis nº 9.433/1997, e nº 7.803 de 18/07/1989, quando matas de galeria e/ou ciliar são destruídas, represas que interrompem o fluxo de água são construídas, sedimentos são lançados nos canais formando assoreamentos e água contaminada por mercúrio?

Em maio de 2006, foi criado pelo Estado a APA “Área de Proteção Ambiental Estadual Nascentes do Rio Paraguai”, com isso, espera-se que doravante as

cercas protejam os mananciais para que deixem de ser bebedouros dos animais; que a vegetação de galeria e/ou ciliar, que fora aniquilada, seja recuperada e os canais livres de barragens. Os cursos d'água devem ser vistos como canais naturais que devem escoar águas limpas, não entulhos e sedimentos. Não se pode admitir que áreas primordiais para a conservação dos recursos hídricos continuem sendo exploradas de forma tão selvagem e perversa.

Mediante tais resultados e como foi visto no item 3, que “a água é um recurso finito e vulnerável” por isso, se faz necessário mantê-la em bom estado de conservação, são relevantes os seguintes questionamentos:

- Quem autoriza e/ou fiscaliza a exploração mineral de ouro e diamante?

- Sabe-se que para fazer qualquer desmatamento é necessária uma autorização da secretaria do meio ambiente e/ou do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente-Ibama, então porquê as matas de galeria e/ou ciliar das nascentes do rio Paraguai estão tão devastadas?

- Não seria ora dos governantes desenvolver programas de incentivo à recuperação de mananciais e áreas degradadas, assim como, se fez os programas de apoio ao desenvolvimento dos Cerrados?

- Para quem servem as Leis nºs. 9.433/1997 e 4.771/1965 que tratam do uso das terras e da preservação das águas, se o agropecuarista desmata as áreas que bem lhe interessam?

Quanto à metodologia utilizada na pesquisa correspondeu às expectativas. As técnicas utilizadas, como a de sensoriamento remoto foi fundamental na avaliação preliminar do meio ambiente. No mapeamento do uso e cobertura da terra

as tecnologias de geoprocessamento, através dos programas Spring para o tratamento da imagem e SIGs foram essenciais na elaboração de mapas, na quantificação da erosão laminar do solo, na estruturação e detalhes da Tese.

Quanto à imagem de sensoriamento remoto, foi um instrumento ímpar na caracterização dos elementos espaciais. Os quais foram reconhecidos através dos trabalhos de campo e são quase sempre indispensáveis nas pesquisas geográficas. Embora a imagem de satélite tenha sido imprescindível, a Cbers 2 por ser de baixa resolução mascara certas refletâncias, como áreas úmidas, onde surgem os mananciais, cuja cobertura de veredas foi identificada apenas como áreas verdes. Bem como, alguns garimpos que na imagem foram detectados em apenas três sub-bacias, e as análises físico-químicas da água e do sedimento de fundo acusaram concentração elevada de mercúrio, insumo que justifica a mineração de ouro, em sete das oito sub-bacias da área de estudo.

Quanto aos resultados, podem ser considerados confiáveis porque correspondem à lógica dos fatos instituídos através das atividades econômicas desenvolvidas na região. Esta Tese, certamente, irá ampliar as informações sobre a qualidade ambiental do rio Paraguai, e auxiliar, principalmente, os gestores públicos na compreensão do complexo “meio ambiente”.

Quanto ao monitoramento ambiental da área, os membros do grupo que, ora, integram o projeto de cooperação firmado entre o Programa de Qualificação Institucional – PQI, da Capes, Unemat e UFRJ, têm aprovado, até o presente momento, o projeto, *Erosão laminar do solo e qualidade da água na Bacia do Alto Rio Paraguai-MT: procedimentos metodológicos de avaliação ambiental*, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso-Fapemat, que doravante dará suporte

financeiro para a continuidade da pesquisa em andamento, podendo ampliar os limites para toda a Bacia do Alto Rio Paraguai.

Quanto às recomendações, torna-se necessário adotar medidas adequadas para fazer a exploração mineral, como a recondução da terra para o local de onde foi extraída, de forma que a atividade não deteriore tão intensamente. Que seja criado um plano de recuperação das matas de galeria no torno dos mananciais, as matas ciliares e de encostas que estão degradadas sejam reflorestadas com espécies nativas. Fomentar um amplo programa de monitoramento ambiental e da qualidade da água estruturado num banco de dados.

E, finalmente, que haja mais divulgação sobre as condições ambientais dos lugares com vistas à preservação. Sabe-se que todos os lugares são fundamentais para a sobrevivência dos habitantes, porém alguns lugares são primordiais, como os mananciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT-Associação Brasileira de Normas e Técnicas. **Informação e Documentação-Referências – Elaboração**. NBR 6023. Rio de Janeiro, 2002.

ABNT-Associação Brasileira de Normas e Técnicas. **Informação e Documentação-Trabalhos acadêmicos - Apresentação**. NBR 14724. Rio de Janeiro, 2002.

ALAMEIDA, F. F. M. Geologia do Centro-Oeste Mato-grossense. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**. Rio de Janeiro (215):1-133, 1964.

ANA-AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA. Projeto Pantanal (2004), **Diagnóstico Analítico do Pantanal e Bacia do Alto Paraguai**. Implementação de práticas de gerenciamento integrado de bacia hidrográfica para o Pantanal e Bacia do Alto Paraguai. ANA-Agência Nacional de Águas. Brasília, 2004. Disponível em (<http://www.ano.gov.br>). Acesso em 03/11/2004.

ARGENTO, M. S. F. **Teoria Geral de Sistemas aplicada ao Meio ambiente**. Rio de Janeiro: 2003, (no prelo).

ARGENTO, M. S. F. **Organização do espaço deltaico – Um exemplo aplicado à planície do Paraíba do Sul**. Rio Claro-SP: Boletim de Geografia teórica, 1984.

ARGENTO, M. S. F. **A contribuição dos Sistemas Cristalino e Barreira na Formação da Planície Deltaica do Paraíba do Sul**. Rio Claro, 1987. 531p. Tese de Doutorado em Geociências (Geografia), Universidade Estadual Paulista Julio Mesquita Filho.

ARGENTO, M. S. F. **A planície deltaica do Paraíba do Sul – Um sistema ambiental**. Rio de Janeiro: Programa de Pós-Graduação, IGEO/UFRJ, 1979.

ARONOFF, S. **Geographical Information Systems: a management perspective**. Ottawa, WDI publications, 1989.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura. 2^a. Brasília. EMBRAPA, 1998.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. 9^a. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

AZEVEDO, A. F. de. **Toxicologia do Mercúrio**. São Carlos-SP: RiMa, 2003.

BARIOU, R. (Org.). **Environnement et télédétection au Brésil. Mato Grosso, Paraná, São Paulo**. Campus de la Harpe. Presses Universitaires de Rennes, 2002.

BARBOSA, D. S.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Algumas teorias ecológicas aplicadas a sistemas lóticos. In: **Limnologia Fluvial: Um estudo no Rio Mogi-Guaçu**. (Orgs). Janete Brigante e Evaldo Luiz Gaeta Espindola. São Carlos-SP: RiMa, 2003.

BARBOSA, D. S.; ESPÍNDOLA, E. L. G. A bacia hidrográfica: aspectos conceituais e caracterização geral da bacia do rio Mogi-Guaçu. In: **Limnologia Fluvial: Um estudo no Rio Mogi-Guaçu**. (Orgs). Jante Brigante e Evaldo Luiz Gaeta Espindola. São Carlos-SP: RiMa, 2003.

BARROS, R. S. **Estimativa de Parâmetros Físico-Químicos da Água com o Suporte do Sensoriamento Remoto – Estudo de Caso: Baía de Guanabara**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG), Instituto de Geociências, Departamento de Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2002.

BERRY,1. K. **What's in a model**. GIS World, 8 (1), 26-28, 1995.

BORGES, F. T. de M. **Do Extrativismo à Pecuária**: Algumas observações sobre a história econômica de Mato Grosso: (1870 a 1930). São Paulo: Scortecci, 2001.

BOTELHO, R. G. M. e SILVA, A. S. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Antonio Carlos Vitte, Antonio José Teixeira Guerra (Orgs). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. Ícone. São Paulo: 1990.
BICUDO, C. E. de M.; BICUDO, D. de C. (Orgs). Amostragem em Limnologia. São Carlos-SP: RiMa, 2004.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Nº 4.771 de 15 de setembro de 1965**. Código Florestal. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03Leis/L4771compilado.htm). Acesso em 31/07/2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente-Comama. **Resolução 357 de 17/03/2005**. (www.mma.gov.br). (Acesso em 21.11.2005).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente-Comama. **Resolução n. 020/1986**. (www.mma.gov.br). (Acesso em 05.11.2004).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Secretaria de coordenação dos assuntos do meio ambiente. **Programa Nacional do Meio Ambiente. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP)**. Brasília: 1997, v.2, t.1: Diagnóstico dos Meios Físico e Biótico.

BRASIL. Secretaria de Planejamento e Coordenação da Presidência da República. Fundação Instituto Brasileiro de geografia e Estatística-IBGE.Diretoria de Geociências. **Geografia do Brasil**: Região Centro-Oeste. Rio de Janeiro: 1989, 243-267.

BRIGANTE, J. e ESPÍNDOLA, E.L.G. **Limnologia Fluvial: Um Estudo do Rio Mogi-Guaçu**. São Carlos-SP: RiMa, 2003.

BRIGANTE, J. e ESPÍNDOLA, E.L.G. A bacia hidrográfica: aspectos conceituais e caracterização geral da bacia do rio Mogi-Guaçu. IN: **Limnologia Fluvial: Um Estudo do Rio Mogi-Guaçu**. Janete Brigante e Evaldo Luiz Gaeta Espindola (Orgs.). São Carlos-SP: RiMa, 2003.

BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L.G.; ELER, M. N. Análise dos impactos ambientais no rio Mogi-Guaçu: recomendações para orientar políticas públicas. IN: **Limnologia Fluvial: Um Estudo do Rio Mogi-Guaçu**. Janete Brigante e Evaldo Luiz Gaeta Espindola (Orgs.). São Carlos-SP: RiMa, 2003.

BRIGANTE, J. e ESPÍNDOLA, E.L.G. Caracterização física, química e biológica da água do rio Mogi-Guaçu. IN: **Limnologia Fluvial: Um Estudo do Rio Mogi-Guaçu**. Janete Brigante e Evaldo Luiz Gaeta Espindola (Orgs.). São Carlos-SP: RiMa, 2003.

BURROUGH, P. A; MCDONNELL, R. A. **Principies of Geographical Information Systems**. Oxford: Oxford University Press, 1998.

BURROUGH, P. A **Principies of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford: Clarendon Press, 1986.

CABRAL, N. R. A. J.; SOUZA, M. P. de. **Áreas de Proteção Ambiental: Planejamento e gestão de paisagens protegidas**. São Carlos-SP: RiMa, 2002.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Geoprocessamento para projetos ambientais. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M.; D'ALGE, J.C. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos-SP: INPE, 2001.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **GIS para Meio Ambiente**. INPE. São José dos Campos-SP, 1998.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Mapas e suas representações computacionais. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Orgs). **Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2ª. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CP AC, 1998.

CÂMARA, G.; ORTIZ, M. J. Sistemas de informação geográfica para aplicações ambientais e cadastrais: uma visão geral. In: Souza e Silva, M. **Cartografia, sensoriamento remoto e geoprocessamento**. Lavras: UFLNSBEA, 1998.

Disponível em (<http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/analises>). Acesso em 08 de maio de 2003.

CÂMARA, G., CASANOVA, M. A., HEMERLY, A. S., MAGALHÃES, G. C., MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas-SP: Instituto de Computação, Unicamp, 1996.

CAPRILES, R. **Meio Século de Lutas: Uma Visão Histórica da Água**. Editor Eco 21. (www.eco21.com.br). (Acesso em 07/11/2005).

- CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: CPRM, 1994.
- CASARIN, R.; SANTOS, S. dos. Características ambientais nas áreas das nascentes do rio Paraguai. IN: Anais. **III simpósio Nacional de Geografia Agrária** – II Simpósio Internacional de Geografia Agrária. Jornada Ariovaldo Umbelino de Oliveira. Presidente Prudente, 2005.
- CASTRO, I. E. de.; GOMES, P. C. da C.; CORREA, R. L. **Geografia. Conceitos e Temas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
- CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. **Physical Geography: a systems approach**. Londres: Prentice Hall Inc. Co., 1971.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Perspectivas da Geografia**. São Paulo: Difel, 1982.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- CHRISTOPHER, B. J. **Geographical Information Systems and Computer Cartography**. London, 1997.
- CONTE, M. de L.; LEOPOLDO, P. L. **Avaliação de recursos hídricos: Rio Pardo, um exemplo**. São Paulo: Unesp, 2001.
- CONWAY, E. & THE MARYLAND SPACE GRANT CONSORTIUM. **An Introduction to Satellite Image Interpretation**. The Johns Hopkins University Press. London, 1997.
- CORRÊA, R. L. **Região e Organização Espacial**. São Paulo: Ática, 1986.
- CORRÊA FILHO, V. **História de Mato Grosso**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro. Ministério da Educação e Cultura. Coleção Cultural Brasileira, série “Estudos”, 1969.
- COWEN, D. J. **GIS versus CAD versus DBMS: What are the differences?** Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v. 54, 1988.
- CROMLEY, R. G. **Digital Cartography**. Prentice Hall, 1992.
- CROSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas/SP: Unicamp, 1992.
- CRUZ, C.B.M. **As Bases Operacionais para a Modelagem de um Banco de Dados Geográficos em Apoio à Gestão Ambiental**. Tese (Doutorado em Ciências em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG), Instituto de

Geociências, Departamento de Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 377 f. Rio de Janeiro, 2000.

CUNHA, S. B. da. Geomorfologia Fluvial. In: **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Antonio José Teixeira Guerra; Sandra Baptista da Cunha (Orgs.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

DAVIS JUNIOR, C. A. **Múltiplas representações em sistemas de informação geográficos**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, 115 f., Belo Horizonte, 2000.

DENT, B. D. **Cartography Thematic Map Desing**. 15th. edition. WCB/McGraw-Hill, 1999.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: Princípios e Práticas**. São Paulo: Gaia, 2003.

DIAS, G. F. **Pegada Ecológica e sustentabilidade humana**. São Paulo: Gaia, 2002.

DIEGUES, A. C. **O Mito Moderno da Natureza Intocada**. 2^a. São Paulo: Hucitec, 1998.

DREW, D. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. 2^a. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

DUARTE, A. C. Estrutura do espaço regional. In: Brasil. Secretaria de Planejamento e Coordenação da Presidência da República. Fundação Instituto Brasileiro de geografia e Estatística-IBGE.Diretoria de Geociências. **Geografia do Brasil: Região Centro-Oeste**. Rio de Janeiro: 1989, 243-267.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). **Impactos ambientais e socioeconômicos no Pantanal**. Disponível em (<http://www.cpap.embrapa.br>). Acesso em 06/07/02.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa).Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

ESTEVES, F. de A. Fundamentos de Limnologia. 2^a. Rio de Janeiro: Interciência,1998.

FLORENZANO, T.G. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. São Paulo, Oficina de Textos. 2002.

FATORGIS. **O que são geotecnologias?** Disponível em (<http://www.fatorgis.com.br>). Acesso em 16 de maio de 2004.

FELICIDADE, N.; MARTINS, R. C.; LEME, A. A. (Orgs.). **Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil: Velhos e Novos Desafios para a Cidadania**. São Carlos-SP: RiMa, 2003.

FERREIRA, F. R. B.; FERREIRA, M. C. Modelagem de Parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas em sistemas de informação geográfica. IN: **Ambientes: Estudos de Geografia**. (Org.). Lúcia Helena de Oliveira Girardi. Programa de Pós-Graduação em Geografia-Unesp. Rio Claro-SP: AGETEO, 2003.

FERREIRA, J. C. V. **Mato Grosso de seus Municípios**. Cuiabá: Editora Buriti, 2001.
FERREIRA, M. C. Mapeamento de unidades de paisagem com sistemas de informação geográfica: alguns pressupostos fundamentais. **REVISTA GEOGRAFIA**. Rio Claro-SP: Associação de Geografia Teorética. 1997, v. 22 (1), abr, p. 23-35.

FORNELOS, L. F.; NEVES, S. M. A. S. Uso de modelos digitais de elevação (MDE) gerados a partir de imagens de radar interferométrico (SRTM) na estima da perda de solo. Anais. **1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**. Campo Grande-MS: 11 a 15 de nov. de 2006. Campinas, SP: Embrapa Informática Agropecuária; São José dos Campos, SP: INPE. CD-ROM, 2006, p. 182-191.

FRÉMON, A. **A Região, Espaço Vivido**. Coimbra: Livraria Almedina, 1980.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G.A. **HIDROLOGIA**. 2.ed. rev. e atual. São Paulo: Ed. Blücher, 1988.

GIOVANNETTI, G.; LACERDA, M. **Melhoramento: Dicionário de Geografia: termos, expressões, conceitos**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

Google Maps. (<http://maps.google.com>). Acesso em 14/07/2005.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico – Geomorfológico**. 7ª. Rio de Janeiro: IBGE, 1987.

HARRISON, R. M. **El Medio Ambiente: Introducion a la química medioambiental y a la contaminacion**. Zaragoza: Ed. Acribia, S.A., 1999.

HARVEY, D. **Condições Pós- Moderna**. São Paulo: Loyola, 2003.

IBGE – FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de uso da terra**. Primeira Divisão de Geociências do Nordeste. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: 1999.

IBGE – FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil: Região Centro-Oeste**. Secretaria de Planejamento e Coordenação da Presidência da República. Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro: 1989.

IBGE – FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil: Região Centro-Oeste**. Superintendência de Estudos Geográficos e Sócio-Econômicos-Departamento de Geografia. Rio de Janeiro: 1977.

IBGE – FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Carta do Brasil**. Secretaria de Planejamento e Coordenação da Presidência da República. Departamento de Cartografia. Rio de Janeiro, 1975.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Noções Básicas de Cartografia**. Disponível em ([http:// www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)). Acesso em 12 de junho de 2003.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Zoneamento Geoambiental e Agroecológico do Estado de Goiás. Região nordeste**. Série Estudos e Pesquisas em Geociências. Rio de Janeiro: 1995.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Macrozoneamento Geoambietnal da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba**. Série Estudos e Pesquisas em Geociências. Rio de Janeiro: 1996.

IBGE – FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Tipos e Aspectos do Brasil**. 10ª. Rio de Janeiro, 1975.

INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL. **Introdução ao Geoprocessamento**. Disponível em (<http://www.dpi.inpe.br/cursos>). Acesso em 05 de maio de 2004.

INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL. **Tutorial do Curso Fundamentos do Geoprocessamento**. São José dos Campos-SP: DPI, 2002. Disponível em (<http://www.dpi.inpe.br/cursos>). Acesso em: 05 de maio de 2002.

JOLY, F. **A Cartografia**. Campinas-SP: Papirus, 1990.

KONECNY, G. **Geoinformation: remote sensing, photogrammetry and Geografhic Information Systems**. London/New York: Taylor & Francis, 2003.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. 7ª. São Paulo: Perspectiva, 2003.

LILLESAND, T. M. e KIEFER, R. W. **Remote Sensing and Image Processing**. Ed. Willey, 3ª., 1994.

LAGEOP. **Sistema de Análise Geo Ambiental**. Disponível em (<http://www.lageop.ufrj.br/saga>). Acesso em 8 de junho de 2004.

LANA, A. E. Gestão dos Recursos Hídricos. In: **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3ª ed. Porto Alegre: Ed.UFRGS/ ABRH, 2004.

LEFF, E. **Epistemologia Ambiental**. 2ª. São Paulo: Cortez, 2002.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. do. **Geologia Geral**. 13ª. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1998.

LEPSCH, I. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LIMA, L. H. **Controle do Patrimônio Ambiental Brasileiro**. Rio de Janeiro: EdURJ, 2001.

LIMA, E.B.R.; ZEILHOFER, P. Sistema Integrado de Monitoramento Ambiental da Bacia do Rio Cuiabá. ([www.http://ufmt.br.esa.sibac.htm](http://ufmt.br.esa.sibac.htm)). Acesso em 18/12/2003.

MACHADO, J. C. S. (Org.) **Gestão de Águas Doces**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

MAGUIRE, D. J. An overview and definition of GIS. In: MAGUIRE, D. J; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W. (eds.) **Geographical information systems: principles and applications**. New York: John Willey&Sons, 1991.

MARTINELLI, M. **Curso de Geografia Temática**. São Paulo: Contexto, 1991.

MARTINS, R. C.; VALENCIO, N. F. L. da S. (Orgs.). **Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**. São Carlos-SP: RiMa, 2003, V. II.

MATO GROSSO. **Anuário Estatístico**. GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral-SEPLAN. Cuiabá, 2004.

MEDEIROS, J. B.; GOBBES, A. **Dicionário de Erros Correntes da Língua Portuguesa**. São Paulo: Atlas, 1999.

MEDEIROS, C. B.; PIRES, F. Bancos de Dados e sistemas de informações geográficas. In: Assad, E. D.; Sano, E. E. (Orgs.). **Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2ª. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa CPAC, p. 31-45, 1998.

MENDONÇA, F. **Geografia e Meio Ambiente**. São Paulo: Contexto, 1998.

MENEZES, P. R. Fundamentos de Radiometria Óptica Espectral. In: **Sensoriamento Remoto: reflectância dos alvos naturais**. (Menezes, P. R.; Madeira Netto, J. da S. (Orgs.). Brasília: Embrapa Cerrados, 2001.

MENEZES, P. R. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. São José dos Campos-SP, INPE, 2001.

MIRANDA, E. E.. Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em (www.relevobr.cnpm.embrapabr). Acesso em 14/12/2006.

MONTEIRO, C. A. de. F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000.

MORAES, A. C. R. **Geografia: Pequena História Crítica**. 18ª. São Paulo: Hucitec, 2002.

MOREIRA, I. C. **Análise geoambiental por geoprocessamento dirigida à instalação de usinas termelétricas e estudos sobre seus principais riscos e impactos ambientais**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geologia de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 381f., Rio de Janeiro, 2002,

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 2ª ed. Viçosa-MG: Ed. UFV, 2003.

MOURA, A.C. M. Geoprocessamento aplicado ao planejamento urbano e à gestão do patrimônio histórico de Ouro Preto - MG. 2002. 476f Tese (Doutorado) manejo de microbacias hidrográficas. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA**, 9, Jaboticabal. Anais.(...) Jaboticabal: UNESP, Separata, 1992.

NEVES, S. A. da S.; CASARIN, R.; BRANDÃO, A. M. de P. M. O clima na região da bacia hidrográfica do alto rio Paraguai. IN: **VII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. Os climas e a produção do espaço no Brasil. Rondonópolis-MT, 2006.

NEVES, S. M. A. S. **Modelagem de um banco de dados geográficos do Pantanal de Cáceres/MT: estudo aplicado ao turismo**. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia (UFRJ), Instituto de Geociências; Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006.

NIMER, E.; BRANDÃO, A. M. P. M. (Coord.). **Balanço hídrico e clima da região dos cerrados**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 2ª. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda, 2002.

OLIVEIRA, R. M. de. As Origens do Saber Cartográfico. In: **O Novo Mapa do Mundo: Problemas Geográficos de um Novo Mundo**. (Milton Santos *et al.*) São Paulo: Hucitec, 1995.

PASSOS, M. M. **Amazônia: Teledetecção e Colonização**. Presidente Prudente-SP: Editora da UNESP, 1998.

Plano Nacional de Recursos Hídricos-PNCH. Regiões Hidrográficas. Região hidrográfica do Paraguai. ANA-Agência Nacional de Águas. Brasília, 2004. Disponível em (<http://www.ana.gov.br>). Acesso em 12/12/2004.

PLANO PRELIMINAR DE ORIENTAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO URBANO DO MUNICÍPIO DE ALTO PARAGUAI, SAREM/SEPLANPR. Cuiabá: s/d. (Relatório)

Plano de proteção das altas cabeceiras do rio Paraguai. (sub-projeto) Fundação Estadual do Meio Ambiente-FEMA/MT. **Projeto implementação de práticas de gerenciamento integrado de bacia hidrográfica para o Pantanal e a bacia do alto Paraguai.** ANA/GEF/PNUMNA/OEA. Cuiabá, 2003.

PNUMA-PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento do Meio ambiente. Câmara dos Deputados.** Comissão de Defesa do Consumidor, Meio Ambiente e Minorias. Brasília: Centro de documentação e Informação, coordenação de Publicações, 1995.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE-PNUMA. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Câmara dos Deputados.** Comissão de Defesa do Consumidor, Meio Ambiente e Memórias. Brasília: Centro de Documentação e Informação, Coordenação de Publicações, 1995.

PROJETO PANTANAL. Estrutura socioeconômica e dinâmica dos impactos ambientais na Bacia do Alto Rio Paraguai (Mato Grosso). Disponível em (http://www.in-tuebingen.de/egwinfo/pantanal/bap_pt.html). Acesso em 3/11/2004.

QUALIDADE DAS ÁGUAS. Universidade da Água. (<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/padroes.asp>). Acesso em 09/01/2006.

RADAMBRASIL. **Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral.** Levantamento de Recursos Naturais. Folha SD: 21. Cuiabá; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: vol 26, 1982.

RADAMBRASIL. **Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral.** Levantamento de Recursos Naturais. Folha SD: 21. Cuiabá; Mapas: geológico, geomorfológico, exploratório de solos, vegetação e capacidade de uso dos recursos naturais renováveis. Rio de Janeiro: vol 26, 1982.

RAISZ, E. **Cartografia Geral.** 2^a. S. Paulo: Científica, 1969.

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

RESENDE, D. M. M. de; SANT'ANNA NETO, J. L. e SPINOZA, W. A. Análise da qualidade de água na bacia do Par-Veado: Médio Paranapanema-SP. IN: **Boletim de Geografia.** Maringá: Departamento de Geografia-UEM, Ano 17, nº 1, 1999.

- RIBEIRO, J. F. **Cerrado: matas de galeria**. Planaltina-DF. EMBRAPA-CPAC, 1989.
- RIBEIRO, D. F.; FONSECA, C. E. L. da.; SOUZA-SILVA, J. C. **Cerrado: caracterização e recuperação de Mata de Galeria**. Planaltina -DF: Embrapa Cerrados, 2001.
- RIO, V. Del; OLIVEIRA, L. de. **Percepção Ambiental. A experiência brasileira**. 2ª. São Paulo: Studio Nobel, 1999.
- ROBISON, A. H.; SALE, R.D.; MORRISON, J. L.; MUEHRCKE, P. C. **Elements of Cartography**, 1985.
- RODRIGUES, M. **Geoprocessamento: um retrato atual**. Revista Fator GIS. Sagres Cartografia e Editora. Curitiba. Ano 1, no. 2, p. 20-23, 1993.
- ROHDE, G. M. **Geoquímica ambiental e Estudos de Impacto**. 2ª. São Paulo: Signus, 2004.
- ROSA, R. e BRITO, J. L. S. **Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica**. Uberlândia-MG, 1996.
- ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Uberlândia-MG. Ed. UFU. 1990.
- ROSS, J. L. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 2ª. São Paulo: Contexto, 1991.
- RUDORFF, B. F. T. **Produtos de Sensoriamento Remoto**. Disponível em (<http://www.ltid.inpe.br>). Acesso em 20 de agosto de 2003.
- SÁ, I. S. de. *et al.* **Manual de normalização de trabalhos técnicos, científicos e culturais**. Petrópolis: Vozes, 1994.
- SANTOS, M. **Técnicas, Espaço, Tempo. Globalização e Meio Técnico-Científico Informacional**. 3ª. São Paulo: Hucitec, 1997.
- SANTOS, M. **A Natureza do Espaço. Técnica e Tempo. Razão e Emoção**. São Paulo: Hucitec, 1997.
- SANTOS, M. **Metamorfose do Espaço Habitado**. São Paulo: Hucitec, 1988.
- SANTOS, M. **Espaço e Método**. São Paulo: Nobel, 1985.
- SANTOS, M. **Por uma nova Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1978.
- SANTOS, A. M. dos; SCHIAVETTI, A.; DEBERDT, A. J. Qualidade da Água. In: **O estudo de Bacias Hidrográficas: Uma estratégia para educação ambiental**. Dietrich Schiel; Sérgio Mascarenhas; Nora Valeiras; Silvia A. M. dos Santos. (Orgs.). 2ª. São Carlos/SP: RiMa, 2003.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos., 2004.

SANTOS, S. M. dos; PINA, M. de F. de; CARVALHO, M. S. Os Sistemas de Informação Geográfica. In: **Conceitos básicos de Sistemas de Informações Geográficas e Cartografia aplicados à Saúde**. Brasília: Organização Panamericana da Saúde, Ministério da Saúde, 2000.

SANTOS, V. M. N. Escola, **cidadania e novas tecnologias: o sensoriamento remoto no ensino**. São Paulo: Paulinas, 2002.

SCHIEL, D.; MASCARENHAS, S.; VALEIRAS, N.; SANTOS, S. A. M. dos. O estudo de Bacias Hidrográficas: Uma estratégia para educação ambiental. São Carlos-SP: Rima, 2003.

SCHOWENGERDT, R. A. **Remote Sensing, Models and Methods for Image Processing**. Second Edition. Academic Press, 1997.

SCHAEFER, J. R.(Pe.). **Nova Mutum** - História e Fundação. Nova Mutum-MT. Edição do Autor, S/D.

SIBAC - **Sistema de Integração de Monitoramento Ambiental da Bacia do Rio Cuiabá**.(<http://www.ufmt.bresasibac.htm>). Acesso em 18/12/2003.

SOJA, E.W. **Geografia Pós Modernas. A reafirmação do espaço na teoria social crítica**. Rio de Janeiro. Zahar, 1993.

SOUZA FILHO, C. R. **Sensoriamento remoto orbital – Uma breve viagem no tempo e no espaço**. Disponível em (<http://www.mundogeo.com.br>). Acesso em 16/05/2004.

SILVA, A. M. da; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. de. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. São Carlos-SP: RiMa, 2003.

SILVA, V. G. da. **Legislação Ambiental Comentada**. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2002.

TAUK-TORNISIELO, S. M.; GOBBI, N.; FOWLER,H.G. (Orgs.) **Análise Ambiental: Uma visão multidisciplinar**. 2ª. São Paulo: Editora-Unesp, 1995.

TEIXEIRA, A.L.de A.; CHRISTOFOLETTI, A. **Sistema de Informação Geográfica: Dicionário Ilustrado**. São Paulo: Hucitec,1997.

TEIXEIRA, A. L. A.; MORETTI, E. ;CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica**. Rio Claro-SP: Edição do Autor, 1992.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J.R. **The water balance in Climatology**. Ceterton, New Jersey, 1955.

TUCCI, C. E. M. **Regionalização de Vazões**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2002.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3ª ed. Porto Alegre: Ed.UFRGS/ABRH, 2004.

TUNDISI, J. G. A bacia hidrográfica como Laboratório Experimental para o Ensino de Ciências, Geografia e Educação Ambiental. In: **O Estudo de Bacias Hidrográficas: Uma estratégia para a educação ambiental** (Orgs.). Dietrich Schiel, Sérgio Mascarenhas, Nora Valéria, Silvia A. M. dos Santos. São Carlos-SP: Rima, 2003.

VICENS, R S.; MARQUES, I. S.; CRUZ, C. B. M.; ARGENTO, M. S. F.; GARA Y, I. Sensoriamento Remoto e SIG como suporte ao desenvolvimento do subprojeto PROBIO "Conservação e recuperação da floresta atlântica" . In: Garay, I.; Dias, B. (Orgs.). **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento**. Petrópolis-RJ: Vozes, 2001.

VIEIRA, P. F.; WEBWR, J. (Orgs.). **Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento: Novos desafios para a pesquisa ambiental**. São Paulo: Cortez, 1997.

XAVIER-DA-SILVA, J.; PERSSON, V. G.; LORINI, M. L.; BERGAMO, R B. A; RIBEIRO, M. F.; COSTA, A. I. S. T.; IERVOLINO, P.; ABDO, O. E. Índice de geodiversidade: aplicações de SGI em estudos de biodiversidade. In: Garay, I.; Dias, B. (Orgs.). **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento**. Petrópolis-RJ: Vozes, 2001.

XAVIER da SILVA, J. **Geoprocessamento e SGIs**. Curso de Especialização em Geoprocessamento. UFRJ. Rio de Janeiro: Disponível em CD-Rom, 2000.

XAVIER-DA-SILVA, J. A pesquisa ambiental no Brasil. In: Becker, B. K.; Christofoletti, A.; Davidovich, F. R (Orgs). **Geografia e meio ambiente no Brasil**. São Paulo/Rio de Janeiro: Editora Hucitec, 1999.

XAVIER-DA-SILVA, J. **Estruturas lógicas de análise e integração**. Apostila do CEGEOP. Curso de Especialização em Geoprocessamento. UFRJ: Rio de Janeiro, CD-ROM, 1999.

XAVIER-DA-SILVA, J. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Apostila do CEGEOP. Curso de Especialização em Geoprocessamento. UFRJ: Rio de Janeiro, CD-ROM, 1999.

XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento e análise ambiental. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, IBGE, 54 (3), 47-61, 1992.

XAVIER-DA-SILVA, J.; SOUZA, M. I. L. **Análise ambiental**. Rio de Janeiro: Editora

da UFRJ, 1988.

VICENTE, CENSA FDEZ.-VÍTORA. **Guia Metodológica para la Evaluacion del Impacto Ambiental**. Madrid: Ed. Mundi-Prensa, 1996.

www.umbuzeiro.cnip.org.br. (Acesso em 01/08/2006).

(www.relevobr.cnpm.embrapa.br/) Acesso em 10/10/2006.