

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO, MINAS E ENERGIA



Volume 1 – Textos

Geologia, Recursos Minerais,
Formações Superficiais,
Geomorfologia, Solos,
Aptidão Agrícola das Terras,
Uso e Cobertura das Terras,
Geoquímica, Hidrologia,
Hidrogeologia,
Unidades de Conservação,
Geoambiental.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOAMBIENTAL DE CUIABÁ, VÁRZEA GRANDE E ENTORNO SIG CUIABÁ

2006

**Sistema de Informação Geoambiental de
Cuiabá, Várzea Grande e Entorno**

SIG CUIABÁ

Volume 1 – Textos

Foto Capa - Gilberto Scislewski - Vista do contato por discordância angular e erosiva entre os metassedimentos do Grupo Cuiabá e arenitos da Formação Furnas – Município Chapada dos Guimarães.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

SICME – SECRETARIA DE ESTADO DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO,
MINAS E ENERGIA DO ESTADO DE MATO GROSSO

Sistema de Informação Geoambiental de Cuiabá, Várzea Grande e Entorno

SIG CUIABÁ

Volume 1 – Textos

2006

**Sistema de Informação Geoambiental de Cuiabá,
Várzea Grande e Entorno
SIG CUIABÁ**

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
SICME – SECRETARIA DE ESTADO DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO,
MINAS E ENERGIA DO ESTADO DE MATO GROSSO

T452s THOMÉ FILHO, Jamilo José (Org.)

Sistema de Informação Geoambiental de Cuiabá, Várzea Grande e Entorno – SIG CUIABÁ. Org. Jamilo J. Thomé F^o, Gilberto Scislewski, Edgar Shinzato, Gustavo A. Rocha, Marcelo Dantas, Prudêncio R. Castro Jr., Eric S. Araújo, Denise C. R. Melo, Regina Célia Gimenez Armesto, Lígia Maria Nascimento de Araújo. Goiânia: CPRM, 2004. (Convênio CPRM/SICME).

2 v. il. + mapas

v. 1 – Texto

v. 2 – Mapas

1. Geologia Ambiental 2. Recursos Minerais 3. Recursos Hídricos 4. Solos 5. Geomorfologia I. Thomé Filho, Jamilo José II. Título

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Silas Rondeau Cavalcante Silva

Ministro de Estado

Cláudio Scliar

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS CPRM – Serviço Geológico do Brasil

Agamenon Sérgio Lucas Dantas

Diretor-Presidente

José Ribeiro Mendes

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Manoel Barretto da Rocha Neto

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Álvaro Rogério Alencar Silva

Diretor de Administração e Finanças

Fernando Pereira de Carvalho

*Diretor de Relações Institucionais e
Desenvolvimento*

Superintendência Regional de Goiânia

Maria Abadia Camargo

Superintendente

José Mário da Silva

Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Jamilo José Thomé Filho

Supervisor de Área

Waldemar Abreu Filho

Núcleo de Apoio de Cuiabá

Escritório Rio de Janeiro

Cássio Roberto da Silva

Departamento de Gestão Territorial – DEGET

Regina Célia Gimenez Armesto

Divisão de Gestão Territorial – DIGATE

Frederico Cláudio Peixinho

Departamento de Hidrologia – DEHID

Lígia Maria Nascimento de Araújo

Divisão de Hidrologia Aplicada – DIHAPI

Sabino Orlando da C. Loguércio

Departamento de Apoio Técnico – DEPAT

Paulo Roberto Macedo Bastos

Divisão de Cartografia – DICART

Valter Alvarenga Barradas

Divisão de Editoração Geral – DIEDIG

Maria Alice Ibanães Duarte

Laboratório de Análises Minerais – LAMIN

Jorge E. Pinto Hausen

*Departamento de Relações Institucionais e
Divulgação – DERID*

João Henrique Gonçalves

Divisão de Geoprocessamento – DIGEOP

GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO

Blairo Borges Maggi
Governador

**SECRETARIA DE ESTADO DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO, MINAS E ENERGIA
DO ESTADO DE MATO GROSSO – SICME**

Alexandre Furlan
Secretário

José Epaminondas Mattos Conceição
Secretário Adjunto de Desenvolvimento

Márcio Luiz de Mesquita
Secretário Adjunto de Gestão

Joaquim Jurandir Pratt Moreno
Unidade Gestora de Política Mineral/SICME – MT

COMPANHIA MATOGROSSENSE DE MINERAÇÃO – METAMAT

João Justino Paes Barros
Diretor-Presidente

Wilson Menezes Coutinho
Diretor Técnico

André Barbosa de Oliveira
Diretor Administrativo e Financeiro

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Luiz Carlos Guedes Pinto
Ministro de Estado

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa

Sílvio Crestana
Diretor-Presidente

EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Maria do Rosário Lobato Rodrigues
Chefe Geral

EMBRAPA SOLOS

Celso Vainer Manzatto
Chefe Geral

CRÉDITOS DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS CPRM – Serviço Geológico do Brasil

COORDENAÇÃO GERAL

Cássio Roberto da Silva

COORDENAÇÃO EXECUTIVA

Regina Célia Gimenez Armesto

SUPERVISÃO/CHEFIA DO PROJETO

Jamilo José Thomé Filho

INTRODUÇÃO

Texto: Gilberto Scislewski
Jamilo José Thomé Filho

GEOLOGIA

Texto: Gilberto Scislewski
Mapa: Gilberto Scislewski
Gustavo Adolfo Rocha

RECURSOS MINERAIS

Texto: Gilberto Scislewski
Mapa: Gilberto Scislewski
Gustavo Adolfo Rocha
Cadastro Mineral: Gilberto Scislewski
Gustavo Adolfo Rocha
Marcus Vinicius Paes de Barros – METAMAT⁴
Banco de Dados: Patrícia Wagner Sotério
Gustavo Adolfo Rocha

FORMAÇÕES SUPERFICIAIS

Texto: Gilberto Scislewski
Mapa: Gilberto Scislewski
Gustavo Adolfo Rocha

GEOMORFOLOGIA

Texto: Prudêncio Rodrigues de Castro Junior – UFMT⁵
Fernando Ximenes de Tavares Salomão – UFMT⁵
Suíse Monteiro Leon Bordest – UFMT⁵
Colaboração: Marcelo Eduardo Dantas
Mapa: Prudêncio Rodrigues de Castro Junior – UFMT⁵
Fernando Ximenes de Tavares Salomão – UFMT⁵
Suíse Monteiro Leon Bordest – UFMT⁵
Geoprocessamento: Salatiel Alves de Araújo – METAMAT⁴
Colaboração: Marcelo Eduardo Dantas

RECONHECIMENTO DE SOLOS

Texto: Edgar Shinzato
Wenceslau Geraldes Teixeira – Embrapa^{3b}
João Souza Martins – Embrapa^{3a}
Mapa: Edgar Shinzato
Wenceslau Geraldes Teixeira – Embrapa^{3b}
João Souza Martins – Embrapa^{3a}
Bruno Barros Xavier Dester – Estagiário¹

APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS

Texto: Edgar Shinzato
Wenceslau Geraldes Teixeira – Embrapa^{3b}
Marcos Bacis Ceddia – UFRRJ⁶
Mapa: Edgar Shinzato
Wenceslau Geraldes Teixeira – Embrapa^{3b}

GEOQUÍMICA

Texto: Eric Santos Araújo
Mapa: Eric Santos Araújo
Amostragem: Claudionor Francisco de Souza
Glauco Morales – METAMAT⁴

HIDROLOGIA

Texto: Denise Christina de Rezende Melo
Marco Antônio Correntino Cunha
Mapa: Denise Christina de Rezende Melo
Marco Antônio Correntino Cunha
Colaboradores: Lígia Maria Nascimento de Araújo
Ivete Souza de Almeida
Daniel Medeiros Moreira

HIDROGEOLOGIA

Texto: Jamilo José Thomé Filho
Mapa: Jamilo José Thomé Filho
Cadastro de Poços : Thomas Edison de Vasconcelos
Talita Menezes – Prestadora de Serviços²

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E LEGISLAÇÃO - ECOTURISMO

Texto: Gilberto Scislewski

USO E COBERTURA DAS TERRAS

Mapa: Edgar Shinzato
Wenceslau Geraldes Teixeira – Embrapa^{3b}
Patrícia Durringer Jacques
Bruno Barros Xavier Dester – Estagiário¹
Rafael Monteiro Valadão – Estagiário¹

MAPA GEOAMBIENTAL

Coordenação: Marcelo Eduardo Dantas
Equipe Executora: Marcelo Eduardo Dantas
Edgar Shinzato
Gilberto Scislewski
Gustavo Adolfo Rocha
Jamilo José Thomé Filho
Prudêncio R. de Castro Júnior – UFMT⁵
Fernando Ximenes de Tavares Salomão – UFMT⁵

GEOPROCESSAMENTO

João Henrique Gonçalves
Patrícia Duringer Jacques
Gabriela Figueiredo de Castro Simão
Elaine de Souza Cerdeira

DIGITALIZAÇÃO E EDITORAÇÃO CARTOGRÁFICA

SECART – GO: Luiz Carlos de Melo
Valdivino Patrocínio da Silva
Fernanda Xavier Araújo – Estagiária¹
Escritório Rio: Marília Santos Salinas do Rosário
Risonaldo Pereira da Silva – Prestador de Serviços²
Regina Célia Gimenez Armesto

REVISÃO DE TEXTO, EDITORAÇÃO, DIAGRAMAÇÃO

Hélio Tomassini – Prestador de Serviços²
Maria Gasparina de Lima
Gilberto Scislewski
Andréia Continentino

APOIO TÉCNICO

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

Fernanda Xavier Araújo – Estagiária¹
Hélio Pedro da Silva
José Estevão de Farias
Luiz Carlos de Melo
Luis de Oliveira
Mario Cavalcanti de Albuquerque
Rubens Villar Siqueira – Estagiário¹
Valdivino Patrocínio da Silva
Waldemar Abreu Filho

EDITORAÇÃO DOS MAPAS

DICART

REVISÃO TÉCNICA

Antônio Ivo Medina
Cássio Roberto da Silva
Fernanda Gonçalves da Cunha
Fernando Antonio C. Feitosa
Gilberto Machado
Gilberto Scislewski
Jamilo José Thomé Filho
João Olímpio Souza
Lígia Maria Nascimento de Araújo
Marcelo Dantas
Regina Celia Gimenez Armesto

CAPA

DIMARK

SECRETARIA DE ESTADO DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO, MINAS E ENERGIA DO ESTADO DE MATO GROSSO – SICME

Joaquim Jurandir Pratt Moreno

COMPANHIA MATOGROSSENSE DE MINERAÇÃO – METAMAT

Glauco Morales
José Roque Soares
Wilce Figueiredo

¹Estagiários CPRM

²Prestador de Serviços

³Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária:

^{3a}Embrapa Solos

^{3b}Embrapa Amazônia Ocidental

⁴METAMAT – Companhia Matogrossense de Mineração

⁵UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso

⁶UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

VOLUME 1

APRESENTAÇÃO

1 – INTRODUÇÃO

1.1 – Introdução	19
1.2 – Justificativas	22
1.3 – Objetivo Geral	23
1.4 – Objetivo Específico	23
1.5 – Metodologia	23
1.6 – Temas Abordados	24
1.6.1 – Geologia	24
1.6.2 – Recursos Minerais	24
1.6.3 – Geomorfologia	25
1.6.4 – Hidrologia	25
1.6.5 – Hidrogeologia	26
1.6.6 – Geoquímica	27
1.6.7 – Solos e Aptidão Agrícola	28
1.6.8 – Uso Atual das Terras e Cobertura Vegetal	28
1.6.9 – Diagnóstico Geoambiental	29
1.7 – Produtos	29

2 – GEOLOGIA

2.1 – Introdução	31
2.2 – Descrição das Unidades	31
2.2.1 – Grupo Cuiabá	31
2.2.1.1 – Subunidade 3	32
2.2.1.2 – Subunidade 4	33
2.2.1.3 – Subunidade 5	33
2.2.1.4 – Subunidade 6	35
2.2.1.5 – Subunidade 7	36
2.2.1.6 – Ambiente de Sedimentação	37
2.2.1.7 – Idade	37
2.2.1.8 – Metamorfismo e Efeitos de Catáclase	37
2.2.2 – Bacia do Paraná	38
2.2.2.1 – Grupo Rio Ivaí	38
2.2.2.1.1 – Ambiente de Sedimentação e Idade	39
2.2.2.2 – Grupo Paraná	39
2.2.2.2.1 – Formação Furnas	39
2.2.2.2.2 – Formação Ponta Grossa	40
2.2.2.2.3 – Ambiente de Sedimentação e Idade	41

2.2.2.3 – Grupo São Bento	41
2.2.2.3.1 – Formação Botucatu	41
2.2.2.3.2 – Ambiente de Deposição e Idade	42
2.2.3 – Coberturas Detrítico-lateríticas	42
2.2.4 – Formação Pantanal	43
2.2.4.1 – Ambiente de Deposição e Idade	44
2.2.5 – Aluviões Recentes	44
2.2.5.1 – Subunidade Q2a1	44
2.2.5.2 – Subunidade Q2a2	44
2.3 – Geologia Estrutural	44
2.3.1 – Introdução	44
2.3.2 – Faixa Alto Paraguai	45
2.3.2.1 – Zonas Estruturais da Faixa Alto Paraguai	45
2.3.2.2 – Deformações	45
2.3.2.2.1 – Primeira Fase de Deformação	45
2.3.2.2.2 – Segunda Fase de Deformação	46
2.3.2.2.3 – Terceira Fase de Deformação	46
2.3.2.2.4 – Quarta Fase de Deformação	46
2.3.3 – Bacia do Paraná	46
2.3.4 – Bacia do Pantanal	46
2.3.5 – Interpretação Estrutural das Feições de Interesse Hidrogeológico	47
2.4 – Bibliografia	48

3 – RECURSOS MINERAIS

3.1 – Introdução	51
3.2 – Situação dos Direitos Minerários na Área do Projeto	51
3.3 – Descrição das Ocorrências	52
3.3.1 – Areias e Cascalhos Aluvionares	52
3.3.1.1 – Método de Lavra	54
3.3.1.2 – Impactos Ambientais	54
3.3.1.3 – Recomendações	55
3.3.2 – Argila	55
3.3.2.1 – Método de Lavra	59
3.3.2.2 – Impactos Ambientais	59
3.3.2.3 – Recomendações	59
3.3.3 – Lateritas/Cascalho Laterítico	60
3.3.3.1 – Método de Lavra	60
3.3.3.2 – Impactos Ambientais	61
3.3.3.3 – Recomendações	61
3.3.4 – Cascalho de Veios de Quartzo	61
3.3.4.1 – Método de Lavra	62
3.3.4.2 – Impactos Ambientais	62
3.3.4.3 – Recomendações	62
3.3.5 – Ouro	62
3.3.5.1 – Métodos de Lavra	63
3.3.5.2 – Impactos Ambientais	65
3.3.5.3 – Recomendações	65
3.4 – Regimes de Aproveitamento dos Recursos Minerais	66
3.4.1 – Tributação Minerária	67

3.4.2 – Aspectos Institucionais	68
3.4.3 – Legislação Ambiental	69
3.4.3.1 – Constituição Federal	69
3.4.3.2 – Normas Federais	70
3.4.4 – Legislação Ambiental (Estado de Mato Grosso)	70
ANEXO I	72
ANEXO II	72
3.4.5 – Normas Municipais	72
3.4.5.1 – Gerenciamento Urbano de Cuiabá	72
3.4.6 – Legislação Minerária	73
3.4.6.1 – Constituição Federal	73
3.4.6.2 – Normas Federais	73
3.4.7 – Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais	76
3.4.7.1 – Constituição Federal	76
3.4.7.2 – Normas Federais	76
3.5 – Bibliografia.....	77

4 – FORMAÇÕES SUPERFICIAIS – SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO

4.1 – Introdução.....	79
4.2 – Definição e Análise Teórico-Conceitual	79
4.3 – Características Gerais dos Domínios	80
4.4 – Ocupação Urbana	81
4.4.1 – Características a Serem Observadas	81
4.4.2 – Problemas Constatados	82
4.4.3 – Recomendações	82
4.5 – Uso Agropecuário	83
4.5.1 – Problemas Constatados	84
4.5.2 – Recomendações	84
4.6 – Implantação de Obras Viárias	85
4.6.1 – Problemas Constatados	85
4.6.2 – Recomendações	86
4.7 – Disposição de Rejeitos	86
4.7.1 – Situação Atual	86
4.7.1.1 – Cuiabá	86
4.7.1.2 – Santo Antônio de Leverger	86
4.7.1.3 – Várzea Grande/Nossa Senhora do Livramento	86
4.7.1.4 – Chapada dos Guimarães.....	87
4.7.2 – Características a Serem Consideradas e Recomendações	87
4.7.3 – Critérios Recomendados para a Seleção de Áreas para a Implantação de Aterros Sanitários	88
4.8 – Bibliografia.....	89

5 – GEOMORFOLOGIA

5.1 – Introdução.....	91
5.2 – Metodologia	91
5.2.1 – Dados Básicos	91
5.2.2 – Documentação Cartográfica	93
5.2.3 – Compartimentação Geomorfológica	94
5.3 – Resultados.....	96

5.3.1 – Domínios Morfoestruturais	96
5.3.1.1 – Bacia Sedimentar do Paraná	96
5.3.1.2 – Faixa de Dobramentos Paraguai-Araguaia	97
5.3.1.3 – Bacia Sedimentar do Pantanal	98
5.3.2 – Regiões Geomorfológicas	98
5.3.2.1 – Planalto dos Guimarães	99
5.3.2.2 – Depressão Cuiabana	99
5.3.2.3 – Pantanal Mato-grossense	100
5.3.3 – Unidades Morfológicas	100
5.3.3.1 – Planalto Conservado	101
5.3.3.2 – Planalto Dissecado	101
5.3.3.3 – Depressão Dissecada	102
5.3.3.4 – Depressão Pediplanada	103
5.3.3.5 – Planícies Fluviais	104
5.3.4 – Formas de Relevo	104
5.3.4.1 – Chapadas	105
5.3.4.2 – Colinas Amplas	105
5.3.4.3 – Patamar	106
5.3.4.4 – Morros e Morrotes Alongados	106
5.3.4.5 – Colinas Médias e Amplas	107
5.3.4.6 – Escarpa Erosiva	107
5.3.4.7 – Rampas Coluvionadas	108
5.3.4.8 – Morros com Cristas e Encostas Ravinadas	109
5.3.4.9 – Morros e Morrotes Alinhados	109
5.3.4.10 – Morrotes	110
5.3.4.11 – Colinas Médias	110
5.3.4.12 – Rampas Pediplanadas	111
5.3.4.13 – Planície Fluvial - Terraços Altos	112
5.3.4.14 – Planície Fluvial - Terraços Baixos	112
5.3.4.15 – Planície Aluvionar Meandriforme	113
5.3.4.16 – Leque Fluvial	113
5.4 – Conclusões	113
5.5 – Bibliografia	114

6 – SOLOS

6.1 – Aspectos Iniciais	117
6.2 – Métodos de Trabalho	117
6.2.1 – Pesquisa Bibliográfica	117
6.2.2 – Serviços Iniciais de Escritório e Campo	117
6.2.3 – Serviços de Laboratório	118
6.2.4 – Serviços Finais de Escritório	120
6.2.4.1 – Critérios, Definições e Conceitos para o Estabelecimento das Classes de Solos e Fases Empregadas	120
6.3 – Aplicação e Importância do Estudo de Pedologia para o Projeto SIG Cuiabá	130
6.4 – Descrição das Classes de Solos	131
6.4.1 – Argissolos	131
6.4.1.1 – Argissolo Vermelho-Amarelo	131
6.4.2 – Cambissolo Háplico	133

6.4.3 – Gleissolo Háplico	135
6.4.4 – Latossolos	135
6.4.4.1 – Latossolo Vermelho	136
6.4.4.2 – Latossolo Vermelho-Amarelo	137
6.4.5 – Neossolo Litólico	138
6.4.6 – Neossolo Flúvico	140
6.4.7 – Neossolo Quartzarênico	141
6.4.8 – Planossolo Nátrico	143
6.4.9 – Planossolo Háplico	143
6.4.10 – Plintossolos	144
6.4.10.1 – Plintossolo Argilúvico	144
6.4.10.2 – Plintossolo Pétrico	145
6.4.11 – Vertissolo Háplico	148
6.4.12 – Afloramentos de Rocha	149
6.5 – Legenda de Solos	149
6.6 – Conclusões e Recomendações	149
6.7 – Bibliografia	155
6.8 – Glossário	157

7 – APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS

7.1 – Aspectos Iniciais	163
7.2 – Critérios Básicos	164
7.3 – Níveis de Manejo Considerados	164
7.3.1 – Grupos, Subgrupos e Classes de Aptidão Agrícola das Terras	165
7.3.1.1 – Grupos de Aptidão Agrícola	165
7.3.1.2 – Subgrupos de Aptidão Agrícola	166
7.3.1.3 – Classes de Aptidão Agrícola	166
7.3.2 – Representação Cartográfica	167
7.3.2.1 – Simbolização	167
7.3.2.2 – Convenções Adicionais	168
7.4 – Condições Agrícolas das Terras	168
7.4.1 – Fatores de Limitação	168
7.4.1.1 – Deficiência de Fertilidade	168
7.4.1.2 – Deficiência de Água	169
7.4.1.3 – Excesso de Água ou Deficiência de Oxigênio	170
7.4.1.4 – Susceptibilidade à Erosão	171
7.4.1.5 – Impedimentos à Mecanização	171
7.5 – Avaliação das Classes de Aptidão Agrícola das Terras	172
7.6 – Viabilidade de Melhoramento das Condições Agrícolas das Terras	174
7.7 – Classes de Aptidão Agrícola Segundo a Legenda de Identificação dos Solos	174
7.8 – Descrição dos Subgrupos de Aptidão Agrícola	189
7.8.1 – Terras com Aptidão Agrícola para Uso com Lavouras nos Sistemas de Manejo A, B ou C	189
7.8.2 – Terras com Aptidão Agrícola para Uso com Pastagem Plantada	190
7.8.3 – Terras com Aptidão Agrícola para Uso com Silvicultura	190
7.8.4 – Terras com Aptidão Agrícola para Uso com Pastagem Natural	190
7.8.5 – Terras Não-Indicadas para Utilização Agrícola	190
7.9 – Bibliografia	191

8 – GEOQUÍMICA

8.1 – Introdução.....	193
8.2 – Objetivo	194
8.3 – Métodos e Materiais	194
8.3.1 – No Campo	194
8.3.2 – No Laboratório	196
8.4 – Controle de Qualidade	196
8.5 – Tratamento Estatístico	197
8.6 – Resultados Obtidos	197
8.6.1 – Sedimentos de Corrente	197
8.6.2 – Água	212
8.7 – Conclusões	226

9 – HIDROLOGIA

9.1 – Reconhecimento da Área em Estudo.....	230
9.2 – Características Físicas das Bacias Hidrográficas	230
9.2.1 – Forma da Bacia	231
9.2.2 – Sistema de Drenagem	231
9.2.3 – Relevo do Terreno	232
9.3 – Caracterização Climática	232
9.3.1 – Temperatura do Ar	232
9.3.2 – Umidade Relativa do Ar.....	233
9.3.3 – Evaporação Total	233
9.3.4 – Precipitação Total	234
Precipitação Média na Área do Projeto	236
Máximo Percentual de Contribuição (MPC).....	236
Precipitação Máxima de 1 Dia	237
Número de Dias de Chuva	238
9.4 – Estudo das Vazões	238
9.4.1 – Caracterização do Regime Fluvial do Rio Cuiabá	239
Influência da Barragem no Rio Manso nas Vazões do Rio Cuiabá	239
Estudo de Vazões Mínimas	243
Curva de Permanência das Vazões	243
Vazão Mínima de Sete Dias Consecutivos com Período de Retorno de 10 Anos ($Q_{7,10}$)	244
Curva de Recessão	244
Estudo das Vazões Máximas	245
9.4.2 – Vazões Medidas na Área do Projeto	245
9.5 – Sedimentologia	246
9.6 – Qualidade da Água	251
Parâmetros Físicos, Químicos e Biológicos Analisados.....	251
Parâmetros Analisados para Detecção de Pesticidas	254
9.7 – Balanço Hidrológico Mensal	260
9.8 – Balanço Hídrico	260
9.9 – Disponibilidade Hídrica	260
9.10 – Projeto de Rede Hidrológica	261
9.11 – Conclusões.....	261
9.12 – Bibliografia	263
ANEXO – Tabela A1 – Dados Hidrológicos	265

10 – HIDROGEOLOGIA

10.1 – Introdução	269
10.2 – Metodologia	270
10.2.1 – Distribuição dos Poços	271
10.3 – Trabalhos Anteriores	271
10.4 – Uso da Água Subterrânea	272
10.5 – Compartimentação Hidrogeológica	274
10.5.1 – Aquíferos Porosos	274
10.5.1.1 – Aluviões - Q2a1/Q2a2	274
10.5.1.2 – Pantanal - Q1p1	275
10.5.1.3 – Cobertura Detrito-laterítica - NQdl	276
10.5.1.4 – Botucatu - J3K1bt	276
10.5.1.5 – Ponta Grossa - Dpg	276
10.5.1.6 – Furnas/Rio Ivaí - D1f/O3S1rv	276
10.5.2 – Aquífero Fraturado - Cuiabá - NPcu	277
10.5.2.1 – Profundidade dos Poços	280
10.5.2.2 – Nível Estático	280
10.5.2.3 – Nível Dinâmico	281
10.5.2.4 – Vazão	282
10.5.2.5 – Capacidade Específica	282
10.6 – Qualidade da Água	282
10.7 – Vulnerabilidade dos Aquíferos	283
10.8 – Reserva Explotável	284
10.9 – Conclusão	285
10.10 – Bibliografia	286

11 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E LEGISLAÇÃO – ECOTURISMO

11.1 – Introdução	287
11.2 – Unidades de Conservação	287
11.2.1 – Tipos de Unidades de Conservação Existentes na Área do Projeto	287
11.2.1.1 – APAs - Áreas de Proteção Ambiental	287
11.2.1.1.1 – APA da Chapada dos Guimarães	288
11.2.1.2 – Parques Nacionais, Estaduais e Municipais	289
11.2.1.2.1 – Parque Nacional da Chapada dos Guimarães	289
11.2.1.2.2 – Parque da Cidade - Mãe Bonifácia	289
11.3 – Ecoturismo	289
11.3.1 – Caverna do Aroe Jari	289
11.3.2 – Mirante	290
11.3.3 – Morro de São Jerônimo	290
11.3.4 – Cidade de Pedra	291
11.3.5 – Portão do Inferno	292
11.3.6 – Cachoeira do Véu da Noiva	292
11.3.7 – Cachoeirinha	292
11.3.8 – Salgadeira	293
11.3.9 – Caminho das Águas	293
11.3.10 – Casa de Pedra	293
11.3.11 – Morro de Santo Antônio	294
11.3.12 – Baía Grande	294

12 – MAPA GEOAMBIENTAL – NOTA EXPLICATIVA

12.1 – Introdução	295
12.2 – Metodologia	295
12.3 – Domínios e Unidades Geoambientais	296
12.4 – Análise Regional para Planejamento Territorial	300
12.5 – Bibliografia	303

APRESENTAÇÃO

“Governar é tomar decisão e a decisão correta é aquela baseada em informações confiáveis”

As crescentes necessidades humanas e a expansão das atividades econômicas estão exercendo pressão cada vez maior sobre os recursos naturais, criando competição e conflitos, tendo em geral, como resultado, o uso impróprio da aptidão natural da terra.

Para o uso adequado da terra é necessária uma abordagem integrada dos meios físico, biótico, socioeconômico e cultural, pois a sobrevivência da humanidade dependerá, principalmente neste milênio, da nossa capacidade de entender os princípios básicos da ecologia, como: interdependência, reciclagem, parceria, flexibilidade, diversidade e, tendo como conseqüência a incansável busca do desenvolvimento sustentável.

Nesse contexto, foi elaborado o Projeto “Sistema de Informação Geoambiental de Cuiabá, Várzea Grande e Entorno” (SIG Cuiabá), iniciado em maio de 2004, por meio de convênio firmado entre a CPRM – Serviço Geológico do Brasil e a Secretaria de Indústria, Comércio, Minas e Energia do Estado de Mato Grosso – SICME, contando ainda com a colaboração local da Companhia Matogrossense de Mineração (METAMAT); da EMBRAPA (CNPS e Amazônia Ocidental) e participação de professores do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT.

Os estudos consistiram em produzir um diagnóstico dos problemas ligados ao meio físico, na região que abrange totalmente os municípios de Cuiabá e Várzea Grande e parte dos municípios de Santo Antônio de Leverger, Nossa Senhora do Livramento e Chapada dos Guimarães, retratados em cartas temáticas relacionadas a: geologia, geomorfologia, recursos hídricos, solos, aptidão agrícola, formações superficiais, geoquímica, uso atual do solo e cobertura vegetal/unidades de conservação, material para construção civil/insumos agrícolas e outros bens minerais.

Concomitantemente, foram levantadas as informações básicas da mineração tais como: localização das ocorrências e lavras, aspectos legais e os impactos ambientais. Estes dados propiciarão a elaboração do Plano Diretor de Mineração da região em estudo.

O conjunto de informações acima relatadas foi integrado, sintetizado e espacializado no Mapa Geoambiental, contendo informações relativas às potencialidades minerais, hídricas, agrícolas/pastagens e ecoturísticas, bem como as limitações frente ao uso como urbanização, disposição de resíduos sólidos, obras viárias e dutos. Esses produtos estão disponibilizados em um Sistema de Informações Geográficas – SIG, com acesso via Internet (www.cprm.gov.br).

Finalmente, temos a satisfação de estar entregando aos atuais e futuros gestores da região, bem como a sociedade, importante instrumento de planejamento e gestão do território, o qual contribuirá significativamente para o desenvolvimento sustentável de Cuiabá, Várzea Grande e Entorno.

José Ribeiro Mendes

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

1 – INTRODUÇÃO

1.1 – INTRODUÇÃO

Através de convênio com a SICME – Secretaria da Indústria, Comércio, Minas e Energia do Estado de Mato Grosso, a CPRM – Serviço Geológico do Brasil iniciou estudos do meio físico de uma área de 5.250km², abrangendo os municípios da região de Cuiabá, Várzea Grande e Entorno. Esta região apresenta expressivo adensamento populacional e uma considerável concentração de renda, além de possuírem graves distorções urbanas, tais como: crescimento físico desmesurado e desordenado, conurbação, conflito entre diversas atividades econômicas, retenção especulativa do solo urbano e produção de vazios urbanos infra-estruturados, uso e ocupação de solos inadequados, periferização do crescimento físico, com formação de cidades dormitórios e segregação espacial da população de baixa renda, aumento da poluição e da agressão ao meio ambiente, com comprometimento dos recursos naturais.

Ao se desenvolverem, estas regiões incrementam suas atividades econômi-

cas e os conflitos de uso do solo começam a ocorrer: como as áreas de lixões localizadas próximo às zonas frágeis, a produção agrícola contamina o solo e a água; desmatamentos aceleram os processos erosivos provocando assoreamento dos cursos de água resultando em freqüentes inundações; áreas tradicionalmente destinadas a mineração são englobadas por núcleos urbanos e a crescente poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos torna crítico o abastecimento das cidades.

Compõe-se, assim, um quadro em que estas regiões, a um só tempo se constituem em áreas concentradoras de renda e espaços urbanos de elevado grau de pobreza e degradação ambiental. Fica evidenciado que essas áreas exigem atuação especificamente dirigida para o enfrentamento dessas graves questões.

Assim, torna-se imperativo a implantação de projetos que forneçam informações que venham a sanar esta deficiência e contribuir, para que nestas Regiões o desenvolvimento econômico seja acompanhado de uma melhoria da qualidade

de vida da população e uma convivência harmônica com meio ambiente.

Para tanto foram executados levantamentos nos temas: Geologia; Geomorfologia; Geoquímica; Hidrologia; Hidrogeologia; Formações Superficiais; Solos; Aptidão Agrícola, Uso e Ocupação Atual das Terras e Unidades de Conservação, na escala 1:100.000.

Todos esses temas foram reunidos em um mapa único, denominado de Mapa Geoambiental, de forma clara e acessível para a utilização dos órgãos oficiais de planejamento e da comunidade como um todo.

A área do projeto abrange os municípios de Cuiabá e Várzea Grande em sua totalidade e parcialmente os municípios de Chapada dos Guimarães, Santo Antônio de Leverger e Nossa Senhora do Livramento, estando localizada entre os meridianos 55°00' e 57°00' de longitude oeste e os paralelos 15°00' e 16°00' de latitude sul (**Figura 1.1**).

O acesso à região faz-se através das rodovias: BR-163 que liga Cuiabá a Campo Grande (MS); a BR-364, de Cuiabá a

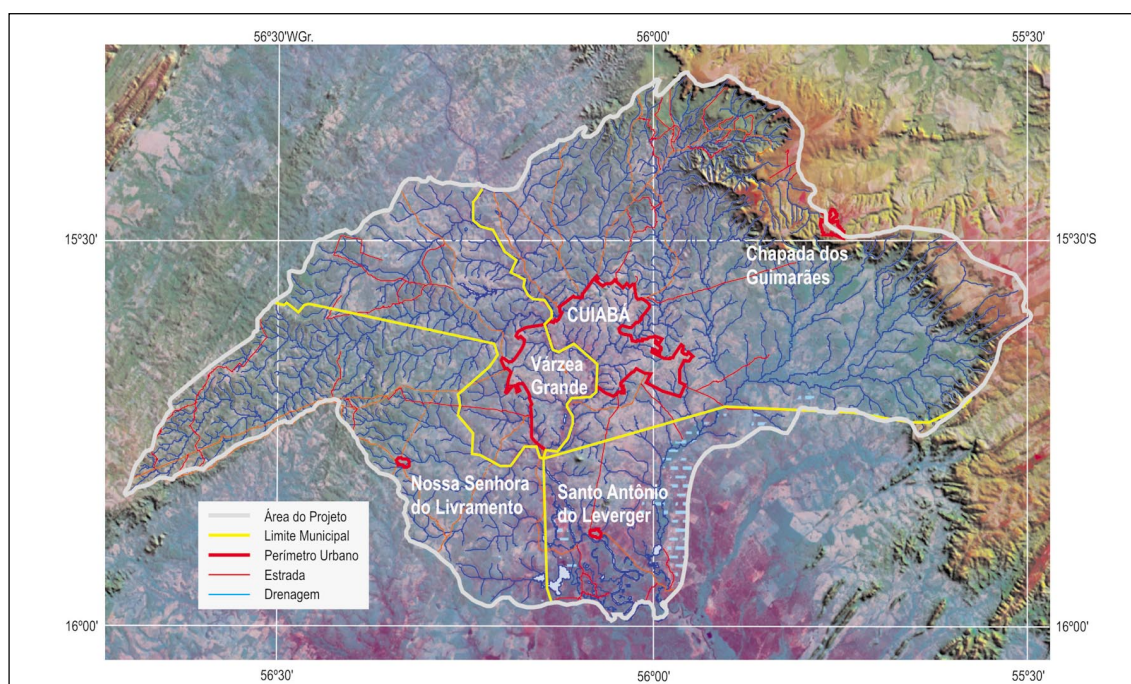
Jataí (GO); a BR-070 de Cuiabá a Aragarças (GO); a BR-158 de Cuiabá a Santana do Araguaia no Pará e a BR-174 de Cuiabá a Vilhena (RO). Dentre as rodovias estaduais destacam-se a MT-251 de Cuiabá a Chapada dos Guimarães, a MT-040 de Cuiabá a Santo Antônio de Leverger; e a MT-060 de Cuiabá a Nossa Senhora do Livramento. Além disso a região pode ser alcançada por via aérea por aeronaves de pequeno e grande porte através do Aeroporto Marechal Rondon. O rio Cuiabá apesar de no passado ter sido de grande importância para se atingir a região, atualmente não é utilizado como via de acesso regular.

A área em estudo possui uma população em torno de 950.000 habitantes, sendo que 97% concentram-se nos municípios de Cuiabá e Várzea Grande.

A densidade demográfica tem média de 11,36 habitantes por quilômetro quadrado, sendo que em Cuiabá/Várzea Grande esta densidade é de aproximadamente 25 habitantes por quilômetro quadrado.

O clima da região de Cuiabá/Várzea Grande e entorno é um clima típico de

Figura 1.1 – Área abrangida pelo projeto.



savanas tropicais, caracterizando-se por apresentar dois períodos bem definidos, um seco (inverno) que vai de abril a outubro e outro úmido (verão) de novembro a março. Desta forma os meses de novembro a março marcam o período mais chuvoso do ano e também o mais quente quando as temperaturas médias chegam a 35°C. Nos meses de junho a agosto as temperaturas chegam a cair abaixo de 10°C. A umidade relativa do ar é variável com uma média anual em torno de 74%.

A cobertura vegetal é caracterizada principalmente por cerrado; campos cerrados; matas-galerias e campos pantanosos.

Predominam os cerrados e campos cerrados representados por um extrato arbóreo com árvores muito espaçadas entre si e um extrato herbáceo constituído por gramíneas. Em geral as árvores são de pequeno a médio porte, variando de dois a oito metros de altura com troncos e galhos retorcidos, folhas graúdas e ásperas. O extrato de gramíneas em geral não ultrapassa 50 centímetros de altura e é representado principalmente por capim flecha, capim membeca, capim barba-de-bode e capim mimoso.

As matas-galerias desenvolvem-se ao longo das margens das drenagens constituindo uma vegetação mais densa e com árvores de médio a grande porte que sobressaem em relação ao cerrado e aos campos cerrados.

No limite sul da área do projeto na baixada do rio Cuiabá tem-se o Pantanal Mato-grossense cuja cobertura vegetal varia de local para local ora com características da vegetação de planalto, ora com características de vegetação de baixada com uma alternância de espécies hidrófilas com mesófilas e xerófilas. Nas porções mais elevadas do pantanal são comuns manchas de uma vegetação mais densa e alta.

A área é drenada pelas bacias dos rios Cocaes, Pari, Esmeril, Aricá-Açu, Co-

xipó e ribeirão Bandeira. Esses rios são importantes tanto pelas áreas que suas bacias ocupam como também pelo papel que exercem na economia regional.

Essas drenagens apresentam características diversas, influenciadas pela natureza geológica do terreno, condicionados às estruturas, litologias e formas de relevo.

A bacia do rio Aricá-Açu é a principal bacia hidrográfica da área. Ocupa uma área de 1.686km² e drena a porção leste da região estudada e percorre aproximadamente 80km no sentido de leste para oeste infletindo para sul até desaguar no rio Cuiabá. Suas nascentes situam-se na Chapada dos Guimarães com altitudes que ultrapassam 600m. Seus principais tributários da margem direita são os córregos: Pesqueiro; Taquarussu; Chagas; Traíra; Sucuri; das Pedras; Cabral e Médico; e os ribeirões: Formosa; do Couro; Sumidouro e dos Cágados, além do rio Aricazinho. Pela margem esquerda destacam-se os córregos Poção e Marcação.

A bacia do rio Pari ocupa uma área de 753km² na porção oeste do projeto. O rio segue de sudoeste para nordeste em percurso de aproximadamente 70km até o rio Cuiabá. Suas nascentes estão em cotas que não ultrapassam 450m. Pela margem direita seus principais afluentes são os córregos: Marcelino; Fundo; João Rodrigues; Torrado; Tarumã e Pitomba. E pela margem esquerda os córregos: Aguaçu; Buriti; Jacaré; Salinas e da Lavadeira. Durante o período de estiagem tanto o rio Pari como seus afluentes secam totalmente, tornando-se a região extremamente árida, com fazendas fechadas e abandonadas pela carência de água para o gado e pastagens.

O rio Coxipó drena uma área de 676km² na região nordeste do projeto, percorrendo de nordeste para noroeste cerca de 60km sobre um relevo bastante acidentado, com leito regular e sinuoso.

Suas nascentes estão na Chapada dos Guimarães em altitude superior a 600m. Seu principal afluente pela margem esquerda é o córrego Castelhana e pela margem direita os rios: dos Peixes; Mutuca e Claro, além dos córregos Moinho; Pirapora e Salgadeira.

A bacia do rio Cocaes localiza-se na porção noroeste e drena uma área de 490km², percorrendo de oeste para leste uma distância de 20km, infletindo então para norte, percorrendo mais 8km até o rio Cuiabá. Suas nascentes situam-se em cotas não superiores a 350m e seus principais afluentes pela margem esquerda são os córregos: Barbeiro; Aguaçu; Carandazinho e Formigueiro. Pela margem direita destacam-se os córregos: Buritizinho; João Leme; Tabatinga e Traíras.

O rio Bandeira drena uma área de 337km², nascendo no limite norte do projeto e percorrendo de norte para sul aproximadamente 20km quando então inflete para oeste percorrendo mais 15km até o rio Cuiabá. Suas nascentes não ultrapassam 300m de altitude. Seus afluentes pela margem esquerda são os córregos Capitão e do Nicolau e pela margem direita o córrego do Ouro e o ribeirão Dois Córregos.

A bacia do ribeirão Esmeril situa-se na porção norte/noroeste da área do projeto drenando 365km². O ribeirão percorre cerca de 15km no sentido oeste para leste, então infletindo para nordeste percorrendo mais 12km até o rio Cuiabá.

Na margem esquerda seus afluentes que merecem destaque são os córregos do Paulo e das Antas e pela margem direita os córregos Salinas e Carandá.

1.2 – JUSTIFICATIVAS

Nas décadas de 1950 e 1960 a distribuição da população brasileira dividia-se em 50% na zona rural e 50% nas áreas urbanas. Nas décadas de 1970 a 1990,

esta situação modificou-se drasticamente e hoje mais de 80% da população brasileira concentra-se nas regiões urbanizadas, principalmente nas grandes cidades institucionalizadas como Regiões Metropolitanas. Este êxodo rural em direção às grandes cidades foi motivado pela tentativa de busca de novas oportunidades de emprego. Conforme atestam os dados do IBGE, o crescimento populacional dessas regiões cresce em índices superiores aos estaduais e federais e tendem a concentrar de 50% a 70% do PIB dos estados.

Frente a este rápido crescimento populacional, o déficit habitacional, o abastecimento de água, educação, saúde, segurança e a alimentação da população, passaram a ser os problemas mais difíceis de serem resolvidos. Na ausência de um programa habitacional associado a uma política de uso e ocupação do solo, a expansão urbana ocorre, em grande parte em áreas impróprias ou de forma inadequada, acarretando inúmeros problemas não só ao meio ambiente, como à própria população aí assentada e aos poderes públicos responsáveis pelos serviços de infra-estrutura nestas áreas.

Dentre estes problemas cabe salientar a ocupação de áreas com declividades muito acentuadas, geologicamente instáveis, sujeitas à erosão e deslizamentos, situadas junto a curso de água, com vegetação de preservação permanente, sujeitas à inundação etc.

O lixo, depositado irregularmente, obstrui o sistema de esgotamento sanitário e polui as águas superficiais e subterrâneas.

Inúmeros são os casos conhecidos na literatura geológica de áreas que possuíam depósitos minerais passíveis de serem usados pela indústria da construção civil e que foram ocupados por vilas populares, obrigando aos mineradores explorar jazidas cada vez mais distantes dos centros consumidores, a custos crescentes.

Outrossim, é importante racionalizar a utilização dos recursos naturais existentes na região, necessários para o incremento da produção agrícola, para o fornecimento de material para a construção civil, abastecimento de água para a população e de insumos básicos para a atividade industrial, de forma a compatibilizar a aptidão do meio físico e a preservação ambiental com o desenvolvimento econômico e a melhoria da qualidade de vida da população. Por falta de planejamento é comum encontrar áreas adequadas à agricultura e a localização de pedreiras para material de construção civil, ocupadas por outros usos, obrigando os agricultores e mineradores buscarem áreas cada vez mais distantes dos centros consumidores, encarecendo o preço final dos produtos produzidos.

Esta situação, comum à maioria das regiões metropolitanas, deve-se em parte à falta de um planejamento adequado para o qual é de fundamental importância a disponibilidade de um sistema de informações básicas sobre as características do seu meio físico, contemplando suas aptidões e restrições ao uso e ocupação para fins urbano, agrícola e mineral.

A execução deste projeto de responsabilidade da CPRM – Serviço Geológico do Brasil, tem como atores importantes os órgãos federais, estaduais, municipais e as universidades, que atuam no planejamento e gestão destas regiões. Este arranjo institucional é de extrema importância para que as informações geradas pelo Serviço Geológico do Brasil e demais órgãos parceiros, sejam efetivamente integradas aos Planos Diretores Municipais.

1.3 – OBJETIVO GERAL

O Sistema de Informação Geoambiental de Cuiabá, Várzea Grande e Entorno – SIG Cuiabá tem como objetivo maior subsidiar a gestão e o planejamento da região, através da disponibilização

de informações básicas sobre o meio físico, contribuindo para a otimização dos investimentos e atividades dos setores público e privado, com ganhos de qualidade de vida para a população.

1.4 – OBJETIVO ESPECÍFICO

Disponibilizar aos órgãos de planejamento, na esfera federal, estadual e municipal, mapas temáticos, de síntese, na escala 1:100.000 numa área de 5.230km², e informes técnicos, que retratem as características do meio físico da região, com ênfase nas suas potencialidades minerais, aquíferas, agrícolas e belezas cênicas; suas fragilidades ambientais e nos problemas ligados ao meio físico decorrentes do processo de urbanização.

O Plano Diretor de Mineração visa disponibilizar um diagnóstico das atividades minerárias nas regiões urbanas e entornos, considerando-se o planejamento e a regulamentação do espaço metropolitano, objetivando eliminar os conflitos na disputa pela ocupação do solo, garantindo o desenvolvimento da mineração, com a conseqüente segurança no suprimento de matérias-primas minerais.

1.5 – METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a execução dos trabalhos foi aquela normalmente utilizada pela CPRM, quando da realização de levantamentos desse tipo.

Em uma primeira fase procurou-se um arranjo institucional, uma integração com os órgãos de planejamento, em níveis federal, estadual e municipal, e com as universidades, para o estabelecimento de parcerias, no sentido de colaborar/participar no planejamento e execução das atividades do projeto;

A fase seguinte constou de uma avaliação preliminar, ou seja, da identificação dos problemas do meio físico, já

implantados e potenciais, relacionados à ocupação urbana e atividades antrópicas associadas.

Para tanto foram visitadas e contactadas as prefeituras e organizações que atuam nos municípios que compõem a área de estudo, buscando informações sobre os problemas decorrentes das inundações, erosão, colapsos, poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, conflitos com a mineração e as principais potencialidades naturais dos municípios.

Este diagnóstico preliminar permitiu prognosticar as áreas que futuramente poderiam apresentar problemas ambientais em função do avanço da urbanização. A partir destas informações foram elaboradas as Cartas Temáticas, a serem executadas visando o equacionamento dos problemas diagnosticados.

A seguir partiu-se para outra fase que constou do levantamento dos temas de geologia; recursos minerais; solos; hidrologia, dentre outros desenvolvidos na área abrangida pelo projeto.

A fase seguinte constou da interpretação de imagens de satélite e fotografias aéreas a partir do que juntamente com as informações obtidas do diagnóstico preliminar e dos levantamentos dos dados existentes elaboraram-se as bases cartográficas sobre as quais foram lançados todos os dados relacionados aos temas a serem abordados durante a execução dos trabalhos.

Seguiu-se então a fase de verificação de campo para cada tema proposto com o levantamento de dados que caracterizassem e auxiliassem na elaboração das cartas temáticas finais na escala 1:100.000.

Com todos os dados obtidos através de trabalhos anteriores e os levantados durante a etapa de campo foram então elaborados os mapas temáticos e de síntese, relatórios e construção de bases de

dados, os quais fornecerão as informações básicas sobre os principais aspectos do meio físico, necessários ao planejamento urbano e que possibilitarão uma visão geral do território, quando as suas aptidões e restrições ao uso e ocupação do solo.

1.6 – TEMAS ABORDADOS

1.6.1 – GEOLOGIA

Após a revisão do acervo bibliográfico compreendendo trabalhos desenvolvidos pela CPRM e outras entidades, efetuou-se uma integração desses dados com a elaboração de um mapa de serviço na escala 1:100.000, que serviu para o planejamento de perfis geológicos para atualização. Após as incursões expeditas de campo, para fins de conferência e coleta de dados adicionais, fez-se a consolidação de todas as informações.

O resultado dessa revisão deu origem a Carta Geológica final apresentada em escala 1:100.000.

1.6.2 – RECURSOS MINERAIS

Os recursos minerais na área do projeto concentram-se principalmente no setor de materiais para a construção civil (argila, areia, cascalhos), ouro e água potável de mesa. Assim, a argila é extraída às margens do rio Cuiabá e a areia é dragada no leito do mesmo rio. O cascalho laterítico e o cascalho quartzoso são abundantes e explorados para utilização em revestimento e encascalhamento de rodovias. Ainda, em Chapada dos Guimarães, há uma ocorrência de água potável de mesa que é explorada e engarrafada pela firma Águas Minerais Lebrinha Ltda. A região tem potencial elevadíssimo para ouro, porém toda a extração está paralisada por órgãos governamentais federais e estaduais.

Em parceria com a SICME e a Companhia Mato-grossense de Mineração – METAMAT, foram detalhados os seguintes itens:

- cadastramento e descrição de todas as ocorrências minerais existentes;
- perfil dos insumos minerais (reservas, produção mineral x oferta x demanda; uso dos bens minerais);
- descrição dos métodos de lavra e beneficiamento;
- estudo dos impactos ambientais causados pela extração mineral e medidas mitigadoras a serem adotadas para a reabilitação do solo;
- legislações mineira e ambiental.

Os dados obtidos por este levantamento estão plotados na Carta de Recursos Minerais na escala 1:100.000 e podem ser acessados no sistema SIG através de uma base de dados em Access.

1.6.3 – GEOMORFOLOGIA

Os estudos geomorfológicos foram executados em íntima relação com os estudos geológicos e pedológicos já existentes na região, tendo como objetivo precípuo a avaliação da suscetibilidade dos terrenos aos processos erosivos atuantes e principalmente, na dinâmica fluvial do rio Cuiabá. O Mapa Geomorfológico foi elaborado na escala 1:100.000, representa um tema de grande importância para o planejamento territorial e gestão ambiental. Para a execução do mapa, procedeu-se a análise de fotografias aéreas, cartas topográficas e imagens de satélites, acompanhada de pesquisa bibliográfico-cartográfica e de trabalhos de campo.

O reconhecimento de campo incluiu a observação de formas de modelado, declividades, tipos de rocha, fontes potenciais de sedimentos (solo exposto), áreas suscetíveis a movimentos de massas (encostas declivosas com cicatrizes de desli-

zamentos, fraturas no solo), áreas deprimidas e alagadiças.

A partir da identificação das diferenças litoestruturais, feições de modelado e dos processos que ocorrem, foi possível definir as unidades geomorfológicas e estabelecer a influência de cada sistema na dinâmica superficial – seu potencial erosivo e potencial como fonte de sedimentos. O reconhecimento da dinâmica superficial (erosão-transporte-deposição de sedimentos) permitiu avaliar o grau de fornecimento de detritos para a rede de drenagem. Foram mapeadas também as áreas de risco onde foram delimitados os domínios sujeitos a desmoronamentos, erosão e inundações.

As feições geomorfológicas da área apresentam um comportamento que reflete nitidamente as influências de um conjunto de condicionamentos que insere diversos fatores no seu desenvolvimento. Entre eles estão os fatores geológico-estruturais representados pela formação das escarpas da Chapada do Guimarães e pela Depressão Cuiabana.

Neste trabalho foram identificadas 5 (cinco) unidades morfológicas distintas: 1 – Planalto Conservado; 2 – Planalto Dissecado; 3 – Depressão Dissecada; 4 – Depressão Pediplanada; e, 5 – Planícies Fluviais.

1.6.4 – HIDROLOGIA

Nas últimas décadas a região de Cuiabá, Várzea Grande e entorno sofreu uma profunda alteração relativa à qualidade e quantidade dos seus recursos hídricos, devido ao desmatamento, ocupação desordenada, instalação de indústrias poluidoras e queimadas, além de várias chácaras e sítios de lazer, nas margens dos cursos de água. Enfim, problemas ligados ao meio físico, decorrentes do processo de urbanização.

A precipitação pluviométrica média anual entre os anos de 1974 a 2003 foi da

ordem de 1.556mm, concentrando-se nos meses de novembro a março, quando as médias mensais ficam acima de 200mm. Nos meses de outubro e abril, início e fim das chuvas respectivamente, a média mensal cai para 130mm. Entre os meses de maio e setembro as médias são inferiores a 60mm, limite estabelecido para que um mês seja considerado seco.

O balanço hídrico contabiliza o confronto entre a precipitação e a evapotranspiração sintetizando de uma maneira geral os regimes climáticos. No caso, o balanço hídrico foi calculado para a estação fluviométrica de Cuiabá, utilizando dados relativos de pluviometria, evapotranspiração potencial e evapotranspiração real, demonstrando uma situação de déficit entre julho e setembro e excesso em janeiro. Nota-se que o período de excesso coincide com a época mais chuvosa e o déficit corresponde ao período em que a evapotranspiração potencial supera a precipitação pluviométrica e a reposição de água no solo acontece quando a precipitação é maior que a evapotranspiração potencial.

Os estudos hidrológicos nesta região, com área de drenagem de 5.230km², compreendendo o trecho da bacia do rio Cuiabá que abrange as sub-bacias dos rios Coxipó, Pari, Aricá-Açu, Bandeira, Esmeril e Cocaes, virão subsidiar as informações necessárias para o estudo e planejamento do meio físico, levando em consideração a integração com a geologia e a hidrogeologia.

Os estudos hidrológicos realizados compreenderam as seguintes etapas:

- Levantamento de dados hidroclimáticos e trabalhos ambientais já elaborados, dentro da área do projeto;
- Coleta de dados em campo, em diferentes meses do ano, contemplando as épocas de estiagem e cheia;
- Tratamento estatístico dos dados obtidos;

- Estudo sobre a disponibilidade hídrica superficial da região;
- Estudo da influência da barragem no rio Manso nas vazões do rio Cuiabá no trecho em estudos;
- Elaboração de um projeto de rede hidrológica visando o monitoramento das sub-bacias, com a finalidade de fornecer informações para múltiplos usos e para outorga de água.

A Carta Hidrológica será apresentada na escala 1:250.000.

1.6.5 – HIDROGEOLOGIA

Esse levantamento de parte da região de Cuiabá, Várzea Grande e Entorno, na escala 1:100.000, deve ser encarado como uma etapa de um programa contínuo de monitoramento e estudo dos recursos hídricos.

Foram cadastrados 525 poços na região estudada e proximidade, dos quais 445 poços com dados foram usados nos cálculos estatísticos e estudos dos aquíferos. Compõem um banco de dados, em Access, que faz parte da documentação do projeto, e também estão no cadastro nacional de poços (SIAGAS) da CPRM que pode ser acessado via internet.

O reconhecimento dos diversos tipos de aquíferos foi baseado nas características litológicas e estruturais, documentadas no mapa geológico, e nos dados obtidos dos poços. Dessa forma, diversas unidades geológicas foram agrupadas de acordo com as características hidrogeológicas semelhantes, resultando em dois grandes grupos: o Domínio Poroso, composto pelas formações arenosas da Bacia Sedimentar do Paraná e pelas formações superficiais do Cenozóico, e o Domínio Fraturado, composto pelas rochas das unidades do Proterozóico do Grupo Cuiabá, que afloram na maior parte da área.

A vulnerabilidade natural à contaminação foi avaliada com base no grau de exposição direta e tipos litológicos dos aquíferos.

Foi constatado que, na área de concentração populacional de Cuiabá/Várzea Grande, há uma intensa utilização de água subterrânea. Do total de poços cadastrados na área do projeto, a maioria está nessa área urbana, sendo que 43% do total cadastrado destina-se ao abastecimento público.

O principal aquífero da área é formado pelos metassedimentos de baixo grau do Grupo Cuiabá, que é um aquífero fraturado livre com relativamente pouca profundidade, onde, em 56% dos poços, o nível estático estava a profundidade menor que 15m.

A profundidade dos poços varia de 30m a 250m, sendo que 60% estão na faixa de 90m a 130m.

A capacidade específica dos poços é, em geral baixa, com média de 0,48m³/h/m, sendo a maioria abaixo de 0,3 m³/h/m. Alguns poços apresentaram vazões altas, acima de 60m³/h, no entanto a média é de 12m³/h, sendo que a maioria dos poços apresentaram vazões abaixo da média.

Os poços que exploram o aquífero fraturado, sob uma cobertura de sedimentos quaternários, mostraram uma tendência de se encontrar vazões acima da média. Esses locais coincidem também com zonas de falha, o que faz supor a influência maior das zonas de falhas reativadas.

A qualidade da água é em geral boa, do ponto de vista químico. No entanto há a contaminação bacteriológica de poços e parte do aquífero devido a lançamentos de esgoto *in natura* nos córregos e solo.

A recarga ocorre diretamente através da infiltração das chuvas e cursos d'água, tendo o regime anual de chuvas grande influência na área da Baixada Cuiabana.

É recomendado um maior controle sobre o lançamento de contaminantes nos cursos d'água e solo, para diminuir a degradação da qualidade da água subterrânea, bem como estudos detalhados dos sistemas aquíferos, principalmente em áreas com maior demanda devido à concentração populacional, ou em áreas com alta potencialidade exploratória.

1.6.6 – GEOQUÍMICA

Foram coletadas e analisadas amostras de água e sedimentos de corrente para verificar: a) o nível de contaminação dos rios em toda a região de estudo e sua correlação com as endemias locais; b) possíveis ocorrências de minerais metálicos e industriais.

Como o estudo abrange todo o sistema de sub-bacias, a coleta de sedimentos de corrente, água e solos, compatível com a escala 1:100.000, estendeu-se a todos os tributários representativos. Foram coletadas 105 amostras de sedimentos de corrente e 105 de água.

Sendo a água um elemento fundamental da vida, seus múltiplos usos são indispensáveis a um largo espectro das atividades humanas, onde se destacam, entre outros, o abastecimento público e industrial, a irrigação agrícola, a produção de energia elétrica e as atividades de lazer e recreação, bem como a preservação da vida aquática. A crescente expansão demográfica e industrial observadas nas últimas décadas trouxe como consequência o comprometimento das águas dos rios, lagos e reservatórios.

Os trabalhos mais recentes da CPRM – Serviço Geológico do Brasil, na área de geoquímica, estão sendo direcionados não só à exploração geoquímica, mas aplicados a estudos da distribuição espacial, dos excessos e das carências dos elementos químicos de origem natural ou antropogênica, levando ao conhecimento do

quimismo do meio físico relacionado a diversas áreas do conhecimento, como agronomia, saúde pública, uso e ocupação do solo e monitoramento ambiental.

O estado do Mato Grosso caracterizado pela cultura da pecuária, e hoje diante de uma nova fronteira de desenvolvimento com o crescimento da agricultura e agroindustriais, e notadamente com o aumento da população, transformaram alguns de seus rios em vazadouros de efluentes agrícolas, domésticos e industriais. Na área em estudo localizada no entorno de Cuiabá, abrangendo principalmente as bacias do rio Cuiabá que corta a cidade, foram detectados alguns rios poluídos e contaminados, apresentando sérios problemas ambientais relacionados à contaminação das águas e sedimentos ativos.

O levantamento de dados sobre poluentes e metais pesados registrados no Mapa de Amostragem Geoquímica constitui um importante diagnóstico sobre o atual estado de degradação dos recursos hídricos e um indicador para recuperação de áreas degradadas por poluentes industriais e domésticos. Trata-se, também de um alerta para todo o setor de saúde da sociedade, haja vista que muitos desses elementos contaminantes, quando consumidos em altas quantidades e por vários anos, podem provocar diversos tipos de doenças graves.

1.6.7 – SOLOS E APTIDÃO AGRÍCOLA

As regiões urbanizadas normalmente são alvos de vários estudos de solos em diferentes níveis de detalhe. A primeira etapa do levantamento pedológico foi reunir as informações até então geradas de modo a permitir que se possa integrá-las a outros mapas temáticos.

A metodologia para a elaboração dos estudos de solos foi baseada nas normas em uso pelo Centro Nacional de Pesqui-

sa de Solos da EMBRAPA, compreendendo trabalhos de fotointerpretação, serviços de campo, de laboratório e finais de escritório.

O material utilizado na fase de fotointerpretação compreendeu fotografias aéreas, imagens de satélite e cartas topográficas. O resultado dessas interpretações, somado às informações existentes, serviram de base para elaboração de um mapa preliminar de solos na escala 1:100.000.

Na fase de campo, foram realizadas descrições de perfis e coletas de amostras de solos, quando necessários, complementados com sondagens a trado, para análises de laboratório.

Foi elaborado um mapa final de solos, contendo as unidades de mapeamento composta das unidades taxonômicas, de acordo com o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos na escala 1:100.000.

A partir do Mapa de Solos foi elaborado o Mapa de Aptidão Agrícola, com vistas a indicar áreas passíveis de conter um cinturão verde, para abastecer a população da região em estudo com produtos hortifrutigranjeiros.

1.6.8 – USO ATUAL DAS TERRAS E COBERTURA VEGETAL

A identificação dos padrões de uso e cobertura do solo representa o processo de apropriação dos recursos naturais, constituindo-se em importante elemento de análise multidisciplinar para a avaliação da qualidade do ambiente na área de estudo.

O mapeamento desses padrões representa a distribuição espacial das atividades econômicas desenvolvidas na região. A adoção de quaisquer medidas de planejamento requer conhecimentos dos tipos de uso e cobertura vegetal em qualquer região.

O mapa desse tema representa, portanto, um instrumento básico para nortear as propostas de redirecionamento da intervenção humana no território e, enfatizar a preservação de remanescentes da vegetação existente.

Como produto final foi confeccionado um mapa, na escala 1:100.000, envolvendo o uso atual das terras e a cobertura vegetal.

1.6.9 – DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL

Os estudos dos vários temas apresentados anteriormente foram integrados e sintetizados no Mapa Geoambiental, na escala 1:100.000, com a espacialização das informações temáticas, de tal maneira que forneça indicações quanto as limitações e potencialidades ao uso do território.

No Mapa Geoambiental foram individualizadas as unidades homogêneas (geoambientais), levando-se em consideração o tipo litológico, relevo, vegetação, clima e solos.

Definidas as unidades geoambientais, elaborou-se uma legenda matricial, onde foram descritas as condições naturais dominantes de cada unidade (uma breve descrição da geologia, atividades mineirias, geomorfologia, solos, uso atual das terras, hidrologia, hidrogeologia, aspectos ambientais e climáticos). Essa legenda inclui recomendações que tratam do uso compatível da terra para cada uma das unidades geoambientais, conforme suas limitações (relativas ao lençol freático, à contaminação da água, ao solo e aos sedimentos de corrente, à fertilidade do solo, ao déficit hídrico, à erosão e à inundação) e potencialidades (relativas à aptidão

agrícola das terras, ao potencial mineral, às águas de superfície e subterrâneas, à beleza cênica e à capacidade de carga) visando à sustentabilidade a médio e longo prazos.

Tais recomendações contemplam áreas destinadas a: mineração, uso agrícola e pastagem, preservação ambiental, recuperação de áreas degradadas e controle ambiental.

As informações sintetizadas nesse diagnóstico buscam fornecer subsídios para a elaboração de estratégias de desenvolvimento da região, identificando e caracterizando os principais problemas ambientais de cada unidade reconhecida e mapeada, constituindo assim, as bases técnicas que servirão de apoio ao planejamento territorial das RMs.

1.7 – PRODUTOS

Com a realização do projeto foram disponibilizados genericamente, dependendo das necessidades de cada RM, os seguintes produtos constituídos por bases de dados, mapas e os respectivos relatórios:

1. Mapa Geológico;
2. Mapa de Formações Superficiais;
3. Mapa de Ocorrências Mineraias;
4. Mapa Geomorfológico;
5. Mapa da Bacia do Rio Cuiabá;
6. Mapa das Sub-bacias/Rede Hidrometeorológica Proposta;
7. Mapa Hidrogeológico;
8. Mapa de Amostragem Geoquímica/Concentrações Geoquímicas Anômalas;
9. Mapa de Reconhecimento de Solos;
10. Mapa de Aptidão Agrícola das Terras;
11. Mapa de Uso e Cobertura das Terras;
12. Mapa Geoambiental.

2 – GEOLOGIA

2.1 – INTRODUÇÃO

A região abrangida pelo Projeto SIG Cuiabá é constituída principalmente por rochas metassedimentares dobradas do Grupo Cuiabá, de baixo grau metamórfico, fácies xisto-verde, compreendendo a unidade tectônica Faixa Paraguai, desenvolvida durante o Ciclo Pan-Africano/Brasileiro (1.000-500Ma).

Além do Grupo Cuiabá, ocorrem no limite norte da área do projeto, na região da Chapada dos Guimarães, rochas sedimentares pertencentes à Bacia do Paraná e representadas pelos grupos: Rio Ivaí (formações Alto Garças e Vila Maria, de idade neo-ordoviciana a eossiluriana); Paraná (formações Furnas e Ponta Grossa, de idade eo-devoniana) e São Bento – Formação Botucatu, de idade jurássica.

As unidades cenozóicas são representadas pela Formação Pantanal, provavelmente de idade pleistocênica; pelas Aluviões Recentes, subdivididas em duas subunidades; e pelas Coberturas Detrítico-lateríticas.

2.2 – DESCRIÇÃO DAS UNIDADES

2.2.1 – GRUPO CUIABÁ

As primeiras referências às rochas epimetamórficas do Grupo Cuiabá devem-se ao Conde Francis de Castelnau (1850) quando descreveu os quartzitos e filitos da cidade de Cuiabá. Evans (1894) denominou de “*Cuyaba Slates*” as ardósias aflorantes na Baixada Cuiabana.

Posteriormente, Oliveira & Leonardos (1943) descreveram como “Série Cuiabá” os filitos e metaconglomerados que ocorrem nas proximidades de Cuiabá, no que foram seguidos por outros autores como Almeida (1948; 1954; 1964; 1965) e Vieira (1965).

Hennies (1966) substituiu o termo “Série Cuiabá” por “Grupo Cuiabá”, no que foi corroborado por Guimarães & Almeida (1971).

Mais recentemente, Luz *et al.* (1980), baseados em critérios litoestratigráficos, subdividiram o Grupo em 8 (oito) subunidades (1 a 7 e uma indivisa). Na área ora mapeada não ocorrem as subunidades

1 e 2, e a subunidade indivisa foi correlacionada às subunidades 6 e 7.

No presente trabalho adotou-se a subdivisão de Luz *et al.* (*op. cit.*).

2.2.1.1 – SUBUNIDADE 3

As litologias dessa subunidade afloram na porção oeste do projeto, na bacia do rio Pari, cobrindo uma área de aproximadamente 450km², abrangendo 9% da área total do projeto.

Litologicamente é constituída por filitos, filitos conglomeráticos, metarcóseos, metarenitos, quartzitos e lentes de metacalcários. Os filitos são as rochas mais abundantes, com variações faciológicas para metarenitos e metarcóseos.

A porção basal da unidade é constituída por filitos com intercalações de metarenitos e metarcóseos. Na parte intermediária intercaladas nos filitos ocorrem lentes de rochas carbonáticas como observado no afloramento GR-003. No topo da seqüência predominam filitos conglomeráticos.

Em geral os filitos apresentam cores variando de cor cinza-claro a cinza-esverdeado quando inalterados e avermelhados a amarronzados quando alterados. Mostram granulação fina a muito fina, aspecto laminar, brilho sedoso e estrutura filitosa. Mineralogicamente são constituídos por minerais argilosos, sericita e quartzo. Normalmente a sericita está orientada segundo o plano de foliação S_2 .

Petrograficamente caracterizam-se por textura granolepidoblástica fina, estrutura foliada e aspecto laminar plano-paralelo. Compõem-se de cristais de quartzo xenoblástico, alongados e recristalizados, agregados de clorita e palhetas de sericita. Os principais minerais acessórios são zircão, turmalina e argilominerais.

Os filitos conglomeráticos diferenciam-se dos filitos apenas por apresentarem clastos de quartzo, quartzito,

metarenito, metarcóseo e raramente granito, subarredondados, com boa esfericidade e orientados segundo a foliação S_2 , variando de tamanho desde grânulos até matacões, com a predominância da fração grânulos (Ponto GS-037 – Foto 2.1).



Foto 2.1 – Ponto GS-37. Detalhe de seixo de quartzo arredondado, contornado pela foliação S_2 em filito conglomerático da Subunidade 3.

Quanto mais próximo do contato com a Subunidade 4 os clastos são maiores e aparecem em maior quantidade, sugerindo uma passagem gradacional para aquela subunidade.

Os metarcóseos e metarenitos são de cor cinza-claro quando inalterados a amarronzados quando alterados, de granulação fina a média, por vezes grossa, com minerais micáceos orientados segundo a foliação S_2 .

Petrograficamente caracterizam-se por apresentarem estrutura foliada, textura granolepidoblástica, e são constituídos por grãos de quartzo subarredondados, feldspato potássico, plagioclásio, agregados de sericita, muscovita e raramente clorita. A principal diferença entre os metarenitos e os metarcóseos é que estes últimos apresentam maior quantidade de feldspatos.

As rochas carbonáticas ocorrem som a forma de lentes, como observado no ponto GR-003. O metacalcário encontra-se intercalado em metarcóseos e apre-

senta cor cinza-escuro, aspecto maciço e com boa efervescência ao HCl diluído.

O contato com as rochas que lhe são sobrepostas, da Subunidade 4, é gradacional como observado na região do Monjolo (bacia do rio Pari). Também pode ser tectônico através de falha normal (próximo à fazenda Rancharia) ou inversa e/ou de empurrão como ocorre a oeste de N. Sra. do Livramento, onde a Subunidade 3 está em contato com a Subunidade 5, através de falha de empurrão, resultante do segundo evento tectônico.

De acordo com Luz *et al.* (*op. cit.*), a espessura desse pacote é estimada em 550m.

Em geral as rochas apresentam-se dobradas (meso e microdobras), simétrica e assimetricamente, nos estilos recumbente e isoclinal.

Possuem aspecto laminar devido a foliação S_2 de direção $N30^\circ-50^\circ E$ e mergulho variável de 20° a 50° para NW.

A foliação S_3 quase não é observada por ser incipiente e pouco penetrativa.

São comuns veios de quartzo de segregação de espessura centimétrica, originados pelo primeiro evento tectônico e paralelos a foliação S_2 . Também ocorrem veios de quartzo hidrotermal preenchendo fraturas (Ponto GS-071 – **Foto 2.2**).



Foto 2.2 – Ponto GS-071. Veios de quartzo paralelos, perpendiculares e oblíquos a foliação S_2 da Subunidade 3.

2.2.1.2 – SUBUNIDADE 4

Está presente na porção oeste da área, na bacia do rio Pari, abrangendo uma área de apenas 96km^2 correspondendo a 2% do total da área, é a subunidade com menor representatividade.

É constituída principalmente de metaparaconglomerados petromíticos (metadiamicíticos) com raras intercalações de filitos e metarenitos.

Estes metaparaconglomerados apresentam cor cinza-esverdeado a cinza-escuro, com tonalidade avermelhada quando alterados. Os clastos, em geral de quartzo, quartzito, metarenito, filito, granito e raramente de rochas básicas, constituem de 20 a 30% da rocha e estão imersos em matriz síltica, por vezes arenosa. Predomina a fração grânulos e seixos, mas ocorrem também matações. Normalmente são subarredondados, achatados e orientados de acordo com a foliação S_2 .

Em direção ao topo a seqüência gradacional para uma fácies mais fina (filitos, filitos sericíticos, metarenitos e metarcóseos), que representa a Subunidade 5.

A foliação S_2 é bem desenvolvida e mostra direção $N40^\circ-50^\circ E$, com mergulho variando de 40° a 60° para NW. A foliação S_3 é incipiente e só observável nos filitos.

Uma característica marcante desta subunidade é a ausência quase total de veios de quartzo, que quando presentes são apenas de preenchimento de fraturas.

O contato com as rochas sotopostas é do tipo gradacional ou por falha de empurrão e/ou inversa. O mesmo ocorrendo com a Subunidade 5 que lhe é sobreposta.

Luz *et al.* (*op. cit.*) estimam para a subunidade 4 uma espessura de 150m.

2.2.1.3 – SUBUNIDADE 5

Expõe-se por toda a extensão da área em estudos. É a unidade com maior área

de distribuição, ocupando aproximadamente 1.900km² totalizando 36% da área total do projeto.

Suas litologias afloram em núcleos de anticlinórios e sinclinórios e também em faixas limitadas por falhas de empurrão de direção N45°-50°E.

As rochas predominantes são filitos e filitos sericíticos ocorrendo subordinadamente intercalações de metarcóseos, metarenitos, quartzitos e mais raramente metamicroconglomerados.

Caracteriza-se por apresentar um relevo aplainado, com as rochas muito alteradas superficialmente, originando depósitos de cascalhos oriundos da desagregação dos veios de quartzo. Em fotografias aéreas, na região da Baixada Cuiabana é difícil a separação desta subunidade da Formação Pantanal, devido à peneplanização que atingiu estes dois pacotes de rochas.

Os melhores afloramentos situam-se ao longo das margens e leito dos rios Pari e Cuiabá.

Os filitos e filitos sericíticos mostram cores variando de cinza-prateado a cinza-escuro quando inalterados e tonalidades avermelhadas e amarronzadas quando alterados. Mesoscopicamente apresentam granulação de muito fina a fina, textura granolepidoblástica, estrutura foliada, com a foliação S_2 bastante proeminente.

Os metarcóseos e metarenitos são de cor cinza-esverdeado a cinza-claro tornando-se avermelhados a amarronzados quando alterados. A granulação varia de fina a grosseira gradando localmente para metamicroconglomerados. Os grãos são mal selecionados, subarredondados a angulosos, orientados paralelamente à foliação S_2 a qual é incipiente e não se observa a foliação S_3 . Composicionalmente os metarcóseos são constituídos por quartzo, sericita, feldspatos e óxido de ferro, e diferem dos metarenitos por apresentarem maiores quantidades de feldspatos (Ponto GS-121 – **Foto 2.3**).



Foto 2.3 – Ponto GS-121. Metarcóseo conglomerático da Subunidade 5.

Por serem mais resistentes à erosão estas rochas, em determinados locais, formam elevações de pequeno porte, alongadas na direção NE-SW, ou mesmo constituindo morros-testemunhos (*monadnoks*) como é o caso dos morros de Santo Antônio (**Foto 2.4**) e do Jacaré.



Foto 2.4 – Morro de Santo Antônio. Morro-testemunho composto por quartzitos da Subunidade 5.

Ao longo de todo o pacote aparecem pequenas intercalações de quartzito de no máximo 3 metros de espessura, e com cor variando de cinza-claro a amarelo quando intemperizados. Mostra-se compacto, de granulação fina a média e composto por quartzo, feldspato, clorita, sericita e óxido de ferro.

Os metamicroconglomerados afloram intercalados a filitos e metarcóseos. Apresentam-se com cor cinza-esverdeado e boa compacidade quando inalterados e

amarelados e friáveis quando alterados. Sua textura é granoblástica conglomerática, com grânulos de quartzo, quartzito e feldspatos, subarredondados e alongados, dispersos em matriz fina.

O contato com a Subunidade 6 é transicional ou por falha como pode ser observado na região de Várzea Grande-Cuiabá, onde uma falha de empurrão de direção N45°E coloca em contato as litologias destas duas subunidades.

Nota-se também contato erosivo e por discordância angular com os sedimentos terciário-quadernários da Formação Pantanal, além das aluviões recentes (Q2a2), principalmente ao longo dos rios Cuiabá e Aricá-Açu e do Ribeirão do Couro.

A espessura do pacote foi estimada por Luz *et al.* (*op. cit.*) em 350m.

Esta subunidade é a que apresenta maior número de veios de quartzo, tanto de segregação ao longo da foliação S_1 , acompanhando os dobramentos da foliação S_2 , como de preenchimento de fraturas em duas direções principais (N25°-60°W e N15°-35°E). Observam-se também veios de quartzo de origem hidrotermal, cortando essas rochas em várias direções, e com espessuras superiores a 1 metro. Como as demais, esta subunidade encontra-se muito dobrada e fraturada (Ponto GS-121 – **Foto 2.5**).



Foto 2.5 – Ponto GS-121. Veios de quartzo de até 1 metro de espessura cortando obliquamente filitos e metarcóseos da Subunidade 5.

Dentro dos limites do projeto todas as ocorrências, garimpos e minas de ouro situam-se nesta subunidade.

2.2.1.4 – SUBUNIDADE 6

Aflora principalmente na porção norte da área, cobrindo uma área de 1.120km², o que representa cerca de 22% da área total do projeto.

Ocupa a aba de anticlinórios e sinclínios cuja direção dos eixos varia de N35°-60°E com caimento de 5° a 30° para nordeste.

Com relação às subunidades 3, 4 e 5, apresenta relevo mais acentuado e acidentado, formando colinas com cotas acima de 200m.

Na área é representada litologicamente por filitos conglomeráticos com intercalações de metarenitos e mais raramente de quartzitos. Não foram observadas intercalações de mármore como acontece em outras regiões em que esta subunidade aflora.

Os filitos apresentam-se de cor cinza-claro a esverdeado, tornando-se avermelhados ou amarronzados quando alterados. Normalmente são de granulação fina, matriz filitosa, englobando fragmentos de quartzo, quartzito e filitos subarredondados a angulosos, variando de grânulos a calhaus (Ponto GS-132 – **Foto 2.6**).



Foto 2.6 – Ponto GS-132. Detalhe de um seixo de quartzito subarredondado contornado pela foliação S_2 em filito conglomerático da Subunidade 6.

A quantidade de clastos aumenta em direção ao topo.

Os metarenitos formam pequenos corpos alongados na direção NE-SW, sobressaindo no relevo devido a maior resistência a erosão. Apresentam cor cinza-claro a esverdeado quando inalterados, adquirindo tonalidade avermelhada quando alterados. Apresentam textura granoblástica, granulação fina a média e são friáveis e formados por grãos de quartzo subarredondados a angulosos, sericita e algum feldspato. A foliação S_2 é incipiente e o sistema de fraturas mostra duas direções principais: $N30^\circ-60^\circ W$ e $N30^\circ-50^\circ E$ (Ponto GS-132 – **Foto 2.7**).



Foto 2.7 – Ponto GS-132. Sistema de fraturas que cortam as rochas da subunidade 6.

Os quartzitos são semelhantes aos metarenitos apenas mais compactados e com grãos de quartzo recristalizados.

Os veios de quartzo de segregação são comuns e estão dobrados juntamente com a foliação S_2 . Os veios de quartzo hidrotermal são menos frequentes em relação a Subunidade 5 e de espessura centimétrica.

O contato com a Subunidade 7 é gradacional, não tendo sido observado contato tectônico.

No extremo-leste da área, observa-se contato erosivo e por discordância angular com os sedimentos da Formação Pantanal (Q1p1), e com aluviões recentes (Q2a2).

Luz *et al.* (*op. cit.*) estimaram uma espessura de 800m para essas litologias.

2.2.1.5 – SUBUNIDADE 7

Assim como a Subunidade 6, aflora na porção norte da área, abrangendo um total de 320km² representando 6% da área total do projeto.

É a subunidade que apresenta melhor preservação e relevo mais acidentado principalmente nas proximidades da Chapada dos Guimarães onde atinge cotas de até 750m.

Litologicamente é constituída por metaparaconglomerados petromíticos (diamictitos), com raríssimas intercalações de filitos e metarenitos.

Os metaparaconglomerados possuem cor cinza-claro a cinza-esverdeado e matriz silto-arenosa, na qual encontram-se dispersos fragmentos angulosos a subarredondados de tamanho variando de grânulos até matações de quartzo, quartzito, filito, granitos, metacalcários e rochas básicas (Ponto GR-116A – **Foto 2.8**).



Foto 2.8 – Ponto GR-116A. Detalhe do sistema de fraturas da Subunidade 7.

Os filitos e os raros metarenitos formam camadas de pequena espessura intercaladas nos metaparaconglomerados.

A foliação S_2 é menos desenvolvida nesta unidade e crenulada pela S_3 bem mais nítida.

O contato superior é por discordância angular e erosiva com as rochas do Grupo Rio Ivaí, a leste, e as da Formação Furnas a norte (**Foto 2.9**).



Foto 2.9 – Vista regional do contato por discordância angular e erosiva entre os metasedimentos da Subunidade 7 e os arenitos da Formação Furnas.

Com base na largura da faixa aflorante e no mergulho das camadas pode-se afirmar que sua espessura não é superior a 300m.

2.2.1.6 – AMBIENTE DE SEDIMENTAÇÃO

De acordo com Luz *et al.* (*op. cit.*), as subunidades 3, 5 e 6 apresentam características de ambiente marinho, fácies *flysch*, caracterizando a evolução de um cinturão geossinclinal exemplificado por uma alternância rítmica de estratos psamíticos e pelíticos.

A instabilidade tectônica teria originado correntes de turbidez que por sua vez, provocaram fluxos de detritos representados pelas fácies conglomeráticas.

A deposição de turbiditos com intercalações de rochas carbonáticas representariam períodos de calma tectônica.

Estes mesmos autores, baseados em dados e observações de campo consideram as subunidades 4 e 7 como geradas em ambiente glaciomarinho, relacionado a grandes massas de gelo flutuante (*icebergs*).

2.2.1.7 – IDADE

As litologias deste grupo não foram datadas geocronologicamente, Luz *et al.* (*op. cit.*) inferiram para o pacote uma idade no intervalo 1.800 a 1.300Ma. Alvarenga (1999) acredita que a deposição destas rochas tenha ocorrido provavelmente durante o período glacial Varangiano (670-630Ma).

2.2.1.8 – METAMORFISMO E EFEITOS DE CATÁCLASE

A composição mineralógica das rochas que constituem o Grupo Cuiabá permite que as mesmas sejam consideradas como pertencentes a fácies metamórfica xisto-verde, subfácies quartzo-sericitoclorita.

Luz *et al.* (*op. cit.*) identificaram três fases de deformação (a primeira e a terceira de direção NW-SE e a segunda de direção NE-SW) associadas ao desenvolvimento das foliações S_1 , S_2 e S_3 respectivamente.

O primeiro evento de SE para NW provocou o metamorfismo e originou a foliação S_1 , desenvolveu dobramentos simétricos e assimétricos e segregou quartzo na forma de 44veios.

O segundo evento de NW para SE deu origem à foliação S_2 (a mais evidente na área) e a um segundo dobramento com isoclinais assimétricas, localmente recumbentes e mais apertadas que as anteriores.

O terceiro e último evento ocorreu de SE para NW foi de menor intensidade, pouco penetrativo e originou a clivagem de crenulação S_3 .

Alvarenga (1986) identificou quatro fases de deformação que geraram dobras fechadas, inversas e isoclinais com mergulhos de 40-60° para NW e com caimento dos eixos para NE, e também originando lineamentos retilíneos paralelos ao acamamento e caracterizados por falhas in-

versas de mergulho 45-50°NW, acompanhados por veios de quartzo com direções concordantes com a estruturação regional D_1 , e mergulho entre 25-40°NW (Alvarenga & Trompette, 1993).

2.2.2 – BACIA DO PARANÁ

2.2.2.1 – GRUPO RIO IVAÍ

Assine *et al.* (1994) denominaram de Grupo Rio Ivaí a seqüência de unidades areníticas (Formação Alto Garças) recobertas por diamictitos (Formação Iapó) e por arenitos e folhelhos (Formação Vila Maria), que ocorre logo acima do embasamento da Bacia do Paraná e sotoposta a Formação Furnas.

O Grupo Rio Ivaí aflora no limite nordeste da área do projeto, ocupando uma área de 96km², o que corresponde a 2% da área total mapeada.

Na região, Borghi & Moreira (1997) descreveram as formações Alto Garças e Vila Maria, não sendo observada a Formação Iapó.

Neste trabalho, as duas formações foram observadas e descritas no campo, porém não foi possível individualizá-las na escala utilizada.

Suas litologias formam uma escarpa logo acima do Grupo Cuiabá com cotas em torno de 650-700m desde a região denominada de Urumbamba estendendo-se para fora do limite leste do projeto.

A Formação Alto Garças (basal) é constituída na base, no contato com as rochas do Grupo Cuiabá, por um conglomerado de cor cinza-claro a branco, que grada para um arenito de granulação fina a média formado por grãos de quartzo bem selecionados e arredondados, por vezes grosso a conglomerático contendo seixos de quartzo, de aspecto maciço ou com estratificação cruzada tangencial com fósseis do tipo *Skolithos linearis* (icnofácies *Skolithos*) (Borghi & Moreira, *op. cit.*).

Suas melhores exposições localizam-se nas proximidades da caverna Aroe Jari (caverna do Francês, Ponto GS-001– **Foto 2.10**). O contato inferior com a Subunidade 7 do Grupo Cuiabá é por discordância angular (inconformidade). O contato superior com a Formação Vila Maria é por discordância erosiva.



Foto 2.10 – Ponto GS-001. Arenitos da Formação Alto Garças. Ocorre uma alternância de camadas de arenitos maciços com arenitos com *Skolithos linearis*.

A espessura máxima (em torno de 30m) foi observada na caverna Aroe Jari.

A Formação Vila Maria descrita por Faria & Reis Neto (1978) como uma seqüência de diamictitos, folhelhos fossilíferos e arenitos sotopostos à Formação Furnas na localidade de Vila Maria (GO) é constituída na área por: conglomerados com estratificação cruzada, conglomerado e arenitos tabulares e arenitos com *Arthropycus alleghaniensis* na base; folhelhos com *Chondrites* ichnosp. e *Teichichnus* ichnosp. na porção média; e arenitos tabulares e arenitos com *Arthropycus alleghaniensis* e *Palaeophycus* ichnosp. e arenitos com *Skolithos linearis* no topo (Borghi & Moreira, *op. cit.*).

Os metaconglomerados possuem cor cinza-claro a amarelo-claro e matriz de granulação fina a média formada por grãos de quartzo subangulosos a arredondados englobando seixos de quartzo leitoso angulosos a subarredondados.

Os arenitos, freqüentes em todo o pacote, são de cor amarelo-claro, maduros, de granulação desde muito fina a média, compostos por grãos de quartzo subarredondados a arredondados e bem selecionados.

Os diamictitos apresentam cor cinza-claro a amarelo-claro e matriz quartzosa de granulação fina a média, com grãos bem arredondados e selecionados englobando grânulos e seixos de quartzo leitoso, às vezes hialino, e fragmentos de folhelho e seixos de quartzito. Suas melhores exposições situam-se em escarpas nas proximidades da fazenda Nossa Senhora Medianeira (pontos GS-002 e GR-137 e na caverna Aroe Jari, ponto GS-001 – **Foto 2.11**).

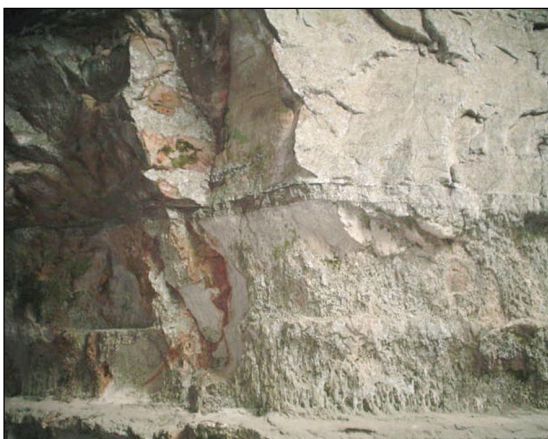


Foto 2.11 – Ponto GS-001. Contato entre arenitos com *Skollittus linearis* da Formação Alto Garças e arenitos basais conglomeráticos da Formação Vila Maria (Caverna Aroe Jari).

O contato inferior com a Formação Alto Garças é, por discordância erosiva, o mesmo ocorrendo com a Formação Furnas que a recobre.

De acordo com Borghi & Moreira (*op. cit.*) a formação atinge uma espessura de 20m nas proximidades da fazenda Nossa Senhora de Medianeira e na caverna Aroe Jari.

2.2.2.1.1 – AMBIENTE DE SEDIMENTAÇÃO E IDADE

Assine *et al.* (1994) descrevem o conglomerado basal da Formação Alto Gar-

ças como de origem fluvial e os arenitos superiores como marinhos litorâneos. Admitem uma idade Caradac/Ashgill (Neo-Ordoviciano).

Faria (1982) caracterizou o ambiente de deposição da Formação Vila Maria como marinho de águas rasas, com influência de marés, com a fácies pelítica caracterizando temporariamente um ambiente sublitorâneo.

Os arenitos e diamictitos seriam evidências de que próximo à bacia deposicional, o relevo era acentuado propiciando fluxos periódicos de detritos.

Caputo & Crowell (1985) interpretaram uma origem glacial para os diamictitos.

Borghi & Moreira (1997) sugerem um ambiente glaciomarinho sob a ação de tempestades.

Grahm (1992) e Gray *et al.* (1985), estudando os microfósseis confirmam a hipótese de Faria (*op. cit.*), atribuindo a esse pacote uma idade Llandovery (Eo-Siluriano).

2.2.2.2 – GRUPO PARANÁ

2.2.2.2.1 – FORMAÇÃO FURNAS

Oliveira (1912) designou de “grés de Furnas” aos arenitos expostos na serra de Furnas e Serrinha, no estado do Paraná. Petri (1948) denominou essa seqüência de Formação Furnas.

Na área ora em estudos, a Formação Furnas aflora sob a forma de uma faixa estreita, com a borda sul escarpada, em contato com rochas dos grupos Cuiabá e Rio Ivaí desde as cabeceiras do rio Bandeira na Folha Acorzal, passando pela localidade denominada Portão do Inferno, a oeste da cidade de Chapada dos Guimarães, ultrapassando o limite leste da área na região das cabeceiras do rio Aricá-Açu, totalizando 176km², o que corresponde a menos de 3% da área total. Da base para o topo é representada por arenitos conglomeráticos que gradam para

arenitos puros, de cor branca a amarelada, localmente arroxeados, com estratificações cruzadas do tipo *hummocky* que por sua vez passam a arenitos com estratificações cruzadas por ondas. Em geral apresentam granulação média a grossa com grãos de quartzo subangulosos a subarredondados, friáveis, imaturos e feldspáticos na base (Ponto GR-081 – **Foto 2.12**; Ponto GS-136 – **Foto 2.13**).



Foto 2.12 – Ponto GR-081. Arenito conglomerático basal da Formação Furnas. Observam-se grãos angulosos de quartzo leitoso variando de milimétricos a centimétricos.



Foto 2.13 – Ponto GS-136. Afloramento de arenito da Formação Furnas. Observam-se finas intercalações de siltitos em camadas mais espessas de arenitos.

O contato inferior com as rochas do Grupo Cuiabá é por discordância angular (inconformidade) e com as rochas do Grupo Rio Ivaí por discordância erosiva.

O contato superior com a Formação Ponta Grossa é transicional.

Na região sua espessura não ultrapassa os 100m.

2.2.2.2.2 – FORMAÇÃO PONTA GROSSA

Oliveira (1912) denominou de “schistos Ponta Grossa” os argilitosossilíferos aflorantes nas proximidades da cidade de Ponta Grossa no Paraná. Petri (1948) denominou formalmente de Formação Ponta Grossa.

Ocorre sobreposta aos arenitos da Formação Furnas na região da cidade de Chapada dos Guimarães estendendo-se para leste para fora dos limites do projeto. Ocupa uma área de 32km² o que corresponde a menos de 1,0% da área total.

Normalmente não apresenta bons afloramentos pois está bastante oxidada. Uma das melhores exposições situam-se na localidade denominada Mirante a leste da Chapada dos Guimarães.

Litologicamente é representada por siltitos e arenitos finos que quando inalterados são de tonalidade creme passando a avermelhadas e arroxeadas quando alterados (Ponto GR-056 – **Foto 2.14**).

No siltito são comuns conchas fósseis de brachiópodos (Ponto GS-135 – **Foto 2.15**).



Foto 2.14 – Ponto GR-056. Siltito da Formação Ponta Grossa, parcialmente lateritizado.



Foto 2.15 – Ponto GS-135. Moldes de conchas de brachiópodos em siltito da Formação Ponta Grossa.

Para o topo forma espessas capas ferruginosas semelhantes a uma laterita, diferindo destas por apresentar fragmentos de rocha totalmente oxidados mas ainda preservando a estruturação primária.

2.2.2.2.3 – AMBIENTE DE SEDIMENTAÇÃO E IDADE

Assine (1996) subdividiu a Formação Furnas em três associações faciológicas distintas:

I – Fácies conglomerática com paleocorrentes para oeste, tendo sido depositada em sistemas deltaicos de rios entrelaçados em contexto retrogradacional;

II – Fácies essencialmente arenosa com *hummockys*, caracterizando um ambiente marinho raso, no início predominando as marés e depois ondas normais e de tempestades;

III – Fácies dominada por arenitos com laminações cruzadas por ondas. A presença de *Skolithos linearis* e restos de plantas fósseis levam a um ambiente de *offshore transition*. Borghi (*op. cit.*) descreve como sendo um ambiente costeiro.

Quanto à idade devido a transição entre os depósitos litorâneos de topo da formação com os de plataforma rasa da Formação Ponta Grossa, levaram diversos autores a atribuírem uma idade eo-devoniana.

Já, pelo seu conteúdo fossilífero, tipos de estratificações, intercalações de níveis de siltitos e arenitos finos sugerem que a Formação Ponta Grossa tenha se depositado em ambiente marinho de águas rasas, com pulsos de fluxos de alta energia e deposição, sendo que no topo do pacote ocorreu uma regressão.

Pelo seu conteúdo fossilífero a formação é considerada devoniana.

2.2.2.3 – GRUPO SÃO BENTO

2.2.2.3.1 – FORMAÇÃO BOTUCATU

Gonzaga de Campos (1889), denominou de “gres de Botucatu” a um pacote de arenitos vermelhos que ocorrem na serra de Botucatu entre as cidades de São Paulo e Botucatu (SP).

Na área, aflora na região norte, ocupando uma área de 80km², o que representa em torno de 1,5% da área do trabalho.

Litologicamente é formado por arenitos finos a médios, bimodais, vermelhos, com grãos de quartzo bem arredondados, com boa esfericidade, com superfície fosca e recobertos por uma película ferruginosa, sendo comum cimento silicoso ou ferruginoso. Apresentam estratificações cruzadas acanaladas de grande porte, bem como estratificação cruzada tabular, tangencial na base e estratificação plano-paralela (Ponto GR-073 – **Foto 2.16**).

Está diretamente assentado sobre os arenitos da Formação Furnas por discordância erosiva.

A noroeste da cidade de Chapada dos Guimarães, nas cabeceiras do rio Claro este arenito forma morros de topo pontiagudo a semelhança de edifícios sendo denominado de “Cidade de Pedra”. Também na rodovia MT-251, na região do Portão do Inferno, apresenta formas ruíniformes com topos pontiagudos (Ponto GR-082 – **Foto 2.17**).

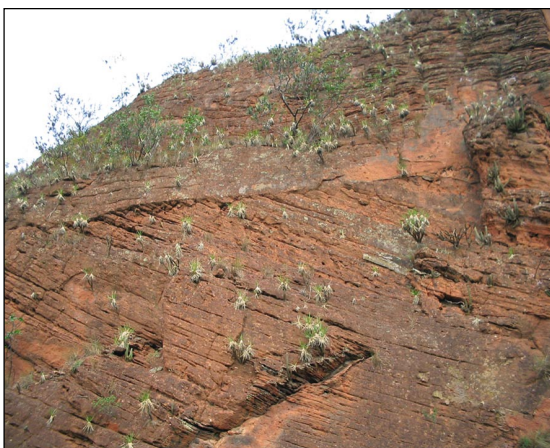


Foto 2.16 – Ponto GR-073. Detalhe das estratificações cruzadas eólicas de grande porte que ocorrem nos arenitos da Formação Botucatu.



Foto 2.17 – Ponto GR-082. Vista geral da escarpa da Formação Botucatu. Observando-se as formações ruíniformes localmente denominadas de “Cidade de Pedra”.

2.2.2.3.2 – AMBIENTE DE DEPOSIÇÃO E IDADE

As características das estruturas sedimentares tais como tipos de estratificações, a bimodalidade evidenciada por processos de *grain fall* e *grain flow*, as intercalações pelíticas, as *ripples* de adesão, o arredondamento e a esfericidade boa como sua opacidade caracterizam um ambiente desértico com depósitos de dunas e interdunas.

Com base no conteúdo fóssilífero (pegadas de celurosauros e ornitópodos e icnofósseis), é atribuída uma idade jurocretácea para a unidade.

2.2.3 – COBERTURAS DETRITO-LATERÍTICAS

Na área foram definidas duas gerações de coberturas lateríticas: uma de idade neógeno-quadernária (NQdl) correlacionada à Superfície Sul-Americana de King (1956); e outra de idade quadernária (Qdl), provavelmente correlacionável ao Ciclo Velhas do mesmo autor.

A unidade tem ampla distribuição na área do projeto, formando superfícies aplainadas com altitudes em torno de 250m quando sobre rochas do Grupo Cuiabá na Baixada Cuiabana (Ponto GS-051 – **Foto 2.18**) e em torno de 750m na Chapada dos Guimarães onde está geomorfologicamente correlacionada a Superfície Sul-Americana de King (*op. cit.*) e ocorrendo sobre rochas da Formação Ponta Grossa (**Foto 2.19**).



Foto 2.18 – Ponto GS-051. Contato entre a Cobertura Detrito-laterítica imatura (Qdl) com o filito conglomerático da Subunidade 5.

Na Chapada dos Guimarães os lateritos desenvolvem-se sobre rochas da Formação Ponta Grossa, apresentam perfis imaturos, bem desenvolvidos, onde se notam os seguintes horizontes:

Horizonte superficial – caracterizado por um latossolo marrom-avermelhado, desestruturado, fino, menos de 50cm e ausente quando o declive se acentua.



Foto 2.19 – Aspecto da Cobertura Detritolaterítica imatura (NQdl) que ocorre sobre os siltitos da Formação Ponta Grossa, com os horizontes bem desenvolvidos.

Horizonte pisolítico ou concrecional – inclui a crosta propriamente dita, formada por concreções freqüentemente colunares, parcialmente cimentadas por óxidos de ferro e alumínio. Os minerais predominantes são hematita terrosa e goethita de ferro ou alumínio e gibbsita.

Horizonte pálido – caracterizado por argilas claras e de forma irregular na interface rocha fresca/saprólito.

Rocha alterada/saprólito – zona da rocha alterada, mas ainda apresentando as características primárias da mesma.

Na Baixada Cuiabana os lateritos formam manchas pouco expressivas ocupando altitude entre 160 e 230m.

Os perfis são imaturos, pouco desenvolvidos, com a formação de solo raso de cobertura; horizonte concrecionário pisolítico incipiente; e, rocha alterada.

Utilizamos o termo laterito para designar as formações resultantes do produto de intenso intemperismo, formado a partir de um conjunto de minerais, incluindo óxidos ou hidróxidos de ferro ou alumínio, caulinita e quartzo, caracterizados pela razão $\text{SiO}_2(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$, cujo valor não pode exceder aquele requerido para quartzo e caulinita. Nestas condições inclui: bauxitas, ferricretes, crostas ferruginosas ou aluminosas, horizonte mos-

queado, carapaças, plintitos, pisólitos ou nódulos de hematita e/ou goethita do horizonte avermelhado ou amarelado dos solos ferruginosos tropicais.

Na área a relevância econômica das coberturas lateríticas reside nos depósitos supergênicos de ouro detrítico e para a construção civil onde é utilizada *in natura* como blocos ou pedras de mão de usos diversos, conhecidas como “tapiocangas” ou “pedras de canga”. Também é utilizada em estradas, devido as boas características de compactação e resistência para uso em obras de pavimentação como revestimento solto ou mesmo como base para asfalto.

2.2.4 – FORMAÇÃO PANTANAL

Oliveira & Leonardos (1943) denominaram de Formação Pantanal os sedimentos que ocorrem ao longo de toda a área denominada Pantanal Matogrossense. Figueiredo *et al.* (1974) dividiram esta formação em três unidades: Qp₁ – sedimentos arenosos e conglomeráticos localmente laterizados que constituem a planície aluvial mais antiga; Qp₂ – sedimentos predominantemente argilosos da planície aluvial sub-recente ocupando zonas ainda sujeitas a inundação; e, Qp₃ – sedimentos areno-siltosos das aluviões recentes associados às calhas das principais drenagens.

Neste trabalho excluímos as unidades Qp₂ e Qp₃, pois acreditamos que as mesmas devam ser denominadas de Aluviões Recentes, devido ao fato de representarem sedimentos ainda em deposição ao longo de todas as drenagens não sendo uma deposição exclusiva dos rios que cortam o Pantanal Mato-grossense, ficando apenas com uma unidade que denominamos de Q1p1 (Formação Pantanal).

Na área estudada esta unidade ocorre ao longo da planície de inundação dos rios Cuiabá e Aricá-Açu nas folhas Cuiabá e Aricá-Açu, em uma extensão de 256km² o que equivale a 5% da área trabalhada.

Corresponde a antigos terraços de inundação dessas drenagens e é formada principalmente por sedimentos arenosos semi-consolidados, de cor cinza-claro a amarelados, de granulação fina a média e com grãos bem arredondados e polidos. São comuns intercalações de canga limonítica onde predominam fragmentos de quartzo, quartzito, metarenito e metarcóseos com cimento ferruginoso.

2.2.4.1 – AMBIENTE DE DEPOSIÇÃO E IDADE

A bacia aluvionar da Baixada Cuiabana é constituída pelos depósitos aluvionares da planície de inundação do rio Cuiabá e seus afluentes, com destaque para os rios Aricá-Açu e Coxipó.

O material que forma essa subunidade é originário de rochas do Grupo Cuiabá e da Bacia do Paraná.

É atribuída uma idade quaternária para essa formação. Os únicos dados paleontológicos devem-se a Almeida (1945; 1965), que descreveu a existência de restos de gastrópodos não extintos, nas proximidades de Corumbá (MS).

2.2.5 – ALUVIÕES RECENTES

Na área ocorrem associados à calha dos rios: Cuiabá, Aricá-Açu e Pari, e seus afluentes principais.

2.2.5.1 – SUBUNIDADE Q2a1

Ocorre apenas ao longo da planície de inundação do rio Cuiabá na folha homônima, ocupando uma área de 128km², equivalendo a 2,5% da área total.

Corresponde à região ainda sujeita a inundações periódicas. São depósitos fluviolacustrinos compostos por deposição de sedimentos de suspensão siltosos e argilosos, de cor cinza-claro a cinza-escuro,

semiconsolidados e localmente por bolsões de areia fina.

2.2.5.2 – SUBUNIDADE Q2a2

É constituída por sedimentos inconsolidados predominantemente arenosos, de granulação média a grosseira e com grãos subangulosos a subarredondados, com níveis de cascalhos e lentes silto-argilosas. São depósitos de acresção lateral de margem de canal e de carga de fundo incluindo barras em pontal, barras de meio de canal, e depósitos de carga de fundo e ainda na planície de inundação principalmente dos rios Cuiabá e Aricá-Açu, em ambiente lacustrino e com meandros abandonados.

Localmente, como por exemplo, no rio Cuiabá no limite sul da área do projeto, esses depósitos chegam a atingir mais de 2km de largura e espessura de até 5m. A idade desses depósitos é pleistocênica até o presente.

2.3 – GEOLOGIA ESTRUTURAL

2.3.1 – INTRODUÇÃO

A história deformacional da área do projeto é complexa e polifásica e nela foram caracterizadas três unidades geotectônicas: a primeira, representada pelas rochas do Grupo Cuiabá, faz parte da Faixa Alto Paraguai de idade neoproterozóica, edificada na borda sul do Cráton Amazonas. A segunda é constituída por sedimentos paleo-mesozóicos da Bacia do Paraná (grupos Rio Ivá e Paraná e Formação Botucatu). A terceira é a Planície Aluvionar do Pantanal Mato-grossense, que faz parte da grande bacia intracratônica cenozóica do Pantanal.

Após a formação das Coberturas Detrito-lateríticas, há fortes evidências de falhamentos normais reativando antigas estruturas.

2.3.2 – FAIXA ALTO PARAGUAI

A Faixa Alto Paraguai possui a forma de um arco de direção NE-SW na porção norte e N-S na parte sul, cuja concavidade direciona-se para SE, com uma extensão de 1.500km com uma largura média de 300km.

Anteriormente era dividida em zona interna, mais antiga (Grupo Cuiabá), metamorfizada e dobrada, e zona externa mais jovem (formações Bauxi, Puga, Araras, Raizama e Diamantino).

Lacerda Filho *et al.* (2004) dividem a Faixa Alto Paraguai em dois domínios principais: Margem Passiva (FAPmp) com remanescentes de Crosta Oceânica (FAPco), e bacia de Ante-País (FAPba).

De acordo com esses autores, o remanescente de Crosta Oceânica registra o estágio inicial *rift* de abertura da bacia evidenciado por vulcânicas máficas da Unidade Metavulcanossedimentar Nova Xavantina e rochas do Grupo Cuiabá. No sudeste de Mato Grosso, marcando o início da tentativa de abertura oceânica.

A Margem Passiva é caracterizada por uma sedimentação inicialmente química e camadas de filitos carbonosos, típicos de ambientes profundos e redutores em região de talude e distal à margem da plataforma, correspondendo ao Grupo Cuiabá.

Alvarenga & Trompette (1992) descrevem uma sedimentação glacial nas áreas proximais da plataforma, que transcorreu durante a glaciação Varangiana (610 -590Ma) com correspondentes laterais na zona de talude retrabalhados por fluxos de gravidade, com a deposição de turbiditos distais e pelitos baciais (sedimentos superiores do Grupo Cuiabá).

Após, vem uma transgressão com deposição de carbonatos (Formação Araras e Grupo Corumbá).

2.3.2.1 – ZONAS ESTRUTURAIS DA FAIXA ALTO PARAGUAI

De acordo com Alvarenga & Trompette (*op. cit.*), a atuação progressiva de esforços com o aumento do *strain* da zona externa para a zona interna foi a responsável pela estruturação da Faixa Alto Paraguai, com o registro dessa progressão marcado nas foliação, clivagens, dobramentos, etc., constituindo litótipos da fácies xisto-verde na zona interna.

Alvarenga *et al.* (2000) descrevem nesta faixa uma zonação sedimentar, tectônica e metamórfica assim compartimentada: 1 – Zona cratônica com estratos horizontais; 2 – Zona pericratônica com dobras holomórficas de grandes extensão e amplitude; 3 – Zona bacinal profunda com dobras e empurrões com vergência para oeste. Foram caracterizadas por esses autores como: cobertura sedimentar de plataforma; zona externa não dobrada com pouco ou sem metamorfismo; e, zona interna metamórfica com intrusões graníticas.

2.3.2.2 – DEFORMAÇÕES

De acordo com Alvarenga & Trompette (*op. cit.*), as deformações (D_1 a D_4) da Faixa Alto Paraguai tem idade brasileira.

Assim, citam que a primeira fase (D_1) é a principal e ocorreu ao longo de toda a faixa. A segunda e a terceira têm caráter local e são marcadas por clivagens de crenulação, a quarta, tardiorogenética, é de caráter rúptil.

2.3.2.2.1 – PRIMEIRA FASE DE DEFORMAÇÃO

É o traço estrutural mais característico onde as rochas do Grupo Cuiabá (zona interna) desenvolveram um sistema de empurrões e dobras inversas e isoclinais de direção NE-SW a ENE-WSW,

com planos axiais mergulhando de 40° a 60° para W e com caimento dos eixos de dobramentos não superiores a 15°NE.

Associada às dobras D_1 , tem-se uma foliação S_1 bem desenvolvida.

Paralelamente a essa foliação desenvolveram-se lineamentos estruturais representados por falhas inversas, que como pode ser observado a leste de Cuiabá, são acompanhadas de veios de quartzo concordantes com D_1 e com mergulho 25°-40° para NW, caracterizando uma subida do bloco NW em relação ao bloco SE.

Esta fase de deformação afetou duas gerações de veios de quartzo: uma anterior a D_1 , que foi dobrada originando as dobras F_1 ; outra contemporânea a D_1 , disposta paralelamente a S_1 .

2.3.2.2.2 – SEGUNDA FASE DE DEFORMAÇÃO

É reconhecida nas rochas do Grupo Cuiabá pela presença de uma foliação S_2 de caráter penetrativo e está associada a recristalização de minerais filitosos. É bastante nítida nos filitos e fracamente distinguível nas camadas mais arenosas.

2.3.2.2.3 – TERCEIRA FASE DE DEFORMAÇÃO

É marcada pela presença da clivagem de crenulação de plano axial S_3 , observada em filitos e ausente nas rochas mais arenosas como os quartzitos. As dobras D_3 são abertas.

2.3.2.2.4 – QUARTA FASE DE DEFORMAÇÃO

É caracterizada por dobras de grande comprimento de onda, com eixos perpendiculares aos eixos das três fases anteriores. A característica principal desta fase é

o forte fraturamento orientado N50°-70°W, com mergulhos para SW.

Os veios de quartzo que se desenvolveram paralelamente a esse fraturamento possuem espessura centimétrica a métrica, e muitas vezes no contato com a rocha encaixante apresentam-se mineralizados em ouro.

2.3.3 – BACIA DO PARANÁ

Nesta bacia foram caracterizados quatro ciclos de subsidência: Rio Ivaí; Paraná; Gondwana I; e, Gondwana II (Milani, 1997). Na área do projeto não ocorre o Gondwana I.

A Superseqüência Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano) é uma transgressão que abrange as formações Alto Garças formada por arenitos fluviais, transicionais e costeiros e Vila Maria, constituída por arenitos e folhelhos.

O Grupo Paraná (Devoniano) caracteriza um ciclo transgressivo constituído pelas formações Furnas, composta por arenitos e conglomerados fluviais e transicionais, e Ponta Grossa, representada por siltitos marinhos.

Já a Superseqüência Gondwana II, correspondente à abertura do Oceano Atlântico, compreende a Formação Botucatu de idade juro-cretácica, constituída por arenitos eólicos de ambiente desértico, Lacerda *et al.* (2004).

2.3.4 – BACIA DO PANTANAL

É representada pela planície aluvionar do Pantanal, ainda em deposição, cuja área-fonte dos sedimentos são as rochas da Bacia do Paraná e do Grupo Cuiabá.

Na área, é constituída pelas planícies de inundação dos rios Cuiabá, Coxipó e Aricá-Açu, cujos sedimentos são de natureza arenosa e siltico-argilosa e raramente conglomerática. Na região sul do pro-

jeto, nas proximidades de Santo Antônio de Leverger, a planície de inundação do rio Cuiabá é caracterizada por inúmeros meandros abandonados e lagoas.

2.3.5 – INTERPRETAÇÃO ESTRUTURAL DAS FEIÇÕES DE INTERESSE HIDROGEOLÓGICO

As rochas que afloram na região constituem um meio heterogêneo onde a circulação da água subterrânea é condicionada as descontinuidades físicas das mesmas, característica própria dos aquíferos fissurados. Uma simples observação dos cursos dos rios Cuiabá, Coxipó e Aricá-Açu e outros de menor porte mostra que a retinidade de alguns dos seus trechos coincide com as direções de fraturamento regional. Considerando-se que estes elementos fissurais se constituem nas próprias formas primárias de recarga, armazenamento e circulação hídrica, é de se esperar a existência de áreas fraturadas que possam se constituir em aquíferos. Em especial, os lineamentos NE-SW, interpretados como reativados tectonicamente durante o Cenozóico, são sítios favoráveis à intensa circulação de água.

Os principais litótipos são filitos, filitos conglomeráticos, quartzitos, metarenitos e metarcóseos submetidos a intensos fraturamentos e dobramentos. A sua análise estrutural fornece importantes informações para o entendimento das características hidrogeológicas da área, uma vez que a partir deste conhecimento pode-se traçar importantes parâmetros para a infiltração, armazenamento e circulação de água subterrânea, bem como, a vulnerabilidade natural do aquífero e conseqüentemente a locação de poços.

Constata-se que as melhores estruturas favoráveis a infiltração e armazenamento de água são as falhas e fraturas. Na identificação das estruturas com boas probabilidade de acumulação de água,

é importante utilizar-se da classificação genética das mesmas, que, dependendo da maneira como se apresentam em relação ao esforço atuante, podem ser importantes com relação ao aspecto hidrogeológico.

Dentre as falhas e as fraturas as mais favoráveis são as extensionais ou abertas. Destacam-se ainda as transversais, fraturas paralelas aos eixos das dobras e as longitudinais. A presença de fraturas abertas tem um importante papel na prospecção de água subterrânea, porque quanto maior é a densidade de fraturamentos maior será a sua capacidade de acumulação e circulação de água subterrânea. As grandes falhas e fraturas presentes na área podem, portanto, se transformar em grandes canais de circulação e acumulação de água e fornecer grandes vazões. Já as falhas de cisalhamento, provenientes de esforços compressivos, acarretam planos fechados, portanto não favoráveis. Neste caso conterão pouca quantidade de água ou nenhuma. As de cisalhamento que possuem zonas de milonitização e catáclase tornam-se favoráveis, quando estas zonas estão submetidas a ação do intemperismo, provocando a alteração e decomposição das rochas, propiciando desta forma, a infiltração e acumulação de água. Neste caso, poderão produzir um volume moderado de água (Ladeira, 1985).

Já no relacionamento entre os dobramentos e a hidrogeologia, os efeitos são discutíveis. Embora os dobramentos favoreçam a infiltração de água por intermédio dos planos de estratificação o seu potencial hidrogeológico depende de outros fatores tais como as fraturas extensionais e de alívio geradas no seu desenvolvimento.

Quando observados em conjunto sobre o mapa geológico, um sistema preferencial de direção NE-SW destaca-se na área. Em observações de campo este con-

junto apresentou algumas fraturas abertas, portanto, com características extensionais. Este sistema afeta principalmente as rochas metassedimentares do Grupo Cuiabá e em virtude de seu paralelismo com a direção do cisalhamento regional, sugere tratar-se de um sistema composto de fraturas de cisalhamento, isto é, pouco aberto. No entanto as fraturas abertas poderiam ser interpretadas como fraturas paralelas à direção do esforço atuantes e geradas por tração perpendicular ao esforço, enquanto as fechadas seriam fraturas formadas ao longo do eixo do esforço.

As primeiras também poderiam ser fraturas de cisalhamento reativadas em regime extensional.

As rochas do Grupo Cuiabá apresentam-se regionalmente dobradas e por isso têm grande importância com relação aos aspectos hidrogeológicos.

2.4 – BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. F. M. de. Geologia do Sudoeste Mato-Grossense. *Bol.Div.Geol. e Mineralogia* – DNPM, n.116, p.1-118, 1945.
- ALMEIDA, F. F. M. de. Contribuição a geologia dos Estados de Goiás e Mato Grosso. *Bol DGM. Notas Preliminares*, Rio de Janeiro, n.46, p.15, 1948.
- ALMEIDA, F. F. M. de. Glaciação Eocambriana em Mato Grosso. *Notas Preliminares e Estudos. Bol. Div. Geol. e Mineralogia*. DNPM, n. 117, p. 1-11, 1964.
- ALMEIDA, F. F. M de. Geologia do Centro-Leste Mato-Grossense. *Bol. Div. Geol. e Mineralogia*, DNPM, n.150, p. 1-97, 1964.
- ALMEIDA, F. F. M. de. Geossinclíneo Paraguai. *In: SEMANA DE DEBATES GEOLÓGICOS*, 1, Centro Acad. Est. Geologia, UFRGS, Porto Alegre, p. 88-109, 1965.
- ALMEIDA, F. F. M. de. Evolução Tectônica do Centro-Oeste Brasileiro no Proterozóico Superior. *Anais Acad. Bras. Ciências*, n. 40, p. 285-295, 1968.
- ALVARENGA, C. J. S. Dobramentos da faixa Paraguai na borda sudeste do Craton Amazônico. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 33, 1984, Rio de Janeiro, *Anais...* Rio de Janeiro, SBG, 1984, v.7, p. 3.258-3.271.
- ALVARENGA, C. J. S. Evolução das deformações polifásicas brasileiras na faixa Paraguai, Região de Cuiabá - MT. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 34. 1986, Goiânia. *Anais...* Goiânia: SBG, 1986, v. 3, p. 1.170-1.
- ALVARENGA, C. J. S. & TROMPETTE, R. Glacial influenced turbidite sedimentation in the uppermost Proterozoic and Lower Cambrian of the Paraguay Belt (Mato Grosso, Brazil). *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, n. 92, p. 85-105, 1992.
- ALVARENGA, C. J. S. & TROMPETTE, R. Evolução Tectônica Brasileira da Faixa Paraguai. A estruturação da região de Cuiabá. *Rev. Bras. Geociências*, v.23, nº 1, p.18-30, São Paulo, 1993.
- ALVARENGA, C. J. S. *et al.* Paraguay and Araguaia Belts. *In: CORDANNI, U. G. et al.* Tectonic Evolution of South America. Rio de Janeiro. *International Geological Congress*, 31, 2000, p. 183-193.
- ASSINE, M. L.; SOARES, R. C.; MILANI, E. J. Seqüência Tectono-Sedimentar Mesopaleozóica da Bacia do Paraná, Sul do Brasil. *Rev. Bras. Geociências*, São Paulo, v.24, n.2, p. 71-89, 1984.
- ASSINE, M. L. Aspectos da estratigrafia das seqüências pré-carboníferas da Bacia do Paraná no Brasil. 1996. 207p. Tese de Doutorado – Instituto der Geociências, USP. São Paulo, 1996.
- BONHOMME, M. G. *et al.* Radiochronological age and correlation of Proterozoic sediments in Brazil. *Precambrian Research*, n.18, p. 103-118, 1982.

- BORGHI, L. & MOREIRA, M. I. C. O Limite das Formações Alto Garças (Ordoviciano) e Vila Maria (Siluriano), na borda noroeste da Bacia do Paraná. *In: SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ*, 3, Barra do Garças (MT).1997. *Resumos...* Rio de Janeiro. Faculdade de Geologia da UFRJ – Editora da UFRJ, p. 4-5.
- BORGHI, L. & MOREIRA, M. I. C. Contribuição ao Conhecimento do Paleozóico Inferior da Bacia do Paraná: Mapeamento Geológico da Região Oriental da Chapada dos Guimarães, Estado de Mato Grosso. *In: A TERRA EM REVISTA*, n. 04, outubro 1998, CPRM, Rio de Janeiro.
- CAPUTO, M. V. & CROWELL, J. C. Migration of Glacial Centers Across Gondwana During Paleozoic Era. *GSA Bulletin*, n. 96, p. 1020-1036, 1985.
- EVANS, J. W. The Geology of Mato Grosso. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, v. 50, p. 85-104, 1894.
- FARIA, A. Formação Vila Maria – nova unidade litoestratigráfica siluriana da bacia do Paraná. *Rev. Ciências da Terra*, v. 3, p. 12-15, 1982.
- FARIA, A. & REIS NETO, J. M. Unidade Litoestratigráfica Pré-Furnas no Sudoeste de Goiás. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 30, 1978, Recife. *Resumo das Comunicações...* Recife, SBG, 1978, p. 136-137.
- FIGUEIREDO, A. J. de & OLIVATTI, O. *Projeto Alto Guaporé. Relatório Final Integrado*. Goiânia, DNPM/CPRM, 1974, v.11. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2.323).
- GONZAGA DE CAMPOS, L. F. Secção Geológica. Comissão Geográfica e Geológica. São Paulo, Typ. Skeller, 1889, p. 21-34.
- GRAHN, Y. Revision of Silurian and Devonian strata of Brazil. *Palinology*, v. 16, p. 35-61, 1992.
- GRAY, J.; COLBATH, G. K.; FARIA, A.; BOUCOT, A. J. ROHR, D. M. Silurian age fossils from the Paleozoic Paraná basin, Southern Brazil. *Geology*, v. 13, p. 531-525, 1985.
- GUIMARÃES, G. & ALMEIDA, L. F. G. de. Águas termais no Estado de Mato Grosso. Cuiabá. DNPM, 1971.
- HENNIES, W. T. Geologia do Centro-Norte Matogrossense. Tese de Doutorado em Engenharia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1966.
- LACERDA FILHO, J. V. de. *et al.* Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso. Goiânia, CPRM. 2004 (Convênio CPRM/SICME). 200p., il.
- LUZ, J. da; OLIVEIRA, A. de M.; SOUZA, J. O.; MOTTA, J. F. M.; TANNO, L. C.; SOUZA, N. B. de; ABREU FILHO, W. *Projeto Coxipó. Relatório Final*. Goiânia: CPRM, 1980, v.1, 136p. (Convênio DNPM/CPRM).
- MILANI, E. J. *Evolução Tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul ocidental*. 1997 (Tese de doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1997. 2 v.
- OLIVEIRA, E. P. de. O terreno devoniano ao sul do Brasil. *Am. Esc. Minas Ouro Preto*, n.14, p. 31-41, 1912.
- OLIVEIRA, A. I. & LEONARDOS, O. H. *Geologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Comissão Brasileira dos Centenários, Portugal, 1943, 472p., il.
- RABELO, L. & SOARES, P. C. Lineamento Transbrasiliano e Neotectônica na Bacia do Pantanal. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS*, 7, 1999. Lençóis, *Anais...* Salvador: SBG/BA-SE, 1999, p. 79-82.
- SILVA, M. D. Relatório Final de Pesquisa. Cuiabá, Mineração Manati S. A., 1990.
- VIEIRA, A. J. *Geologia do Centro-Oeste de Mato Grosso*. Ponta Grossa. PETROBRÁS – DEBSP. 1965. 79 p. (Relatório Técnico Interno, 379).

3 – RECURSOS MINERAIS

3.1 – INTRODUÇÃO

A exploração de materiais para a construção civil e insumos agrícolas nas proximidades de áreas urbanas e em áreas de proteção ambiental vem sendo coibida na maioria dos municípios. Assim, o abastecimento dos centros consumidores pode encarecer, uma vez que esta exploração é deslocada para áreas cada vez mais distantes. Portanto, é necessário que se faça um estudo da localização e potencialidades desses bens minerais e de como a atividade de exploração pode produzir as matérias-primas necessárias ao desenvolvimento desses centros urbanos a custos mais baixos e compatíveis com a realidade de cada município.

Neste trabalho, procuramos mostrar a localização de cada bem mineral e sua potencialidade, visando produzir dados capazes de orientar o desenvolvimento da atividade mineral integrada ao planejamento municipal.

A atividade mineral na região do Projeto SIG Cuiabá engloba a produção de areia e cascalho aluvionar (agregados para a construção civil); água mineral;

argila para cerâmica vermelha; cascalho laterítico e de veios de quartzo (agregados para a construção civil, revestimento e encascalhamento de rodovias); e, ouro.

Até o final de 2005, existiam na área 03 concessões de lavra (01 para água mineral e 02 para ouro); 01 requerimento de lavra (quartzito); 27 registros de licenciamento (14 para areia/cascalho, 07 para argila e 06 para cascalho laterítico); 06 requerimentos de lavra garimpeira (todos para ouro); 81 requerimentos de autorização de pesquisa (20 para areia/cascalho, 03 para argila, 03 para quartzito, 52 para ouro, 01 para prata e 01 para água mineral) e 01 requerimento de licença (cascalho).

3.2 – SITUAÇÃO DOS DIREITOS MINERÁRIOS NA ÁREA DO PROJETO

A situação dos direitos minerários por municípios é apresentada nas **tabelas 3.1 e 3.2**.

Tabela 3.1 – Direitos minerários por município.

Município	Requerim. Pesquisa	Requerim. Licença	Concessão Lavra	Licenciamento	Autoriz. Pesquisa	TOTAL
Chapada dos Guimarães		1	1			2
Cuiabá	7		2	3	14	26
N. Sra. Livramento	4				10	14
Sto. Antônio Leverger	1				4	5
Várzea Grande	5			7	2	14
TOTAL	17	1	3	10	30	61

No primeiro semestre de 2005 realizou-se um levantamento de campo, abrangendo toda a área do SIG Cuiabá, utilizando-se o GPS – Sistema de Posicionamento Global, para se localizar com precisão as áreas de ocorrências minerais passíveis de serem exploradas.

Esses dados cadastrados no campo apresentaram um total de 114 ocorrências ou atividades minerais, sendo 53 não conhecidas e 61 já conhecidas, das quais apenas 04 em atividade.

Das ocorrências observou-se que:

- 22 são de areias e cascalhos aluvionares (19%);
- 2 de argila (2%);
- 29 de cascalho laterítico (25%);
- 25 de cascalho de veio de quartzo (22%);
- 01 de cascalho aluvionar (1%);
- 01 de cascalho de seixos (1%);
- 32 de ouro (28%);
- 01 de água mineral (1%);
- 01 de cristal-de-rocha (1%).

3.3 – DESCRIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS

3.3.1 – AREIAS E CASCALHOS ALUVIONARES

Os principais depósitos estão associados ao rio Cuiabá. Normalmente estes depósitos são formados por areias finas a grossas, de cor creme, contendo cascalho, alguma argila e material orgânico (folhas e pedaços de madeira).

A extração desse material é feita prin-

cipalmente no canal ativo, podendo, entretanto, ocorrer nos terraços aluviais.

Em geral estão associados à desagregação de arenitos da Bacia do Paraná e de rochas do Grupo Cuiabá, do qual, a fragmentação dos veios de quartzo e quartzitos resulta em um cascalho constituído principalmente por seixos com bom arredondamento.

A areia grossa é utilizada como agregado miúdo na indústria de construção civil para a fabricação de concreto.

Sua extração é realizada em regime de licenciamento.

Dados obtidos junto aos mineradores apontam uma produção estimada de 57.000m³/mês de areia (fina e grossa) e cascalho.

A produção de areias e cascalhos, utilizados para argamassa e concreto, não está atendendo a demanda de Cuiabá e Várzea Grande, o que é preocupante, pois a principal fonte, o rio Cuiabá, poderá ter suas reservas exauridas em curto espaço de tempo.

Temos que lembrar ainda que muitas das áreas favoráveis à extração, estão em locais de proteção ambiental. Além disso, o rio Manso, afluente do rio Cuiabá que corta os sedimentos da Chapada dos Guimarães, e o principal responsável pelo transporte da fração arenosa dos depósitos, foi represado. É necessário um estudo de detalhe para verificar se a areia continua a ser transportada até o rio Cuiabá ou se está se depositando a montante da barragem.

Tabela 3.2 – Ocorrências minerais com e sem registro no DNPM cadastradas na área do projeto.

Município	Regime	Areia/Cascalho	Casc. Lat.	Casc. Veios Qz	Casc. Aluv.	Casc. Seixos	Argila	Ouro	Cristal	Água Min.	Total
Chapada dos Guimarães	Requerim. Pesquisa										
	Requerim. Licença		1								1
	Concessão Lavra									1	1
	Nº Ocorrências c/registro		1							1	2
	Nº Ocorrências s/registro		1			1					2
Total			2			1				1	4
Cuiabá	Licenciamento	1	2								3
	Requerim. Pesquisa	3						4			7
	Autoriz. Pesquisa	4						10			14
	Concessão Lavra							2			2
	Nº Ocorrências c/registro	8	2					16			26
	Nº Ocorrências s/registro		20	7			1		1		29
	Total	8	22	7			1	16	1		55
N. Sra. Livramento	Licenciamento										
	Requerim. Pesquisa							4			4
	Autoriz. Pesquisa							10			10
	Nº Ocorrências c/registro							14			14
	Nº Ocorrências s/registro			10							10
Total			10				14				24
Sto. Antônio Leverger	Requerim. Pesquisa							1			1
	Autoriz. Pesquisa	4									4
	Requerim. Lavra										
	Nº Ocorrências c/registro	4						1			5
	Nº Ocorrências s/registro		1	2							3
Total	4	1	2				1				8
Várzea Grande	Licenciamento	6					1				7
	Requerim. Pesquisa	2	2					1			5
	Autoriz. Pesquisa	2									2
	Nº Ocorrências c/registro	10	2				1	1			14
	Nº Ocorrências s/registro		2	6	1		1				10
Total	10	4	6	1		2	2	1			24
Total	Nº Ocorrências c/registro	22	5				1	32		1	61
	Nº Ocorrências s/registro		24	25	1		1		1		53
	Total de Ocorrências	22	29	25	1	1	2	32	1	1	114

Em conversas informais com donos de dragas, nos foi dito que apenas 70% do material extraído por ano é repostado no período chuvoso, quando ocorre maior aporte de material.

Durante os trabalhos de campo foram visitados 26 pontos de extração ou de ocorrência desse tipo de areia, todos ao longo do rio Cuiabá.

3.3.1.1 – MÉTODO DE LAVRA

A areia e o cascalho são extraídos do leito ativo do rio através de dragagem. O material extraído passa por uma peneira a qual separa os seixos, calhaus e material orgânico. Posteriormente este material é estocado às margens da drenagem, muitas vezes a uma distância inferior a 100m, podendo acarretar desmoronamentos, além de que para construir o depósito é necessário desmatar a mata ciliar.

A dragagem é realizada através de dois métodos:

a) Fixo – As dragas instaladas em balsas são ancoradas com cabos de aço à margem do rio e succionam e bombeiam através de tubulação o material do canal para uma caixa ou fervedouro, onde uma peneira separa a areia do cascalho e entulhos (**fotos 3.1 e 3.2** – Ponto GS-195).

b) Móvel – As dragas são móveis, e após a coleta do material atracam às margens do rio e bombeiam o material para a margem.

O material obtido pela dragagem é composto por areia e cascalho. A areia produzida é classificada em areia grossa (>5mm); areia média (1mm) e, areia fina (<1mm). O cascalho é composto por seixos e blocos de quartzo, quartzito e sílexito, com diâmetro variando de 5mm a 250mm.

As peneiras ficam muito próximas das margens o que pode ocasionar o retorno do material retido na peneira para o leito da drenagem, causando assoreamento no local.



Foto 3.1 – Ponto GS-195. Draga estacionária extraíndo areia e cascalho do leito do rio Cuiabá.



Foto 3.2 – Ponto GS-195. Peneira de separação do material sugado pela draga.

Os pequenos produtores utilizam pá manual para o carregamento em caminhões de carroceria convencional, na maioria das vezes de terceiros.

As extratoras de maior porte utilizam-se de pás carregadeiras e transporte em caminhões-caçamba basculantes.

A maioria possui barragem de rejeitos e barragem de clarificação e algumas possuem cortina verde.

3.3.1.2 – IMPACTOS AMBIENTAIS

Normalmente a extração de areia do leito ativo das drenagens provoca a alteração da dinâmica fluvial. Como na área em estudo, a capacidade de descarga dos cursos de água é reduzida, principalmente no período de estiagem. A modificação

das condições hidrodinâmicas pelo rebaiamento do leito ativo do rio Cuiabá seria mínima se as lavras ocorressem de forma adequada e correta, e até contribuiriam para o desassoreamento.

Porém, quando essa extração é desenvolvida de forma inadequada, pode acarretar sérios danos ao meio ambiente uma vez que as dragas são estacionárias e localizadas muito próximas às margens, o mesmo ocorrendo com as peneiras que retêm o cascalho, o qual se acumula entre a peneira e a drenagem e em determinado momento retorna ao leito ativo provocando seu assoreamento e muitas vezes desvio do canal.

O pátio de depósito do material extraído é construído dentro da mata ciliar, provocando sua destruição. O mesmo acontece com as estradas de acesso que cortam paralelamente e muito próximas ao canal, também causando desmatamento da vegetação ciliar e desestabilização das margens devido ao tráfego de caminhões pesados sobre um terreno pouco compactado, o que provoca um impacto ambiental maior do que a própria extração mineral.

Os óleos e graxas derramados afugentam a fauna e causam poluição hídrica. Além disso, podem ser observados outros impactos tais como: poluição sonora, emissão de gases, concentração de lixo e vasilhames contaminados.

3.3.1.3 – RECOMENDAÇÕES

Sugere-se que para esse tipo de extração mineral (dragas), os mineradores sejam conscientizados da importância de uma lava planejada, de modo que o canal fluvial mantenha sua regularidade e configuração original, e que a areia seja extraída apenas do leito ativo e não de barrancos e terraços aluviais. Além disso, recomenda-se que:

- as peneiras de retenção de cascalho e outras impurezas sejam instaladas afastadas da margem, de modo a impedir

que este material retorne ao leito ativo e evite a formação de uma barreira que possa causar o desvio do leito original.

- realizar a dragagem do leito do rio sob a forma de leque, de montante para jusante, seguindo o eixo principal do canal.

- construir as estradas e o pátio de depósito fora da mata ciliar, evitando assim impactos maiores advindos de sua eliminação.

- evitar a dragagem nas proximidades de pilares de pontes ou outras obras de engenharia (distância mínima de 200m).

- recomenda-se ainda cuidados especiais quanto ao uso de óleos e graxas e remoção de todo o lixo para evitar a contaminação da drenagem e do solo em suas proximidades.

- não permitir a exploração em áreas de lazer (praias, ilhas, foz de córregos e reservas pesqueiras).

- não permitir a exploração em meandros abandonados a não ser com a finalidade de correção comprovada do canal.

- não lançar os rejeitos no leito do rio ou estocá-los nas margens, devendo os mesmos serem utilizados para a recuperação das áreas degradadas.

- lançar a água de retorno diretamente no leito do rio para impedir a erosão dos barrancos e colocar filtros para que retenham o material sólido em suspensão contido nessas águas.

- exigir a construção de barragens de contenção de rejeitos e de clarificação da água de retorno.

- construir barreiras de proteção para que o material não esco para dentro da drenagem ou para a faixa de vegetação ciliar.

3.3.2 – ARGILA

As argilas que ocorrem na área do projeto são de origem fluvial e foram depositadas na planícies de inundação dos rios Cuiabá (predominantemente) e Ari-

cá-Açu, durante o período das cheias. Geralmente apresentam-se sob a forma de lentes e gradam lateralmente para silte e/ou material arenoso.

Durante a verificação de campo foi encontrada uma significativa ocorrência de argila na planície de inundação do rio Aricá-Açu (ponto GS-213), com uma área de aproximadamente 650ha (6.500.000m²). Em uma escavação foi constatada uma espessura de 2m de argila sobre uma camada arenosa. Em praticamente toda área plana aflora a argila. Exame tátil e visual mostra uma argila quase branca (tons de cinza-claro e creme) com raríssimos e finos níveis arenosos.

Esta argila foi enviada para análise no Laboratório de Tecnologia da Cerâmica e da Construção Civil – SENAI/MT.

A argila foi seca a céu aberto, moída, retirado um lote para ensaios de matéria prima em forma de pó e os demais passaram pelos processos de homogeneização, extrusão, secagem e queima com a realização dos seguintes ensaios:

- 1 – Plasticidade;
- 2 – Umidade de extrusão;
- 3 – Retração de secagem a 110°C e Retração de queima em temperaturas de 850° a 1.050°C. Retração Total (secagem e queima), nas mesmas condições;
- 4 – Perda ao fogo;
- 5 – Absorção da água, porosidade aparente, massa específica aparente;
- 6 – Cor de secagem e queima.

Os resultados obtidos foram:

Plasticidade – apresentou um índice de plasticidade 15, o que a caracteriza como de boa plasticidade e caso seja misturada a outras argilas para fins de cerâmica vermelha, estas deverão apresentar bons índices de plasticidade para obtenção de uma boa mistura.

Umidade de Extrusão – a umidade de extrusão em argilas para cerâmica vermelha deve ser em torno de 18 a 30%. A amostra apresentou um teor de umidade de 30%, sendo necessário verificar e controlar os teores de umidade da argila na produção, pois a está no limite máximo.

Retração de Secagem – as argilas nos ensaios de retração de secagem devem apresentar na secagem a 110°C no máximo 6%, o mesmo índice para a queima a 950°C e retração total de no máximo 12%. A amostra analisada apresentou os seguintes resultados para retração de secagem a 110°C: 05,57% (**tabelas 3.3 e 3.4**).

Tabela 3.3 – Ensaio de retração de queima.

% de retração após queima			
850°C	900°C	950°C	1.050°C
0,00	0,23	1,99	7,94

Tabela 3.4 – Ensaio de retração total (secagem e queima).

% de retração total			
850°C	900°C	950°C	1.050°C
5,05	5,42	7,02	12,69

Perda ao Fogo – de acordo com as normas laboratoriais, a perda ao fogo na temperatura de 950°C deve ser no máximo de 10%.

A amostra em questão apresentou teor dentro dos parâmetros exigidos (**Tabela 3.5**).

Tabela 3.5 – Ensaio de perda ao fogo.

% de perda ao fogo			
850°C	900°C	950°C	1.050°C
5,09	5,36	5,44	6,11

Cor de Secagem e Queima – é preferível, mas não imprescindível que uma argila típica para cerâmica vermelha apresente coloração avermelhada após a

queima. No caso a amostra estudada apresentou cor de secagem creme e cor de queima a 950°C vermelha.

A **Tabela 3.6** mostra os parâmetros de ensaios para Tensão de Ruptura à Tensão (TRF), Absorção de Água (AA), Porosidade Aparente (PA) e Massa Específica Aparente (MEA) para os diversos tipos de produtos de cerâmica vermelha.

Para esses parâmetros a argila analisada apresentou os seguintes resultados para Tensão de Ruptura à Flexão a 110°C: Kgf/cm = 17,99; Mpa = 1,76 (**Tabela 3.7**).

Com isso, as amostras apresentaram resultados onde os valores atendem a todas as especificações.

Conclusão: De acordo com os resultados (**Tabela 3.8**), o laboratório concluiu

que a argila da amostra analisada poderá ser utilizada na fabricação de produtos de cerâmica vermelha – blocos e telhas, podendo ser utilizada como argila de base (principal).

Atualmente toda a argila é extraída em um mesmo local (planície de inundação do rio Cuiabá) pela COOPENCER (Cooperativa de Exploração Mineral para Cerâmica e Setores da Construção de MT), atendendo atualmente a 22 cerâmicas e 10 olarias com uma produção mensal em torno de 29.000m³.

Esta área possui 50ha e foi pesquisada através de trado, sondagem rotativa e amostragem para análises laboratoriais.

Mesmo sendo um produto de alteração, selecionado pelos processos naturais

Tabela 3.6 – Parâmetros de ensaios.

Parâmetros	Tijolo maciço		Bloco Cerâmico		Telha		Laje	
	Kgf/cm	Mpa	Kgf/cm	Mpa	Kgf/cm	Mpa	Kgf/cm	Mpa
TRF a 110°C Mínimo de	15	1,50	25	2,50	30	2,90	25	2,50
TRF a 950°C Mínimo de	20	2,00	55	5,40	65	6,40	55	5,40
Absorção de água	–		Entre 8 a 25%		Máximo de 20%		Entre 8 a 25%	
Porosidade Aparente	Entre 17 a 35%		Entre 17 a 35%		Entre 17 a 35%		Entre 17 a 35%	
Massa Específica Aparente	Mínimo de 1,70g/cm ²		Mínimo de 1,70g/cm ²		Mínimo de 1,70g/cm ²		Mínimo de 1,70g/cm ²	

Tabela 3.7 – Ensaio de tensão de ruptura à flexão após queima.

TRF							
850°C		900°C		950°C		1.050°C	
Kgf/cm	Mpa	Kgf/cm	Mpa	Kgf/cm	Mpa	Kgf/cm	Mpa
51,20	5,02	94,58	9,27	172,50	16,91	348,17	34,12

Tabela 3.8 – Análise quantitativa por espectrometria de fluorescência de raio X (dados dos ensaios).

Ensaio	Resultados (%)	Ensaio	Resultados (%)
Perda ao Fogo	6,71	MgO	1,63
SiO ₂	62,84	Na ₂ O	0,18
Al ₂ O ₃	17,78	K ₂ O	3,62
Fe ₂ O ₃	5,44	MnO	0,05
TiO ₂	0,88	P ₂ O ₅	0,04
CaO	0,02	–	–

de transporte e deposição, a natureza da área-fonte tem uma importância que refletirá na quantidade e tipos de argilas depositadas.

Em geral são argilas de cor cinza-escuro quando úmidas e cinza-claro quando secas. A espessura média do depósito é de 15m, sendo que por 9m o pacote apresenta-se homogêneo. Os níveis de areia são delgados e de forma lenticular (**fotos 3.3 e 3.4** – aspectos do depósito de argila no rio Cuiabá).

A argila extraída é utilizada como matéria-prima na indústria da cerâmica vermelha, para a fabricação de telhas, tijolos comuns e tijolos furados, além de lajes.

Ensaio tecnológicos mostram que essas argilas possuem características adequadas para a sua utilização em cerâmica vermelha, sendo classificadas como argilas ilíticas (alto ferro e potássio) com médios teores de Al_2O_3 , MgO , CaO e Na_2O , plasticidade alta, queima vermelha, fundente.

De acordo com Quadros & Paes de Barros (2005) a composição química média dessas argilas obtida por fluorescência de raio X é mostrada na **Tabela 3.9**.



Foto 3.3 – Aspecto do depósito de argila do rio Cuiabá, explorada pela COOPENCER.

Os mesmos autores citam que ensaios realizados no Senai/Fiemtec, indicaram boa plasticidade, queima vermelha a $950^{\circ}C$, perda ao fogo em torno de 7,16% a $1.050^{\circ}C$, retração total em torno de 9,5% a $1.050^{\circ}C$, tensão de ruptura a flexão média de $33,12^{\circ}K.at/cm$ a $1.050^{\circ}C$, absorção média de 10,43%, porosidade aparente de 20,57% e massa específica aparente de $2,56g/cm^2$.

O processo de beneficiamento inclui moagem, umidificação, marombagem, secagem e queima em temperatura por volta de $800^{\circ}C$. O processo de secagem e queima dura em torno de 48 horas, sendo que o combustível utilizado é lenha e palha de arroz.

De acordo com Quadros & Paes de Barros (*op. cit.*), a produção mensal de tijolos e blocos cerâmicos gira em torno de 5.500.000 peças/mês e a de telhas é bem menor.

O preço médio do milheiro do tijolo é de R\$ 208,00 e o de telha de R\$ 520,00.

A área está regularizada pelo DNPM nº 866.468/2003 e a atividade desenvolve-se sob regime de licenciamento, cuja Licença da Prefeitura é nº027/2004 e o processo da FEMA é de nº 00075/2004.



Foto 3.4 – Vista geral do depósito de argila explorado pela COOPENCER no rio Cuiabá.

Tabela 3.9 – Composição química das argilas.

Comp	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	LOI
%	64,19	16,80	6,57	0,99	0,08	1,48	0,23	0,42	3,01	0,10	6,09

3.3.2.1 – MÉTODO DE LAVRA

A extração é realizada a céu aberto através da lavra por bancada em cava, de maneira mecanizada e a argila transportada por caminhões até as cerâmicas.

O equipamento utilizado na extração consta de 06 carros de mão; 01 retroescavadeira; vários caminhões-caçamba; 03 correias transportadoras; 01 maromba; e, 01 caminadora.

Trabalham no local 43 funcionários, os quais usam EPI (luvas, protetores auriculares, mascaras e óculos).

Para minimizar os impactos ambientais são utilizadas barragem de rejeito; barragem de clarificação; aspersores; umectação e cortina verde.

Existe controle ambiental, licenciamento ambiental e PRAD.

Os maiores problemas na exploração dessas argilas são: a) devido ao grande volume e o baixo preço, este material é extraído próximo à periferia da área urbana zona em que se localiza a indústria cerâmica, gerando conflitos com outros tipos de uso dos solos; b) como a cava aberta é de grande porte, torna-se problemática a drenagem da água acumulada nessas depressões, devido à baixa permeabilidade do terreno.

3.3.2.2 – IMPACTOS AMBIENTAIS

Os principais fatores negativos e que provocam um impacto ambiental degradante na área de exploração são:

- Erradicação da mata ciliar;
- Retirada da cobertura de solo;
- Aceleração da erosão próximo às drenagens por águas pluviais;
- Transformação da paisagem pela abertura e abandono de cavas (poluição visual);
- Preenchimento das cavas por águas pluviais estagnadas (**Foto 3.5**);
- Poluição sonora;

- Poluição do ar;
- Poluição do lençol freático;
- Utilização das cavas abandonadas como “lixões”.



Foto 3.5 – Aspectos das cavas de extração de argila preenchidas por águas pluviais estagnadas.

3.3.2.3 – RECOMENDAÇÕES

No caso das argilas recomenda-se que a extração seja efetuada pelo método de cavas fechadas, sem ligação com a drenagem, para que esta não seja contaminada por águas de elevado teor de sólidos em suspensão. Se não for possível a adoção desse sistema, é recomendável a implantação de diques ou bacias de decantação antes da água retornar à drenagem.

Deve-se manter uma faixa de proteção, definida pela área de preservação permanente, especificada pelo IBAMA e órgão ambiental estadual.

Os rejeitos devem ser estocados de forma planejada e em locais adequados, previamente selecionados.

Quando do início da lavra, deve-se estocar o solo orgânico que recobre a jazida para uso posterior.

Manter uma única frente de lavra até que se esgote o material. A nova frente de lavra só poderá ser aberta se tiver sido iniciado o processo de recuperação da área degradada de acordo com o plano de recuperação de áreas degradadas.

Após a exaustão da jazida, procurar reabilitar a área aplainando o terreno e re-

cobrindo-o com o solo orgânico que havia sido retirado e estocado para esse fim.

Após o recobrimento, reflorestar com espécies vegetais originais.

Se a cava for muito profunda, o que não ocorre na área do projeto, recomenda-se a construção de lagoas e criatórios de peixes evitando que sejam utilizadas como depósito de lixo.

Quadros & Paes de Barros (*op. cit.*) sugerem para o caso das cavas serem utilizadas para a piscicultura, que os tanques obedeçam aos seguintes parâmetros:

- comprimento - 40 a 80m;
- largura - 25 a 50m;
- profundidade máxima - 1,70 a 2,00m;
- taludes (paredes) com 30% de inclinação;
- distância entre cavas - mínima de 3,00m.

3.3.3 – LATERITAS/CASCALHO LATERÍTICO

Sua relevância econômica reside na possibilidade de uso na construção civil. São utilizadas *in natura* como blocos ou pedras de mão de usos diversos, conhecidas como “tapiocanga” ou “pedra canga” e como fontes dos materiais de empréstimo utilizados nas obras rodoviárias. Este emprego advém tanto da natureza do latossolo desenvolvido e de sua espessura (1 metro ou mais, em média 2 metros), quanto do relevo plano que desenvolveu, e, além disso, quase sempre, são encontradas próximas a estradas ou áreas de expansão urbana. O enriquecimento em sesquióxido de ferro e alumínio e a deficiência em húmus possibilitam que, quando desidratado, esse material origine crostas, cangas e concreções, materiais estes com ótimas características para a construção de estradas.

Neste trabalho foram cadastradas 27 ocorrências de cascalho laterítico passíveis de serem exploradas, distribuídas por todo o município independentemente, do tipo

de rocha subjacente, com uma reserva estimada de 94 milhões de metros cúbicos.

3.3.3.1 – MÉTODO DE LAVRA

As lateritas são explotadas através de lava por escarificação (raspagem mecânica).

A lava consiste basicamente das seguintes etapas:

- Desmatamento da cobertura vegetal quando existente, por meio de trator de esteira com lâmina;
- Raspagem do solo que recobre a laterita;
- Desmonte do cascalho laterítico por trator de esteira com escarificador;
- Carregamento do material em caminhões basculantes; e,
- Transporte para o local de utilização.

As **fotos 3.6** e **3.7** mostram aspectos desse tipo de exploração.



Foto 3.6 – Ponto GR-149. Aspecto do carregamento de cascalho laterítico.



Foto 3.7 – Ponto GR-154. Característica do cascalho laterítico extraído para encascalhamento de rodovias.

3.3.3.2 – IMPACTOS AMBIENTAIS

A lavra do cascalho laterítico provoca o desmatamento e a formação inadequada de taludes que, aliados a remoção dessa capa laterítica, provoca aumento no escoamento superficial e que facilita o processo de erosão do solo originando voçorocas e desmoronamentos. O decapeamento dessa cobertura laterítica pode também contribuir para o assoreamento e poluição da drenagem pelo material carregado pelas águas pluviais.

Um outro fato marcante e que chama a atenção nessas áreas é a grande quantidade de poeira em suspensão devido à movimentação dos equipamentos de extração e transporte do material. Este fato gera desconforto para os moradores próximos e também ao longo do trajeto até o local de consumo, pois o transporte é feito por caminhões caçamba sem proteção alguma.

Um fato comum não só na exploração das lateritas, mas em todas as lavras mecanizadas é a geração de ruídos que afugentam a fauna e incomodam a vizinhança.

O que mais chama a atenção é que apesar de se situarem longe de núcleos urbanos, estes locais quase sempre são utilizados como depósitos de lixo (**Foto 3.8**).



Foto 3.8 – Ponto GR-157. Utilização dos locais de onde foi extraído o cascalho laterítico como depósito de lixo.

3.3.3.3 – RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se que nas áreas onde se está extraído o material use-se aspersão e que os caminhões de transporte sejam cobertos para diminuir a poeira.

Não se retire toda a capa laterítica de modo a permitir que a camada frágil, subjacente, fique protegida, minimizando assim o impacto erosivo provocado pelas águas pluviais.

Já que praticamente não existe solo para a sua recuperação, estas áreas podem ser utilizadas para a instalação de indústrias e até mesmo urbanização.

3.3.4 – CASCALHO DE VEIOS DE QUARTZO

As cascalheiras originadas pela desagregação dos veios de quartzo aparecem principalmente na Subunidade 5 do Grupo Cuiabá. Predominam em duas regiões: a primeira na Folha Cuiabá, no limite sul do projeto, entre as cidades de Santo Antônio de Leverger e Nossa Senhora do Livramento e a segunda na Folha Aricá-Açu, na porção leste da área.

Esses depósitos apresentam espessura média em torno de 2m e são constituídos por fragmentos de quartzo leitoso, angulosos e de vários tamanhos, originados pela fragmentação e desagregação dos veios de quartzo que cortam os metassedimentos da Subunidade 5 do Grupo Cuiabá, sendo que as águas superficiais carregam o material fino, acumulando-se no local a fração grossa.

Assim como as lateritas, este material, após sofrer peneiramento para seleção, é amplamente utilizado na construção civil e encascalhamento de rodovias.

Neste trabalho foram cadastradas 25 ocorrências de cascalho de veios de quartzo passíveis de serem exploradas com uma reserva estimada de 45 milhões de metros cúbicos.

3.3.4.1 – MÉTODO DE LAVRA

As cascalheiras são explotadas através de lavra por escarificação (raspagem mecânica) diferindo da exploração dos cascalhos lateríticos por não necessitar da raspagem do solo.

A lavra consiste basicamente das seguintes etapas:

- Desmatamento da cobertura vegetal quando existente, por meio de trator de esteira com lâmina;
- Desmonte do cascalho por trator de esteira com escarificador;
- Carregamento do material em caminhões basculantes; e,
- Transporte para o local de utilização.

3.3.4.2 – IMPACTOS AMBIENTAIS

A lavra deste cascalho provoca o desmatamento e a formação inadequada de taludes, facilitando o surgimento de pequenos desmoronamentos e o início de voçorocas. O decapeamento dessa cobertura pode também contribuir para o assoreamento e poluição da drenagem pelo material carregado pelas águas pluviais.

Um outro fato marcante e que chama a atenção nessas áreas é a grande quantidade de poeira em suspensão devido a movimentação dos equipamentos de extração e transporte do material. Este fato gera desconforto para os moradores próximos e também ao longo do trajeto até o local de consumo, pois o transporte é feito por caminhões-caçamba sem proteção alguma.

3.3.4.3 – RECOMENDAÇÕES

São semelhantes às do cascalho laterítico, ou seja, aspersão de água nos locais de extração e cobertura nos caminhões, visando a diminuir a poeira.

Já que praticamente não existe solo para a sua recuperação, estas áreas po-

dem ser utilizadas para a instalação de indústrias e até mesmo urbanização.

3.3.5 – OURO

Todos os jazimentos de ouro na área do projeto estão relacionados às rochas metassedimentares da Subunidade 5 do Grupo Cuiabá, seqüência basal da Faixa de Dobramentos Paraguai.

O início de sua exploração data do século XVIII, e desenvolve-se até os dias atuais, apesar de sua diminuição devido a um maior controle dos órgãos de fiscalização e de meio ambiente e também por problemas operacionais.

Neste trabalho foram cadastradas 75 ocorrências de ouro. Destas, 74 correspondem a minas e garimpos abandonados e/ou paralisados, sendo que apenas um garimpo está em atividade e assim mesmo na clandestinidade.

De acordo com Lacerda Filho *et al.* (2004) estudos realizados pelo DNPM e IBGE apontam que de 1986 a 1990 a produção de ouro da região da Baixada Cuiabana foi de 14.403kg e de 1991 a 1995 a produção garimpeira (14.927kg) foi superior a das empresas de mineração (4.494kg), totalizando 19.421kg de ouro, o que corresponderia a uma média de 4 toneladas/ano no período de 1991 a 1995, a 6% da produção aurífera brasileira.

Luz *et al.* (1980) caracterizaram três modos de ocorrência para o ouro da Baixada Cuiabana:

- 1 – Ouro associado a veios de quartzo;
- 2 – Ouro das coberturas elúvio-coluvionares; e,
- 3 – Ouro nas aluviões recentes.

Esses mesmos autores levantaram três hipóteses para a origem do enriquecimento em ouro das litologias do Grupo Cuiabá:

- 1 – Ouro associado a veios de quartzo de origem hidrotermal relacionados às

intrusões ácidas que ocorrem em São Vicente e Barão do Melgaço.

- 2 – Origem sedimentar, onde o ouro na forma coloidal tenderia a se depositar em ambiente de sedimentação argilosa e/ou nos horizontes ferruginosos, e remobilizado juntamente com a sílica durante o metamorfismo e concentrado nos veios de quartzo, ou permanecendo na rocha quando associado a sulfetos (arsenopirita).

- 3 – Origem vulcanogênica, onde o ouro inicialmente estaria contido em rochas ígneas básicas, possivelmente associado a sulfetos e teria sido remobilizado por processos metamórficos.

Gambier *et al.* (1998) identificaram nas rochas do Grupo Cuiabá três fases de deformação com geração de veios de quartzo mineralizados:

Fase F₁ – Caracterizada por dobras recumbentes e inversas (D₁) e zonas de cisalhamento reversas. Os veios gerados nesta fase foram subdivididos em dois tipos: a) veios alongados, lineares, subhorizontalizados e gerados durante os processos de dobramento e cisalhamento dúctil-rúptil de baixo ângulo. São veios sigmoidais e em sela nas charneiras das dobras, alongados na direção N30°-40°E e com teores de mineralização em torno de 1g/t; e b) veios tabulares, distensivos, subverticais, de direção NW (filões) e NE (travessões), e com teores de até 5g/t.

Fase F₂ – Dobras abertas (D₂), levemente assimétricas coaxiais a D₁.

Fase F₃ – Dobras suaves a abertas, simétricas, normais, não-coaxiais a D₁ e D₂. Os veios gerados nesta fase são tabulares, sub-verticalizados, distensivos e sem registro de deformações anteriores.

De acordo com Souza (1988) e Silva (1999), as mineralizações auríferas da Baixada Cuiabana dividem-se em três tipologias de jazimentos:

- 1 – Processos supergênicos relativos à evolução do capeamento elúvio-laterítico

sobre as litologias do Grupo Cuiabá enriquecidas em ouro. Corresponde a um padrão irregular e geram pepitas.

- 2 – Ouro disseminado no protólito sedimentar (Fagundes & Veiga, 1991) ou nas intercalações dos metassedimentos (Silva *et al.*, 2003). Caracterizam-se por baixos teores em ouro.

- 3 – Ouro associado aos veios de quartzo que cortam as litologias do Grupo Cuiabá. É o mais importante e o mais rico em ouro.

Silva *et al.* (2002, *in* Lacerda Filho *et al.*, 2004) propuseram uma separação desses veios em três tipos:

1 – Veios tipo 1 - paralelos a S₀;

2 – Veios tipo 2 - paralelos a S_n;

3 – Veios tipo 3 - subperpendiculares a direção de S_n.

Os veios do tipo 3 seriam os mais ricos em ouro, com uma média de 2 a 5g/t, registrando localmente “bonanzas” com teores superiores a 100g/t.

3.3.5.1 – MÉTODOS DE LAVRA

Em um dos únicos garimpos em atividade na fazenda Santa Edwiges a exploração se dá por *shafts*. A abertura do poço mede 2m x 2m e com profundidade de aproximadamente 40m, de onde partem pequenas galerias de onde é retirado tanto o filito como os veios de quartzo. Esse material é içado através de um sarilho rudimentar (**fotos 3.9 e 3.10**) e amontoado ao lado do poço e posteriormente colocado por pá carregadeira em caminhões-caçamba e levado para a estação de tratamento a qual é composta por moinho, centrífuga e bica canadense (**fotos 3.11, 3.12 e 3.13**).

Trabalham no local cerca de 30 garimpeiros no sistema de meeiros com o proprietário da terra. O garimpo não se encontra protocolizado no DNPM e nem nos órgãos estaduais e municipais e não possui licenciamento ou controle ambiental.

Os demais garimpos atualmente estão paralisados ou abandonados.

O método de lavra utilizado era o de bancadas a céu aberto, com cavas chegando até 90m de profundidade parcialmente preenchidas por águas do lençol freático

como ocorre no garimpo do Jatobá (fotos 3.14 e 3.15). Essas “cavas” ocorrem dispersas por toda a área do projeto e normalmente não são cercadas ou protegidas colocando em risco pessoas e animais.



Foto 3.9 – Ponto GR-164. Dimensões do *shaft* do garimpo de ouro da faz. Santa Edwiges. Observa-se a precariedade do sarilho por onde os garimpeiros descem e o minério é içado.



Foto 3.12 – Ponto GR-164. Vista da bica canaense do garimpo da faz. Santa Edwiges.



Foto 3.10 – Ponto GR-164. Detalhe do revestimento do *shaft* do garimpo da faz. Santa Edwiges.



Foto 3.13 – Ponto GR-164. Detalhe do equipamento de separação do ouro no garimpo da faz. Santa Edwiges.



Foto 3.11 – Ponto GR-164. Vista da centrífuga do garimpo da faz. Santa Edwiges.



Foto 3.14 – Buraco de garimpo preenchido por águas do lençol freático que percolam através de fraturas nas rochas da Subunidade 5 do Grupo Cuiabá.



Foto 3.15 – Outra vista dos “buracos” de garimpos preenchidos por águas pluviais e do lençol freático.



Foto 3.16 – Aspecto da paisagem após a ação garimpeira. Restam imensas cicatrizes na superfície do terreno onde o solo e a vegetação foram totalmente devastados.

3.3.5.2 – IMPACTOS AMBIENTAIS

Os fatores negativos para o meio físico devido à atividade garimpeira do ouro são inúmeros e muitos deles de difícil solução. Dentre os principais citam-se:

- erradicação da vegetação nativa e da camada de solo;
- abertura de enormes e profundos “buracos”;
- contaminação das drenagens por mercúrio;
- preenchimento das cavas abandonadas por águas originadas pelo fluxo do lençol freático através de percolação pelas fraturas do substrato rochoso;
- aceleração da erosão nas encostas das cavas pelas águas pluviais;
- transformação da paisagem pela abertura das cavas, extração da vegetação e do solo (**Foto 3.16**);
- utilização das cavas como depósitos de lixo.

3.3.5.3 – RECOMENDAÇÕES

No caso dos garimpos de ouro nas proximidades dos núcleos urbanos, como é o caso que ocorre na Baixada Cuiabana, a única maneira de se controlar os impactos ambientais locais é a proibição local dessa atividade.

Para as áreas já degradadas sugere-se que as cavas preenchidas por água sejam aproveitadas para a irrigação, distribuição para o gado e mesmo para lazer, como é feito na fazenda São João Batista. Dependendo da profundidade das cavas, elas podem ser utilizadas como criatórios de peixes.

Em muitos locais onde a vegetação foi erradicada, observa-se uma lenta mas gradual recuperação da vegetação nativa (**fotos 3.17 e 3.18**).



Foto 3.17 – Recuperação natural da vegetação em área devastada pela ação garimpeira. Note-se que as árvores já estão bem desenvolvidas e o cerrado já está quase com sua feição original.



Foto 3.18 – Aspecto da recuperação natural de uma área devastada pela ação garimpeira. Neste local a recuperação ainda está em fase inicial com as árvores de pequeno porte e muito novas.

3.4 – REGIMES DE APROVEITAMENTO DOS RECURSOS MINERAIS

O *caput* do artigo 176 da Constituição Federal, estabelece claramente a relação entre o poder público e o minerador:

“Art.176 – As jazidas em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.”

Os regimes legais de pesquisa e exploração minerais estão definidos no artigo 2º do Código de Mineração (Decreto Lei nº 227 de 28 de fevereiro de 1967 atividade mineira o qual diz:

“Art. 2º – Os regimes de aproveitamento das substâncias minerais, para efeito desse Código são:

I - regime de concessão, quando depender de portaria de concessão do Ministro de Estado de Minas e Energia;
II - regime de autorização, quando depender de expedição de alvará de autorização do Diretor Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM;

III - regime de licenciamento, quando depender de licença expedida em obediência a regulamentos administrativos locais e de registro de licença no Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM;

IV - regime de permissão de Lavra Garimpeira, quando depender de portaria de permissão do Diretor Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM;

V - regime de monopolização, quando, em virtude de lei especial, depender de execução direta ou indireta do Governo Federal.”

As substâncias que podem ser aproveitadas de acordo com o Inciso III do artigo 2º do Código de Mineração são definidas pelo artigo 1º da Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978:

“Art. 1º – Poderão ser aproveitadas pelo regime de licenciamento, ou de autorização ou concessão, na forma da lei:

I - areias, cascalhos e saibros para aproveitamento imediato na construção civil, no preparo de agregados e argamassa, desde que não sejam submetidos a processo industrial de beneficiamento, nem se destinem como matéria-prima à indústria de transformação;

II - rochas e outras substâncias minerais quando aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões e afins;

III - argilas usadas no fabrico de cerâmica vermelha;

IV - rochas, quando britadas para uso imediato na construção civil, e os calcários empregados como corretivo de solo na agricultura.”

O regime de licenciamento para as substâncias minerais acima descritas pressupõe como determinante que o titular minerário tenha autorização do proprietário do solo, se isto não for obtido deve então obter autorização da Prefeitura do Município onde se encontra a jazida e com prazo estipulado. É melhor que esse prazo seja o mesmo autorizado pelo órgão ambiental do Estado (FEMA).

No regime de autorização de pesquisa ou concessão de lavra o minerador não precisa de autorização da prefeitura e nem de início do superficiário, desde que a jazida esteja fora do perímetro urbano. O DNPM é quem fornece a autorização.

Se toda a documentação estiver correta e a área livre de outros requerimentos, será outorgado o alvará de autorização de pesquisa, que permitirá que se realizem as pesquisas necessárias a cubagem da jazida. Depois de realizada a pesquisa é apresentado ao DNPM um relatório dos trabalhos executados. Se este estiver correto o pretendente poderá requerer a lavra de jazida, desde que apresente ao DNPM o Plano de Aproveitamento Econômico (PAE). Aprovado o PAE e tendo a licença de instalação outorgada pelo órgão ambiental estadual, o processo será submetido ao Ministro de Minas e Energia que outorgará a concessão de lavra por prazo indeterminado.

Mesmo durante os regimes de autorização e concessão, excepcionalmente, qualquer substância mineral poderá ser extraída, ainda na fase de pesquisa, des-

de que com a guia de utilização. Para isso é necessário que o minerador tenha um acordo com o proprietário do solo onde está a jazida, e um estudo prévio das condições da jazida através de relatório prévio de pesquisa e também da licença de operação expedida pelo órgão ambiental estadual conforme Resolução nº 9/90 do CONAMA.

De acordo com o artigo 22 do Decreto nº 98.812, de 9 de janeiro de 1990, que regulamentou a Lei nº 7.805 de 18 de julho de 1989, a atividade de mineração não autorizada é crime:

“Art. 22 – A realização de trabalhos de extração de substâncias minerais sem a competente concessão, permissão ou licença constitui crime sujeito a pena de reclusão de três meses a três anos e multa.

§1º. Constatada *ex officio* ou por denúncia, a situação prevista neste artigo, o DNPM comunicará o fato ao Departamento de Polícia Federal (DPF), para instauração do competente inquérito e demais providências cabíveis.

§ 2º. Sem prejuízo da ação penal e da multa cabível, a extração mineral realizada sem competente concessão, permissão ou licença acarretará a apreensão do produto mineral, das máquinas, veículos e equipamentos utilizados, os quais depois de transitada em julgado a sentença que condenar o infrator, serão vendidos em hasta pública, e o produto da venda recolhido à conta do Fundo Nacional de Mineração, instituído pela Lei nº 4.425, de 8 de outubro de 1964.”

3.4.1 – TRIBUTAÇÃO MINERÁRIA

Desde a promulgação da Constituição Federal de 1988, a produção e a comercialização de bens minerais está sujeita

a incidência do Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), e a partir de dezembro de 1989 do recolhimento do CFEM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais). Esta cobrança é autorizada pela Lei nº 7.990 de 28 de dezembro de 1989 e diz:

“Art. 1º – O aproveitamento de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e dos recursos minerais, por quaisquer dos regimes previstos em lei, ensejará compensação financeira aos Estados, Distrito Federal, e Municípios, a ser calculada, distribuída e aprovada na forma estabelecida na lei.

Art. 6º – A compensação financeira pela exploração de recursos minerais, para fins de aproveitamento econômico, será de até 3% do faturamento líquido resultante da venda do produto mineral, obtido após a última etapa do processo de beneficiamento adotado e antes de sua transformação industrial.”

A regulamentação desta norma deu-se através da Lei nº 8.001 de 13 de março de 1990 na seguinte forma:

“Art.2º – Para efeito do cálculo da compensação financeira de que trata o artigo 6 da Lei nº 7.990 de 28 de dezembro de 1989, entende-se por faturamento líquido o total das receitas de vendas, excluídos os tributos incidentes sobre a comercialização do produto mineral, as despesas de transporte e as de seguros.

§ 1º. O percentual de compensação, de acordo com as classes de substâncias minerais será de:

- I - minério de alumínio, manganês, sal-gema e potássio: 3% (três por cento);
- II - ferro, fertilizantes, carvão e demais substâncias minerais: 2% (dois por cento), ressalvado o disposto no inciso IV deste artigo;
- III - pedras preciosas, pedras coradas

lapidáveis, carbonatos e metais nobres: 0,25 (dois décimos por cento);

IV - ouro: 1% (um por cento), quando extraído por empresas mineradoras, isentos os garimpeiros;

§2º. A distribuição da compensação financeira de que trata este artigo, será feita da seguinte forma:

I - 23% (vinte e três por cento) para os estados e o Distrito Federal;

II - 65% (sessenta e cinco por cento) para os municípios;

III - 12% (doze por cento) para o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), que destinará 2% (dois por cento) à proteção ambiental nas regiões mineradoras por intermédio do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), ou de outro órgão federal competente que o substituir.”

3.4.2 – ASPECTOS INSTITUCIONAIS

Para o estabelecimento do plano diretor de um município se faz necessário o estudo das áreas passíveis de serem mineradas e definidas medidas que possibilitem o desenvolvimento da atividade de mineração, sem entretanto prejudicar o meio ambiente. As leis orgânicas dos municípios que integram a região devem ter a preocupação com o estabelecimento de áreas de proteção permanente (parques, patrimônio cultural, sítios paleontológicos, sítios arqueológicos, praias, lagoas, rios e suas nascentes, etc).

Assim na área ora em estudos foram identificadas: uma área de proteção ambiental (APA) denominada APA Estadual Chapada dos Guimarães e dois parques – Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, controlado pelo IBAMA e situado dentro da APA de mesmo nome, e Parque Cidade Mãe Bonifácia, localizado na área urbana de Cuiabá (**Tabela 3.10**).

Tabela 3.10 – Áreas de conservação do uso do solo na região do SIG Cuiabá.

Nível	Responsável legal	Unidade	Instrumento legal
Federal	IBAMA	Parque Nacional da Chapada dos Guimarães (32.776,80ha)	Decreto nº 97.656, de 12/04/1989
Estadual	FEMA	APA Estadual Chapada dos Guimarães (251.847,9336ha)	Lei Estadual nº 7.804, de 05/12/2002
Estadual	FEMA	Parque Cidade Mãe Bonifácia (771.609m ²)	Decreto Estadual nº 1.470, de 09/06/2000

Com relação a exploração mineral na área a mesma deve ser observada sob dois aspectos diferentes. O primeiro compreende a extração de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil (areia, argila, cascalho laterítico, etc.) e aquela voltada para a extração de ouro tanto aluvionar como primário.

Neste contexto procuramos abordar as normas e preceitos legais que devem ser resguardados pelas instituições que controlam e fiscalizam a mineração no Estado de Mato Grosso.

É do conhecimento de todos que compete a União legislar sobre as jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia. Resta aos estados e municípios legislar sobre a preservação ambiental nesses locais.

Em Mato Grosso esse controle compete a FEMA (Fundação Estadual do Meio Ambiente) a qual tem as atribuições de normatização, gestão e execução da Política Estadual do Meio Ambiente.

Esta atuação está representada pelo Licenciamento Ambiental, regulamentado pela Lei Complementar nº 38 de 21/11/1995, artigos 17 e 18:

“Art 17 – O licenciamento ambiental tem como objetivo disciplinar à implantação e funcionamento das atividades que utilizem recursos ambientais considerados efetiva ou potencialmente poluidoras ou degradadoras do meio ambiente.

“Art 18 – As pessoas físicas ou jurídicas, inclusive as entidades da admi-

nistração pública, que vierem construir, instalar, ampliar e funcionar no Estado de Mato Grosso, cujas atividades possam ser causadoras de poluição ou degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento ambiental.”

Existem três modalidades de licenças que são expedidas pela FEMA - MT:

Licença Prévia (LP) – é concedida na fase preliminar do planejamento da atividade e corresponde à fase de estudo para a localização do empreendimento, observado o plano municipal, estadual e federal de uso dos recursos naturais.

Licença de Instalação (LI) – é concedida para autorizar o início da implantação do empreendimento, de acordo com as especificações constantes do projeto executivo aprovado.

Licença de Operação (LO) – é concedida depois de cumpridas todas as exigências feitas por ocasião da expedição da LI, autorizando o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle ambiental, tudo em acordo com o previsto na LP e na LI.

3.4.3 – LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

3.4.3.1 – CONSTITUIÇÃO FEDERAL

“Art. 225 – Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida,

impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§2º. Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma de lei.”

3.4.3.2 – NORMAS FEDERAIS

Lei nº 4.771, de 15/09/1965. Institui o novo Código Florestal.

Lei nº 6.938, de 31/08/1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.

Resolução CONAMA nº 4, de 18/09/1985. Estabelece conceitos e definições sobre reservas ecológicas.

Resolução CONAMA nº 1, de 23/01/1986. Estabelece critérios básicos e diretrizes gerais para elaboração de relatório de impacto ambiental (RIMA).

Decreto nº 97.632, de 10/04/1989. Dispõe sobre a regulamentação do art. 2º inciso VIII, da Lei nº 6.938/81, instituindo o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

Decreto nº 97.656, de 12/04/1989. Cria o Parque Nacional da Chapada dos Guimarães no município homônimo, em Mato Grosso.

Decreto nº 99.274, de 06/06/1990. Regulamenta as Leis nºs 6.902/81 e 6.938/81, que dispõem, respectivamente, sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental e sobre a Política Nacional de Meio Ambiente.

Resolução CONAMA nº 8, de 06/12/1990. Estabelece normas específicas para o licenciamento ambiental das substâncias minerais das classes I, III, IV, V, VII, VIII e IX do Código de Mineração e estabelece ainda a licença ambiental para a extração de bens minerais com guias de utilização.

Resolução CONAMA nº 10, 06/12/1990. Estabelece critérios específicos para o licenciamento ambiental das substâncias minerais extraídas sob regime de licenciamento.

3.4.4 – LEGISLAÇÃO AMBIENTAL (ESTADO DE MATO GROSSO)

Resolução CONSEMA nº 03, de 04/03/87. Dispõe da suspensão da atividade garimpeira ilegal nos municípios de Poconé e Nossa Senhora do Livramento, pois estudos indicam que quantidades expressivas de mercúrio vem sendo lançados no ecossistema pantaneiro até que o CONDEMA se posicione conclusivamente sobre o assunto.

Resolução CONSEMA nº 30, de 11/07/1989. Relata a Instrução Técnica para Exploração de Areia e Cascalho nos Cursos D'Água no Estado de Mato Grosso.

Lei Estadual nº 7.803, de 18/07/1989. Altera a Lei nº 477/75 e revoga a Lei nº 6.535/78. Dispõe sobre a preservação da mata ciliar ao longo das drenagens e nascentes, bordas de tabuleiros e chapadas e propriedades rurais.

Portaria Estadual nº 017, de 18/01/1994. Dispõe que o licenciamento ambiental para lavra garimpeira será efetuado através das seguintes licenças obrigatórias: Licença Prévia – LP, Licença de Instalação – LI e Licença de Operação – LO.

Resolução CONSEMA nº 11, de 22/03/1995. Dispõe sobre o Licenciamento Simplificado para atividades mineradoras de pequeno porte.

Resolução CONSEMA nº 022, de 13/06/1995. Dispõe sobre as normas que disciplinam os procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos minerários de pequeno porte, que se enquadrarem no regime de permissão de lavra garimpeira e no regime de licenciamento (classe II).

Portaria Conjunta nº 003, de 29/06/1995. Dispõe sobre a criação de um Grupo de Trabalho com o objetivo de avaliar a situação dos órgãos e instrumentos existentes na área florestal, propondo diretrizes para a implementação da Política Florestal no Estado de Mato Grosso.

Lei Estadual Complementar nº 038, de 21/11/1995 – Código Estadual do Meio Ambiente:

“Art. 1º – Esta Lei Complementar, ressaltada a competência da União, institui o Código Ambiental do Estado de Mato Grosso e estabelece as bases normativas para a Política Estadual do Meio Ambiente.”

Portaria Estadual nº 049, de 15/03/1996. Dispõe sobre a renovação de Licença Minerária nos regimes de Permissão de Lavra Garimpeira, Licenciamento e Autorização/Concessão.

Portaria Estadual nº 129, de 01/11/1996. Estabelece as modalidades de Licenciamento ambiental para a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais.

Decreto Estadual nº 1.795, de 04/11/1997. Dispõe sobre a regulamentação do Sistema Estadual de Unidades de Conservação – SEUC, estabelecendo seus objetivos, normas para criação, implantação e gestão dos espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos.

Lei Estadual nº 6.945, de 05/11/1997. Dispõe sobre as normas e princípios que regerão a Política Estadual, o Gerenciamento e o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso.

Decreto Estadual nº 012, de 22/12/1999. Cria o Grupo Técnico Operacional de Ecoturismo – GTO/MT.

Decreto Estadual nº 790 de 06/03/1999. Regulamenta dispositivo do Código Estadual de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso:

“Art. 1º – A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadas de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores ou degradadores dependerão das seguintes licenças, que serão expedidas pela Fundação Estadual do Meio Ambiente, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis:

I - Licença Prévia (LP) – é concedida na fase preliminar do planejamento da atividade corresponde à fase de estudos para a localização do empreendimento, observados os planos municipais estaduais e federais de uso dos recursos naturais;

II - Licença de Instalação (LI) – é concedida para autorizar o início da implantação do empreendimento, de acordo com as especificações constantes do projeto executivo aprovado;

III - Licença de Operação (LO) – é concedida depois de cumpridas todas as exigências feitas por ocasião da expedição da LI, autorizando o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle ambiental, de acordo com o previsto nas Licenças Prévia (LP) e de Instalação (LI);

IV - Licença Ambiental Única (LAU) – é concedida nos termos do regulamento, autorizando localização, implantação e operação das atividades de desmatamento, exploração florestal e projetos agropecuários.”

Lei Estadual nº 7.153, de 21/07/1999. Altera a Lei Estadual nº 7.083 de 23/12/98. Dispõe sobre o valor da renovação da Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação.

Decreto Estadual nº 129, de 14/04/2000. Dispõe sobre a utilização e exploração das águas subterrâneas e institui o

Cadastro Estadual de Poços Tubulares de Captação de Águas Subterrâneas no estado de Mato Grosso.

“Art. 6º – É obrigatória a opção da licença da Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEMA, para qualquer obra de captação de água subterrânea, incluída em projetos, estudos e pesquisas.”

Decreto Estadual nº 1.470, de 09/06/2000. Dispõe sobre a criação do Parque Cidade Mãe Bonifácia (771.609m²).

Lei Estadual nº 7.330, de 27/09/2000. Dispõe sobre a aquisição de áreas dentro de Unidades de Conservação.

Resolução CONSEMA nº 13, de 27/08/2003. Dispõe sobre a dispensa de elaboração de EIA/RIMA as atividades de extração de substâncias minerais de acordo com os Anexos:

“ANEXO I

Art. 1º –

I - areias, cascalhos e saibros para utilização imediata na construção civil, no preparo de agregados e argamassas, desde que não sejam submetidos a processo industrial de beneficiamento, nem se destinem como matéria-prima à indústria de transformação;

II - rochas e outras substâncias minerais, quando aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões e afins;

III - argilas usadas no fabrico de cerâmica vermelha;

IV - rochas, quando britadas para uso imediato na construção civil e os calcários empregados como corretivo de solo na agricultura.

ANEXO II

Limites de exploração mineral que trata o Anexo I desta Resolução:

– 60.000m³/ano para as substâncias minerais definidas no inciso I;

– 10.000 m³/ano para as substâncias minerais definidas no inciso II;

– 20.000 m³/ano para as substâncias minerais definidas no inciso III;

– 240.000 m³/ano para as substâncias minerais definidas no inciso IV.”

Lei Estadual nº 8.097, de 25/03/2004. Dispõe sobre a administração e a conservação das águas subterrâneas de domínio do Estado e dá outras providências.

3.4.5 – NORMAS MUNICIPAIS

3.4.5.1 – GERENCIAMENTO URBANO DE CUIABÁ

Lei Complementar do Gerenciamento Urbano nº 004, de 24/12/1992:

“Art. 515 – A Política Municipal de Meio Ambiente deverá levar em conta as seguintes diretrizes gerais:

I - o desenvolvimento e a implementação de mecanismos, que garantam a integração dos diversos organismos da ação setorial do Município na consecução dos objetivos da Política;

V - o planejamento com formulação de estratégias para a preservação, conservação e recuperação do meio ambiente e gestão dos recursos ambientais de interesse local, bem como as diretrizes para seu detalhamento em planos setoriais e de acompanhamento e avaliação.

Art. 568 – Compete ao Poder Público Municipal:

II - elaborar o Plano Municipal dos Recursos Hídricos, observando o que dispõe o Plano Estadual e os consórcios de bacias hidrográficas, assim como seus respectivos planos de manejo;

V - registrar, acompanhar e fiscalizar as outorgas de uso ou derivação de recursos hídricos;

VI - exigir que a captação em cursos d’água para fins industriais seja feita a

jusante do ponto de lançamento dos efluentes líquidos da própria indústria, sendo proibido o despejo de qualquer substância poluente capaz de tornar as águas impróprias, ainda que temporariamente, para o consumo e utilização normais ou para sobrevivência das espécies.

Art. 570 – As edificações e/ou depósitos de unidades industriais, que armazenam substâncias capazes de causar riscos aos recursos hídricos, deverão ser localizados a uma distância mínima de 300m (trezentos metros) de corpos d’água em áreas urbanas e 1.000m (mil metros) em áreas rurais.

Art. 571 – As empresas que utilizam diretamente recursos hídricos, ficam OBRIGADAS a restaurar e a manter os ecossistemas naturais, conforme as condições exigíveis para o local, numa faixa marginal de 100 m (cem metros) dos reservatórios.

Art. 594 – A atividade minerária deverá ser desenvolvida mediante observância, dentre outras, das seguintes normas:

I - seus efluentes, quer oriundos da extração, lavagem, concentração ou beneficiamento, deverão apresentar qualidade compatível com a classificação do rio em cuja bacia a atividade se desenvolva;

II - observar o zoneamento das atividades minerárias, parte do zoneamento antrópico-ambiental;

III - do depósito e descarga de substâncias minerais dentro do território municipal, bem como de sua localização;

IV - de localização em função da demanda observada a necessidade de dragagem;

V - do transporte adequado das substâncias minerais dentro do território municipal.

Art. 595 – Quando se localizem nas proximidades de assentamentos urbanos e/ou lançarem suas águas servidas em cursos d’água, deverão automonitorar a qualidade de seus efluentes, das águas do curso receptor e seus padrões de emissão de gases, partículas e ruídos.”

3.4.6 – LEGISLAÇÃO MINERÁRIA

3.4.6.1 – CONSTITUIÇÃO FEDERAL

“Art. 22 – Compete privativamente a União legislar sobre:

XII - jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia.

Art. 176 – As jazidas em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem a União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.

§ 1º. A pesquisa e a lavra de recursos minerais e o aproveitamento dos potenciais a que se refere o *caput* deste artigo somente poderão ser efetuados mediante autorização ou concessão da União.”

3.4.6.2 – NORMAS FEDERAIS

Portaria MME nº 380, de 15/07/1943. Regulamenta a liberação de Guias de utilização pelo DNPM.

Portaria MME nº 380, de 17/07/1943. Estabelece as quantias máximas de minérios que podem ser explotadas através de Guia de Utilização.

Decreto-Lei nº 227, de 28/02/1967. Código de mineração alterado pela Lei nº 9.314, de 14/11/1996.

Decreto nº 62.934, de 02/07/1968. Regulamento do Código de Mineração

Portaria DG DNPM nº 117, de 17/07/1972. Estabelece instruções sobre os es-

tudo *in loco* de fontes de águas minerais ou potáveis de mesa como condição indispensável à aprovação do relatório final de pesquisa.

Instrução Normativa nº 8, de 22/11/1974. Estabelece instruções sobre a liberação de guias de utilização pelo DNPM.

Portaria DG DNPM nº 124, de 13/09/1976. Torna obrigatório a formulação de requerimento de autorização de pesquisa em formulário padronizado.

Lei nº 6.567, de 24/09/1978. Dispõe sobre o regime de licenciamento e dá outras providências.

Portaria DG DNPM nº 148, de 27/10/1980. Regulamenta a Lei nº 6.567/78, que dispõe sobre o regime de licenciamento.

Portaria DG DNPM nº 143, de 27/05/1982. Dispõe sobre a protocolização de requerimento de autorização de pesquisa e de registro de licença.

Portaria DG DNPM nº 103, de 17/05/1983. Torna obrigatória a apresentação da anotação de responsabilidade técnica para os casos que especifica.

Portaria DG DNPM nº 68, de 19/03/1984. Trata da instrução do processo judicial de avaliação dos danos, para ingresso na área de pesquisa e do fornecimento ao juiz de direito da comarca, dos elementos essenciais para o referido procedimento.

Portaria DG DNPM nº 269, de 28/08/1986. Estabelece instruções para o aditamento de novas substâncias à concessão de lavra.

Portaria DG DNPM nº 315, de 02/10/1986. Conceitua cerâmica vermelha em razão da Lei nº 6.567/78.

Lei nº 7.805, de 18/07/1989. Extingue o regime de matrícula, cria o regime de permissão de lavra garimpeira e penalidades para a prática de lavra clandestina.

Decreto nº 98.812, de 09/01/1990. Regulamenta a Lei nº 7.805, de 18/07/1989, que institui o regime de lavra garimpeira, cria penalidades para a prática

de lavra clandestina de minérios e extingue o regime de matrícula.

Portaria DG DNPM nº 71, de 31/05/1990. Dispõe sobre a dispensa aos titulares de alvarás de pesquisa de apresentarem o documento intitulado "Síntese do Relatório de Pesquisa".

Portaria DG DNPM nº 10, de 25/07/1991. Regulamenta os procedimentos para habilitação de outorga de permissão de lavra garimpeira e dá outras providências.

Lei nº 8.901, de 30/06/1994. Altera os critérios de pagamento de indenização ao superficiário e redefine o que é Empresa de Mineração.

Lei nº 8.932, de 24/01/1995. Dá nova redação ao artigo 1º da Lei nº 6.567/78, permitindo a utilização dos minerais da classe II, argila para cerâmica vermelha e calcário para corretivo de solo, pelo regime de autorização e de concessão.

Portaria DG DNPM nº 257, de 16/11/1995. Uniformiza em todos os estados do País os procedimentos para outorga de permissão de lavra garimpeira.

Portaria DG DNPM nº 456, de 21/10/1996. Disciplina o funcionamento do protocolo do DNPM, a protocolização de documentos e estabelece as faixas numéricas dos processos, por Distrito.

Portaria DG DNPM nº 15, de 13/01/1997. Trata do memorial descritivo das áreas requeridas para pesquisa e das "plantas" de situação.

Portaria DG DNPM nº 16, de 13/01/1997. Trata das áreas máximas autorizadas para pesquisas.

Portaria MME nº 12, de 16/01/1997. Estabelece condições para a disponibilidade de áreas para pesquisa ou lavra.

Portaria MME nº 13, de 16/01/1997. Estabelece os valores e condições para o recolhimento da taxa anual de vida por hectare e revoga a Portaria nº 663/90.

Portaria DG DNPM nº 22, de 16/01/1997. Estabelece condições para renúncia ao alvará de pesquisa.

Portaria DG DNPM nº 23, de 16/01/1997. Estabelece condições para a prorrogação do prazo de autorização de pesquisa.

Portaria DG DNPM nº 71, de 19/02/1997. Estabelece as regras e os critérios para habilitação, julgamento e apresentação de recursos para pesquisa ou lavra em áreas em disponibilidade, nos termos do artigo 26 do Código de Mineração.

Decreto nº 3.358, de 02/02/2000. Regulamenta o disposto na Lei nº 9.827, de 27 de agosto de 1999, que “acrescenta parágrafo único ao art. 2º do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, com a redação dada pela Lei nº 9.314, de 14 de novembro de 1996”:

“Condições de Extração

Art. 2º – A extração de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil, definidas em portaria do Ministro de Estado de Minas e Energia, por órgãos da administração direta e autárquica da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, para uso exclusivo em obras públicas por eles executadas diretamente, depende de registro no Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, autarquia vinculada ao Ministério de Minas e Energia, na forma do disposto neste Decreto.”

Portaria DG DNPM nº 222, de 28/07/1997. Dispõe sobre as “Especificações Técnicas para o Aproveitamento das Águas Minerais e Potáveis de Mesa”.

Portaria DG DNPM nº 248, de 04/09/1997. Dispõe sobre a fixação de limite da jazida ou mina em profundidade por superfície horizontal.

Portaria DG DNPM nº 231, de 07/08/1998. Regulamenta as Áreas de Proteção das fontes de águas minerais.

Portaria DG DNPM nº 56, de 26/02/1999. Aprova os modelos de formulários do Relatório Anual de Lavra.

Portaria DG DNPM nº 158, de 17/06/1999. Aprova as fichas de registro de apuração da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM.

Portaria DG DNPM nº 362, de 14/10/1999. Altera o inciso II da Portaria nº 22 de 16/01/1997.

Portaria DG DNPM nº 419, de 23/11/1999. Estabelece as regras e os critérios específicos para habilitação, julgamento, bem como apresentação de recursos, em decorrência de despacho declaratório de disponibilidade de áreas desoneradas, nos termos do art. 26, e dos Editais de Disponibilidade de áreas, mencionados nos arts. 32 e 65, § 1º, respectivamente, do Código de Mineração.

Portaria DG DNPM nº 40, de 11/02/2000. Revê limites máximos de áreas para pesquisa mineral.

Portaria DG DNPM nº 251, de 01/11/2001. Dispõe sobre áreas postas em disponibilidade.

Decreto de 09/07/2002. Cria Grupo Executivo destinado a promover ações de integração entre a pesquisa e a lavra de águas minerais termais, gasosas, potáveis de mesa ou destinadas a fins balneários e a gestão de recursos hídricos, e dá outras providências.

Portaria DG DNPM nº 367, de 04/09/2003. Dispõe sobre a regulamentação do art. 22, § 2º do Código de Mineração, que trata da extração de substâncias minerais antes da outorga de concessão de lavra.

Portaria DG DNPM nº 19, de 12/01/2004. Institui a nova versão do Relatório Anual de Lavra – RAL em meio eletrônico (RAL 2004), de uso obrigatório e exclusivo para a declaração dos dados referentes ao Ano-Base 2003 pelos detentores de Títulos de Lavra ou por seus arrendatários, bem como titulares de Alvarás de Pesquisa objetos de Guia de Utilização vigentes no Ano-Base 2003.

Portaria DG DNPM nº 178, de 13/04/2004. Estabelece o procedimento para

outorga e transformação do Regime de Permissão de Lavra Garimpeira.

Portaria DG DNPM nº 323, de 16/09/2004. Dispõe sobre a atualização do Manual de Procedimentos para Cobrança da Taxa Anual por Hectare.

Decreto de 17/09/2004. Cria Grupo Operacional para coibir a exploração mineral em terras indígenas, e dá outras providências.

Portaria DG DNPM nº 11, de 17/01/2005. Estabelece procedimentos gerais para a apresentação do Relatório Anual de Lavra – RAL.

Portaria DG DNPM nº 201, de 28/07/2005. Dispõe sobre o estudo de exequibilidade técnico-econômica da lavra.

3.4.7 – COMPENSAÇÃO FINANCEIRA PELA EXPLORAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS

3.4.7.1 – CONSTITUIÇÃO FEDERAL

“Art. 20 –

§ 1º. É assegurada, nos termos da lei, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, bem como aos órgãos da administração direta da União, participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para o fim de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração.”

3.4.7.2 – NORMAS FEDERAIS

Lei nº 7.990, de 28/12/1989. Institui a compensação financeira pela exploração de recursos minerais (CFEM).

Lei nº 8.001, de 13/03/1990. Define os percentuais de distribuição da compensação financeira pela exploração de recursos minerais (CFEM).

Decreto nº 1, de 11/01/1991. Regulamenta o pagamento da compensação financeira pela exploração de recursos minerais (CFEM).

Portaria DG DNPM nº 6, de 21/03/1991. Aprova o modelo da guia de recolhimento para a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM).

Portaria DG DNPM nº 157, de 17/06/1999. Disciplina a compensação do pagamento indevido ou a maior da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM.

Portaria DG DNPM nº 175, de 02/07/1999. Regulamenta o recolhimento da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM, para substâncias oriundas do Regime de Permissão de Lavra Garimpeira.

Portaria DG DNPM nº 136, de 11/07/2001. (Texto Completo e o Manual de Procedimentos). Aprova a Segunda Atualização do Manual de Procedimentos de Arrecadação e Cobrança da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM.

Decreto nº 3.866, de 17/07/2001. Regulamenta o inciso II-A do § 2º do art. 2º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, e a Lei nº 9.993, de 24 de julho de 2000, no que destina recursos da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais para o setor de ciência e tecnologia.

Portaria DG DNPM nº 353, de 14/08/2003. Aprova o modelo da Guia de Recolhimento para pagamento da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM, regula a disponibilização da guia de recolhimento via internet, e dá outras providências.

Portaria DG DNPM nº 439, de 25/11/2003. Dispõe sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM).

Portaria DG DNPM nº 304, de 09/12/2004. Atualiza os valores em Real de emolumentos, taxa anual por hectare e multas, e estabelece os valores de serviços prestados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral.

3.5 – BIBLIOGRAFIA

- FAGUNDES, R. P. & VEIGA, A. T. C. Diretrizes para prospecção e pesquisa de mineralizações auríferas na Baixada Cuiabana, MT. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE*, 3, Cuiabá, 1991. *Anais...* Cuiabá, SBG, 1991, p. 73-83.
- GAMBIER, J. L. C. Controle Estrutural do Depósito Aurífero da Fazenda Salinas, Poconé – MT. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 40, Belo Horizonte. 1998. *Anais...* Belo Horizonte, SBG.
- LACERDA FILHO, J. V. de. *et al.* Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso. Goiânia, CPRM. 2004 (Convênio CPRM/SICME). 200p. , il.
- LUZ, J. da; OLIVEIRA, A. de M.; SOUZA, J. O.; MOTTA, J. F. M.; TANNO, L. C.; SOUZA, N. B. de; ABREU FILHO, W. *Projeto Coxipó. Relatório Final*. Goiânia: CPRM, 1980, v.1. 136p. (Convênio DNPM/CPRM).
- QUADROS, A. P. & PAES DE BARROS, M. V. Os depósitos de argila da Baixada Cuiabana – Aspectos Técnicos. *In: Minerais e Rochas Industriais e o Uso e Ocupação de Solo em Mato Grosso*. Cuiabá, 2005, p. 27-34.
- SILVA, C. H. *Caracterização Estrutural de Mineralizações Auríferas do Grupo Cuiabá. Baixada Cuiabana (MT)*. 1999, 134p. Dissertação de Mestrado . Universidade do Estado de São Paulo. IGCE/UNESP, 1999.
- SILVA, C. H.; SIMÕES, L. S. A.; RUIZ, A. S. Caracterização Estrutural dos Veios Auríferos na Região de Cuiabá – MT. *Rev. Bras. Geociências*, v. 32, n. 4, p. 407-418, 2002.
- SILVA, C. H.; SIMÕES, L. S. A.; RUIZ, A. S. Mineralização de Ouro em Veios de Quartzito no Garimpo do Abdala, Baixada Cuiabana – MT. *SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE*, 8, Cuiabá, 2003. *Boletim de Resumos...* Cuiabá, SBG, 2003, p. 72-73.
- SINGULANE, L. M. de C. & PAES DE BARROS, M. V. Aspectos Ambientais na Exploração Mineral de Agregados na Baixada Cuiabana e Entorno. *In: Minerais e Rochas Industriais e o Uso e Ocupação de Solo em Mato Grosso*. Cuiabá, 2005, p. 16-26.
- SOUZA, N. B. Principais depósitos de ouro do Estado de Mato Grosso. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 35, Belém, 1988. *Anais...* Belém, SBG, 1988, v. 1, p. 116-129.

4 – FORMAÇÕES SUPERFICIAIS

SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO

4.1 – INTRODUÇÃO

As Formações Superficiais são de suma importância quando do planejamento territorial, tanto do ponto de vista geológico quanto do geomorfológico, pois suas características físicas e geodinâmicas ajudam sobremaneira na definição, delimitação e potencialidade de cada tipo litológico e sua utilização.

Na área foram caracterizados cinco domínios:

- a) Residual de metassedimentos do Grupo Cuiabá;
- b) Residual de sedimentos da Bacia do Paraná;
- c) Residual da Formação Pantanal;
- d) Domínio das Coberturas Detrito-late-
ríticas, que mostram duas gerações distintas, uma de idade terció-
quaternária, correlacionável à Superfície de
Aplainamento Sul-Americana de King
(1956) e uma quaternária provavel-
mente correlacionável ao Ciclo Velhas
do mesmo autor; e,
- e) Domínio da Formação Pantanal e Alu-
viões Recentes.

Cada um desses domínios foi analisado separadamente, com vistas as ações de planejamento público, considerando-se as potencialidades para ocupação urbana, uso agropecuário, implantação de obras viárias e disposição de rejeitos.

4.2 – DEFINIÇÃO E ANÁLISE TEÓRICO-CONCEITUAL

Geólogos e geógrafos normalmente utilizam a terminologia “Formação Superficial” para caracterizar a cobertura de material decomposto sobreposto às rochas sãs podendo ser autóctone ou alóctone.

Os solos residuais e saprólitos intemperizados *in situ* são caracterizados como de origem autóctone.

Na área do projeto foram definidas como autóctonas as formações superficiais originadas da alteração *in situ* de diversas litologias, sendo representadas por solos residuais de metassedimentos do Grupo Cuiabá e sedimentos da Bacia do Paraná.

Quando esse manto de alteração sofre transporte pela ação de processos erosivo-deposicionais, vão formar as coberturas alóctones (solos transportados). Os processos gravitacionais (movimentos de massa *latu sensu*) são os mais marcantes neste contexto e tendem a gerar depósitos de tálus, colúvios e cones de dejeção.

Já os processos hidro-erosivos (erosão laminar, ravinamentos e voçorocamentos) produzem rampas elúvio-coluvionares, leques aluviais e planícies fluviais. Na região foram detectadas três formações superficiais alóctones: uma desenvolvida em rochas da Bacia do Paraná; as Aluviões Recentes e as aluviões da Formação Pantanal.

Os processos químico-pedológicos também colaboraram na constituição das formações superficiais, interferindo na gênese das Coberturas Detrito-lateríticas. Na área foram definidas duas gerações de coberturas lateríticas: uma de idade terció-quadernária, correlacionada a Superfície Sul-Americana de King (1956); e outra de idade quadernária, provavelmente correlacionável ao Ciclo Velhas do mesmo autor.

Por último, foram caracterizadas também as áreas onde predominam as rochas aflorantes (solos delgados ou retirados por fenômenos erosivos, expondo assim o saprólito ou a rocha sã.

4.3 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS DOMÍNIOS

Como dito anteriormente, foram observados na área cinco domínios principais cada um com suas características próprias: Residual de Metassedimentos do Grupo Cuiabá; Residual de Sedimentos da Bacia do Paraná; Residual da Formação Pantanal; Coberturas Detrito-lateríticas; e, Domínio das Aluviões recentes.

O Domínio Residual de Metassedimentos do Grupo Cuiabá caracteriza-se

por um relevo colinoso acentuado nas proximidades da escarpa da Chapada dos Guimarães tendendo ao aplainamento na região da Baixada Cuiabana, em direção ao Pantanal Mato-grossense, com solos rasos, com espessura de 0,5 a no máximo 2m, com textura argilo-arenosa, contendo fragmentos de quartzo de veios, e baixa permeabilidade. Onde predomina a Subunidade 5 os solos são menos espessos (inferior a 1 metro), com textura argilo-arenosa e pedregosos devido a desagregação de veios de quartzo. Constituem áreas onde o ouro foi intensamente explorado na Baixada Cuiabana, como por exemplo no garimpo do Jatobá e na mina Cidade de Pedra.

O Domínio Residual da Bacia do Paraná caracteriza-se por um relevo escarpado onde predominam os arenitos do Grupo Rio Ivaí e formações Furnas e Botucatu, e tabular onde ocorrem os siltitos da Formação Ponta Grossa.

Os solos originados das litologias do Grupo Rio Ivaí, caracterizam-se por serem autóctones, de textura arenosa, com fragmentos e seixos de quartzo leitoso, pouco espessos e permeáveis. Os solos oriundos da Formação Furnas originaram-se da desagregação dos arenitos que formam a escarpa da Chapada dos Guimarães e foram depositados sobre rochas do Grupo Cuiabá que ocorrem no sopé da escarpa, são alóctones mas com pouquíssimo transporte, podendo ser considerados autóctones. Em geral são pouco expressivos, de textura arenosa e bastante permeáveis, o mesmo ocorrendo com os solos da Formação Botucatu. Onde predominam os siltitos da Formação Ponta Grossa, o relevo é aplainado, com solos pouco espessos, de textura silto-arenosa, poucos permeáveis e geralmente lateritizados.

O Domínio da Formação Pantanal restringe-se a parte oeste da área, às margens dos rios Cuiabá e Aricá-Açu, for-

mando verdadeiras “ilhas” entre as Aluviões Recentes e os solos da Subunidade 5 do Grupo Cuiabá. Em geral são solos de pequena espessura, relevo plano, areno-argilosos inconsolidados, de cor cinza, sem estruturas sedimentares e bastante permeáveis.

As Coberturas Detrítico-lateríticas ocorrem tanto no topo da Chapada dos Guimarães sobre as rochas da Formação Ponta Grossa, com na Baixada Cuiabana sobre litologias do Grupo Cuiabá.

O domínio de menor relevância é o das Aluviões Recentes, sendo que as áreas mais expressivas localizam-se ao longo dos rios Cuiabá e Aricá-Açu.

Por fim devemos considerar as extensas áreas onde predominam as rochas ou saprólitos aflorantes que ocupam mais da metade da área. Consistem em terrenos de colinas dissecadas (Baixada Cuiabana) ou áreas serranas (Chapada dos Guimarães), com intensa atuação dos processos morfogênicos, com solos finos ou decepados por fenômenos erosivos, expondo o saprólito (Horizonte C) ou mesmo a rocha sã.

4.4 – OCUPAÇÃO URBANA

4.4.1 – CARACTERÍSTICAS A SEREM OBSERVADAS

Na implantação de projetos e planos diretores urbanos é primordial que os planejadores mesmo contemplando a baixa fragilidade dos terrenos dos diversos domínios para a ocupação urbana, considerem ainda que:

- onde predominam os metassedimentos do Grupo Cuiabá, as rochas apresentam maior resistência ao intemperismo químico e os solos são pouco profundos e o relevo é constituído por colinas e morros dissecados. Quanto mais próximo da escarpa da Chapada dos Guimarães menos dissecado e mais

colinoso o relevo (subunidades 6 e 7 do Grupo Cuiabá). Quanto mais próximo do Pantanal Mato-grossense, mais dissecado e aplainado (subunidades 5, 4 e 3 do Grupo Cuiabá na Baixada Cuiabana). Em geral os solos apresentam espessura entre 0,5 e 2m, sendo muito argilosos e micáceos com fragmentos angulosos de quartzo leitoso, oriundos da desagregação dos veios de quartzo que cortam as litologias desse grupo, a permeabilidade é baixa o que favorece a dissecação fluvial e a erosão laminar. A fragilidade nas proximidades da escarpa é moderada tendendo a baixa na Baixada Cuiabana.

- no Domínio dos sedimentos arenosos da Bacia do Paraná (Grupo Rio Ivaí e formações Furnas e Botucatu), o relevo é escarpado, com solos praticamente inexistentes, com exceção da Formação Botucatu. A fragilidade é muito alta, e sujeito a quedas por deslizamento, erosão e voçorocamento. Na Formação Botucatu, no topo da serra, ocorre solo arenoso, bastante poroso, de fácil corte, constituindo área de recarga de aquíferos e por isso devem ser tratados com muito cuidado para não servir de condutor da poluição para a água subterrânea. Devido a alta permeabilidade, a construção de fossas certamente irá colocar os detritos em contato direto com as águas do subsolo. Por serem sedimentos pouco consolidados, as edificações de qualquer tipo poderão sofrer trincamento e desestabilização das fundações devido a compactação dos sedimentos.
- no topo da Chapada dos Guimarães onde afloram os siltitos da Formação Ponta Grossa, o terreno é plano, bastante impermeável e apresenta fragilidade baixa, caracterizando terrenos estáveis em seu estado natural.
- no Domínio da Formação Pantanal, os solos são pouco espessos, pouco con-

- solidados, de fácil corte, bastante permeáveis, constituindo-se em áreas de recarga do aquífero fraturado subjacente e por isso devem ser utilizados com cuidado para não contaminar o aquífero.
- o Domínio das Coberturas Detrítico-lateríticas subdivide-se em dois subdomínios – o primeiro ocorre sobre as litologias da Formação Ponta Grossa no topo da Chapada dos Guimarães, e embora sejam terrenos estáveis em seu estado natural, a retirada da crosta laterítica pode desestabilizar o perfil do solo principalmente porque sotoposto a ele ocorrem arenitos muito porosos e friáveis, o que com certeza, acarretará problemas erosionais, com formação de voçorocas e conseqüente deslizamentos e desmoronamentos da escarpa da serra; o segundo, subdomínio das lateritas, ocorre sobre as litologias do Grupo Cuiabá na Baixada Cuiabana, é menos susceptível a cataclismos pois forma terrenos aplainados, com baixa declividade e solos bastante drenados e permeáveis, devendo-se no entanto tomar cuidado para não contaminar o aquífero fraturado subjacente.
- mais núcleos urbanos localizam-se às margens do rio Cuiabá, onde existe então alta susceptibilidade de contaminação das águas do rio.
- esgotos lançados diretamente (sem tratamento) na rede de drenagem (ex.: Cuiabá e Várzea Grande).
 - lixões e cemitérios situados em locais inadequados próximos às drenagens e residências. Disposição de lixo a céu aberto próximo às drenagens, favorecendo o espalhamento da contaminação durante as enxurradas (ex.: lixão de Várzea Grande e de Nossa Senhora do Livramento).
 - fossas domésticas construídas em locais inadequados provocando contaminação do lençol freático e provocando doenças na população (ex.: Santo Antônio de Leverger e Nossa Senhora do Livramento).
 - crescimento desordenado de Cuiabá e Várzea Grande, sem um estudo prévio do terreno, com conseqüência danosa à flora, à fauna e, principalmente, às nascentes de drenagens formadoras das áreas de captação de águas para o abastecimento desses municípios.

4.4.2 – PROBLEMAS CONSTATADOS

Com relação a urbanização das sedes municipais situadas dentro dos limites da área do projeto destacam-se os seguintes problemas:

- processos erosivos e de assoreamento de drenagens devido a eliminação da vegetação e cobertura laterítica por conta de obras de terraplanagem para loteamentos sem o cuidado de medidas preventivas.
- poluição das águas superficiais e subterrâneas devido a falta de saneamento básico e por fossas em contato com o lençol freático. Com exceção da cidade de Chapada dos Guimarães, os de-

4.4.3 – RECOMENDAÇÕES

Em geral a área do projeto apresenta características favoráveis do meio físico para o adensamento urbano, desde que sejam tomados cuidados tais como:

- preservação das áreas de fundo de vales, destinando-as como áreas de lazer.
- preservação da vegetação das margens das drenagens, com isso evitando o assoreamento das mesmas.
- manter limpo de entulhos o leito do rio Cuiabá, diminuindo assim o risco de enchentes e contaminação da ictiofauna.
- controlar e fiscalizar a construção de fossas sépticas para que não contami-nem o lençol freático.

- evitar a edificação em encostas de colinas e morros, principalmente nas proximidades da escarpa da Chapada dos Guimarães.
 - proibir o desenvolvimento de garimpos nas proximidades da área de urbanização, pois os “buracos” já existentes, por si só, já impossibilitam a urbanização desses terrenos.
 - proteger e manter livres as áreas de recarga dos aquíferos subterrâneos, evitando a impermeabilização excessiva que impede a percolação das águas.
 - controlar e fiscalizar a execução de poços profundos que possam vir a contaminar os aquíferos.
 - realizar estudos geotécnicos nas obras que necessitem de fundações e escavações profundas.
 - a região da Chapada dos Guimarães deve ser destinada exclusivamente para a preservação ambiental e atividades de ecoturismo. A região, devido a seus inúmeros atrativos naturais (cachoeiras, cavernas, monumentos geológicos, flora, fauna, beleza cênica), tem grande potencial turístico. A criação da APA e do Parque da Chapada dos Guimarães foi um grande passo para o desenvolvimento turístico da região.
- solos são pobres em nutrientes. Estas áreas devem ser destinadas a preservação ambiental.
- nos locais onde predominam as demais subunidades (3, 4, 5 e 6) os solos também são rasos, litólicos, argilo-arenosos e com muitos fragmentos de quartzo oriundos dos veios de segregação, muita mica, ferruginosos. O relevo é colinoso a aplainado, mas devido a sua pobreza em nutrientes, pequena espessura e quantidade de fragmentos de quartzo, não são favoráveis à agricultura, podendo no entanto serem utilizados para a pecuária.
 - no Domínio dos sedimentos da Bacia do Paraná onde predominam as rochas do Grupo Rio Ivaí e formações Furnas e Botucatu, onde o relevo é escarpado e verticalizado é impossível a prática da agropecuária. São áreas que devem ser destinadas exclusivamente a proteção ambiental. Na zona de contato entre as rochas das Formações Furnas e Botucatu, ocorre uma mistura de solo oriundo da desagregação dos arenitos dessas duas formações, sendo que no local está sendo implantado um programa de reflorestamento por eucaliptos. Já onde ocorre o solo do Grupo Rio Ivaí, no contato com o Grupo Cuiabá, o relevo é colinoso acentuado, o solo muito arenoso, contendo seixos de quartzo, raso e pobre em nutrientes, sendo que sua melhor utilização é para a pecuária. No topo da Chapada, onde ocorre o arenito da Formação Botucatu, o relevo é plano e, a partir da desagregação dessa litologia, forma-se um solo arenoso, vermelho, muito poroso, pouco compactado, de baixa pedregosidade, facilmente manuseável por maquinário e portanto favorável à agricultura mecanizada, o que inicialmente foi feito, porém, com a criação da APA da Chapada dos Guimarães, esta área foi desapropriada e atualmente a vegetação

4.5 – USO AGROPECUÁRIO

Para a implantação de projetos agropecuários os planejadores devem levar em consideração cada tipo de solo, caracterizando sua fragilidade. Na área do projeto devem ser considerados os seguintes aspectos:

- no Domínio dos metassedimentos do Grupo Cuiabá, principalmente nas proximidades da Chapada dos Guimarães, onde aflora a Subunidade 7, a declividade é alta, os solos são pouco espessos e a freqüente presença de blocos e matacões rolados da serra, tornam impraticável a agricultura, além disso os

nativa está em franca recomposição.

- nas áreas onde predominam os siltitos da Formação Ponta Grossa, os solos são argilo-arenosos, pouco profundos, normalmente laterizados, com relevo aplainado e são favoráveis a agricultura mecanizada.
- no Domínio da Formação Pantanal pode-se observar as seguintes condições:
 - devido a baixa declividade, solos pouco compactados e de baixa pedregosidade, as áreas desse domínio são facilmente manuseáveis por maquinários e portanto favoráveis a prática da agricultura mecanizada.
 - os terrenos apresentam permeabilidade alta e o solo é areno-argiloso empobrecido em nutrientes e em alguns locais está laterizado.

4.5.1 – PROBLEMAS CONSTATADOS

Como a área não é muito utilizada para a agricultura, os problemas constatados com relação ao uso agropecuário dos solos não são muito relevantes. Assim, observou-se que:

- no Domínio dos siltitos da Formação Ponta Grossa, já fora da área do projeto, pratica-se intensamente o cultivo da soja, com aplicação intensiva de adubos e defensivos altamente poluentes. Este domínio pelas suas características topográficas apresenta alta favorabilidade à recarga dos aquíferos locais. Essas águas com certeza carregam alta taxa de poluentes agrícolas podendo contaminar o lençol freático e a rede de drenagem.
- as queimadas, muito comuns nos períodos mais secos, realizadas sem os devidos cuidados, como a ausência de aceiros, tornam-se um agente degradador do meio ambiente, com impactos não apenas locais mas também regionais.

4.5.2 – RECOMENDAÇÕES

Apesar de a área não ser muito utilizada para a agricultura, sendo mais apropriada para a pecuária, mesmo assim recomenda-se que:

- observar o grau de interferência da atividade agrícola (soja na Chapada dos Guimarães) na qualidade das águas e tomar medidas que controlem o uso excessivo de adubos e defensivos poluentes.
- incentivar o reflorestamento, pastagens e sítios de lazer em regiões em que a poluição possa afetar a população.
- exigir que seja preservada a vegetação primária ainda existente nas margens das drenagens e reflorestar com espécies nativas, aquelas já desmatadas, pois elas funcionam como barreiras naturais para a contenção do fluxo de sedimentos e da poluição dos mananciais hídricos superficiais.
- exigir a utilização de técnicas conservacionistas dos solos, visando diminuir o fluxo de sedimentos para as drenagens e o depauperamento dos solos.
- instruir a população rural para que conservem as áreas com declives mais acentuados para a preservação ambiental.
- realizar campanhas educativas visando a alertar e ensinar a população rural sobre a fragilidade e a importância ambiental e hidrológica da região.
- nas regiões de terrenos com declividade mais acentuada (bordas da Chapada), onde há a possibilidade de movimentos de massa, coibir sua utilização para a agropecuária, e se não for possível, planejar e restringir a utilização a pequenas parcelas associadas aos sopés das encostas e fundos de vales, adotando técnicas que minimizem os problemas de erosão.
- controlar, fiscalizar, coibir e exigir cuidados especiais nas queimadas.

- fiscalizar e controlar o uso das margens do rio Cuiabá, com vistas a preservação de suas praias e seus pesqueiros.

4.6 – IMPLANTAÇÃO DE OBRAS VIÁRIAS

Quando da elaboração de projetos que visem a implantação de obras viárias, os planejadores devem considerar as características do meio físico de cada domínio e levar em consideração o seguinte:

- prever dificuldades na operação de maquinários no Domínio dos sedimentos da Bacia do Paraná, Formação Ponta Grossa, onde o solo é silto-argiloso, muito aderente e plástico, devido ao emplastamento.
- nas regiões da Baixada Cuiabana e no topo da Chapada dos Guimarães, onde predomina um terreno colinoso muito suave a aplainado, com baixos desníveis altimétricos e por isso com baixo potencial para movimentos de massa, é bem menor a necessidade de aterros, pontes, cortes de taludes e portanto são regiões favoráveis à implantação de obras viárias.
- nas proximidades da escarpa da serra onde o relevo é colinoso acentuado, a declividade é alta com altos desníveis altimétricos, devendo-se considerar que são terrenos instáveis e sujeitos a grandes movimentações de massa. Este risco aumenta nas zonas tectonizadas, nas proximidades da escarpa e nas zonas com alta densidade de planos estruturais verticalizados (fraturas e foliações metamórficas). Esses terrenos possuem características que favorecem os processos de deslizamentos e, portanto, os cortes de obras viárias devem ser ortogonais às direções desses planos. Ainda nesses terrenos a existência de vales profundos lhes conferem alto potencial erosivo e para a implantação de obras

viárias serão necessários grande número de canais de drenagem, aterros e obras de contenção de encostas, o que implica em dificuldades operacionais e grandes gastos. Por esses motivos deve-se evitar a implantação de obras nesses locais.

- como os solos no Domínio dos metasedimentos do Grupo Cuiabá, na região da Baixada Cuiabana, são pouco espessos, deve-se prever a necessidade de cortes em rochas de difícil desmonte.
- os cascalhos originados pela desagregação de veios de quartzo da Subunidade 5 do Grupo Cuiabá servem como matéria-prima para a construção de aterros e encascalhamento de rodovias, o mesmo ocorrendo com as coberturas lateríticas existentes na área.
- nas áreas onde predomina a Formação Pantanal os solos são bastante friáveis e pouco compactados, e a infiltração da água das chuvas poderá acarretar pequenos colapsos, ruptura de taludes e ravinamento.

4.6.1 – PROBLEMAS CONSTATADOS

Os impactos negativos observados devido à implantação de obras viárias, sem ter sido consideradas as características do meio físico foram:

- deslizamento de taludes em cortes de estrada em razão da falta de obras de revestimento.
- rompimento de rodovias por enxurradas no período das chuvas devido ao mau dimensionamento do escoamento das águas.
- voçorocamento nas encostas devido à concentração de águas de escoamento superficial.
- retirada inadequada de material de empréstimo (cascalhos) e abandono do local sem obras de proteção contra a erosão provocam escorregamentos e entulhamento dos vales.

- pontes danificadas devido à acomodação de blocos e à força das águas no período das chuvas.

4.6.2 – RECOMENDAÇÕES

Para que os problemas acima citados não ocorram durante a implantação de obras viárias na região ora em estudos, recomenda-se:

- sejam evitados cortes em locais que exponham a transição solo/rocha.
- analisar com cuidado as zonas de movimentação tectônica (falhas, fraturas), pois são regiões instáveis e podem constituir-se em planos de deslizamentos.
- o traçado das rodovias deve ser planejado de acordo com o relevo, evitando-se que as rampas contenham solos coluvionares.
- realizar estudos geológicos e geotécnicos detalhados que informem as condições subterrâneas do terreno.
- procurar minimizar ou mesmo eliminar os efeitos do escoamento das águas superficiais (erosão), colocando uma cobertura vegetal adequada nos locais atingidos.
- dimensionar corretamente as obras de arte, principalmente pontes e manilhas de escoamento das águas pluviais, pois no período chuvoso as corredeiras são muito fortes e transportam muito material rochoso e troncos.
- procurar evitar a construção de obras de cortes, aterros e terraplanagem no período chuvoso.
- drenar os taludes com surgências de água para melhorar a estabilidade dos mesmos.
- revestir as obras de terraplanagem, cortes e aterros logo após a sua execução.
- nas regiões onde ocorrem os metassedimentos do Grupo Cuiabá, evitar o traçado em posição desfavorável em relação aos planos estruturais.

- não usar o material de alteração dos metassedimentos para aterros, pois é um material muito rico em micas.

4.7 – DISPOSIÇÃO DE REJEITOS SÓLIDOS

4.7.1 – SITUAÇÃO ATUAL

4.7.1.1 – CUIABÁ

Na cidade de Cuiabá o lixo produzido, aproximadamente 300 toneladas dia, é depositado em um aterro sanitário construído em uma área de 14ha cuja base é revestida por uma manta de poliuretano para reter o chorume, o qual, após ser drenado, é conduzido às lagoas de tratamento e posteriormente escoado para as drenagens próximas.

A área situa-se em antigas “cavas” de garimpos em zona de rocha bastante fraturada, exigindo cuidados extremos para não contaminar o aquífero tanto superficial como subterrâneo.

4.7.1.2 – SANTO ANTÔNIO DE LEVERGER

Em Santo Antônio de Leverger não existe local adequado para a implantação de um aterro sanitário, pois a cidade situa-se muito próxima ao rio Cuiabá e o lençol freático é quase aflorante. Devido a isso, os resíduos sólidos produzidos (em torno de uma tonelada por dia) são despejados no aterro sanitário de Cuiabá, distante 50km, o que torna o custo bastante elevado, porém é a melhor solução para o município.

4.7.1.3 – VÁRZEA GRANDE/NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO

Várzea Grande não tem aterro sanitário, o lixo produzido é lançado em um “lixão” a céu aberto localizado no muni-

cípio vizinho de Nossa Senhora do Livramento, porém administrado pela prefeitura de Várzea Grande. Quando de nossa visita ao local constatamos que o lixo era amontoado de qualquer maneira, sem cuidado nenhum, em uma área situada próxima a drenagens. No local existiam inúmeros catadores de lixo, inclusive crianças, vivendo em condições imundas. Quando de nossa visita à prefeitura, fomos informados pelo secretário responsável pela coleta e disposição do lixo, que atitudes drásticas e urgentes já estavam sendo tomadas para resolver a situação.

4.7.1.4 – CHAPADA DOS GUIMARÃES

O município não tem um aterro sanitário, os resíduos sólidos atualmente são lançados em um lixão.

A prefeitura municipal está construindo um aterro sanitário próximo à cidade, na saída para Água Fria. No local já existem cavas que estão sendo utilizadas sem nenhuma impermeabilização ou controle do chorume.

Em uma cava ainda não utilizada, foram realizados ensaios em furos não revestidos e métodos de nível constante, com o objetivo de caracterizar a condutividade hidráulica abaixo da cava, zona que será percolada por um eventual vazamento de chorume.

No local o solo é arenoso, proveniente da desagregação do arenito Botucatu, que aqui está muito próximo do contato com a Formação Ponta Grossa (subjacente). Devido à proximidade deste contato, pode-se deduzir que a espessura do arenito é pequena e logo serão encontrados os siltitos Ponta Grossa de baixíssima permeabilidade. O coeficiente de condutividade hidráulica encontrado para o trecho no perfil vertical do terreno, compreendido entre o fundo da cava e 3 metros de profundidade variou de $2,9 \times 10^{-4}$ cm/s e $3,7 \times 10^{-4}$ cm/s.

A drenagem mais próxima do local dista cerca de 1.100m a sul.

Embora a área escolhida seja uma unidade medianamente vulnerável à contaminação do aquífero, é uma alternativa viável para a cidade de Chapada dos Guimarães. Os valores de condutividade hidráulica e distância de cursos de água conferem uma segurança para adoção de um modelo de depósito do tipo “aterro controlado”.

4.7.2 – CARACTERÍSTICAS A SEREM CONSIDERADAS E RECOMENDAÇÕES

Nos projetos visando a seleção de áreas para a disposição de rejeitos, os planejadores devem levar em consideração as características do meio físico do local, atentando para os seguintes pontos:

Os parâmetros de avaliação devem ser definidos a partir de características do meio físico (rocha, solo, recursos hídricos superficiais subsuperficiais e subterrâneos), aspectos de ocupação e uso do solo e aspectos socioeconômicos. As características do meio físico devem ser consideradas em função de sua relevância para a proteção do meio ambiente em relação aos riscos de contaminação por disposição de resíduos.

Os demais aspectos devem levar em consideração o grau de incômodo que a atividade causa à população.

Os parâmetros relativos à avaliação do solo baseiam-se nas suas características físicas, nas condicionantes de infiltração e/ou percolação das águas de drenagem da área de disposição, no tempo de escoamento destas águas, no perfil pedológico e na sua erodibilidade.

No caso dos recursos hídricos, os parâmetros são subdivididos em: recursos hídricos superficiais, subsuperficiais e subterrâneos. Nos dois primeiros, devem ser selecionados, respectivamente, a dis-

tância dos cursos de água e a profundidade do lençol freático, em função do risco de contaminação direta dos mananciais, por água do escoamento superficial e por infiltração. Para os recursos hídricos subterrâneos devem-se considerar as características do substrato rochoso, que condiciona a passagem e o acúmulo de água no subsolo e a potencialidade do aquífero para a preservação de sua utilização.

Nos parâmetros de uso e ocupação do solo devem ser considerados os usos atuais das áreas pré-selecionadas, levando-se em conta a importância desses usos para a população atingida e suas condições para disposição de lixo. Também deve ser avaliada a capacidade de utilização das áreas de acordo com a geração de lixo e a sua distância de núcleos populacionais, visando controlar os transtornos causados à população por essa atividade. As áreas com atividades de mineração e as áreas já degradadas por disposição inadequada do lixo, também devem ser contempladas quanto ao seu uso, considerando a potencialidade para a atividade e as condições ambientais em seu entorno.

Em relação aos parâmetros socioeconômicos, devem ser selecionadas: a vida útil para a atividade e a distância de núcleos populacionais, tendo em vista a área a ser impactada, o grau de incômodo que irá causar à população e os custos de infra-estrutura.

4.7.3 – CRITÉRIOS RECOMENDADOS PARA A SELEÇÃO DE ÁREAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS

Segundo a ABNT (1993), os critérios eliminatórios e seletivos para a seleção de uma área destinada à implantação de aterro sanitário são:

Eliminatórios:

- Distância do centro produtor de lixo – 4 a 10km.
- Distância de moradias > 500m.
- Distância de cursos de água, alagados, reservas > 400m.
- Profundidade do lençol freático > 5m.
- Distância de poços > 400m.
- Distância de zonas propensas a riscos geológicos e hidrogeológicos (erosão, escorregamentos, colapsos, falhas, fraturas abertas, etc.).

Seletivos:

- Compatibilidade com usos atuais e futuros.
- Distância da via rodoviária mais próxima < 2km (devido ao custo de implantação).
- Topografia do terreno – preferência para áreas de relevo suave: 2 a 5% de inclinação.
- Disponibilidade do material de empréstimo – distância economicamente viável.
- Adequação das características do material de empréstimo – solo argilo-arenoso ou areno-argiloso, permeabilidade muito baixa pós-compactação.
- Capacidade (vida útil do terreno) > 5 anos.
- Direção dos ventos – de preferência cidade-aterro.
- Cortina vegetal.
- Valorização da terra – baixa.
- Aceitação da população e de entidades ambientais não-governamentais.
- Uso e ocupação das terras – de preferência, áreas devolutas ou pouco utilizadas.
- Menor potencial para a geração de impactos ambientais.

Como se observa, com relação à unidade de formações superficiais, fazem parte dos critérios eliminatórios, as áreas

cujo lençol freático seja raso, bem como as áreas propensas a riscos geológicos e hidrogeológicos (erosão, escorregamentos, colapsos, falhas, fraturas abertas, etc.).

Como critério seletivo, os terrenos devem apresentar relevos suaves, 2-5% de inclinação, havendo disponibilidade de material de empréstimo.

O Domínio Residual dos metassedimentos do Grupo Cuiabá mostra relevo colinoso, com solos rasos e friáveis, apresentando dificuldades para a construção de aterros sanitários.

O Domínio Residual dos siltitos e arenitos fora da escarpa da Chapada dos Guimarães tem relevo tabular ou de colinas suaves. O solo é raso, pouco permeável. Apesar da carência de material de empréstimo, não mostram maiores problemas para a construção de aterros sanitários.

As áreas com predomínio de saprólito e rocha aflorante mostram relevo acentuado, com solos rasos ou inexistentes; falhas, fraturas e foliações metamórficas estão generalizadamente distribuídas. São áreas com problemas para a implantação de aterros sanitários pelo relevo, pela carência de material de em-

préstimo e pela heterogeneidade e estruturação do substrato.

A Formação Pantanal, apesar da topografia plana e disponibilidade de material de empréstimo para a construção de aterros sanitários, mostra extrema permeabilidade, erodibilidade e baixa capacidade de carga, logo com problemas para a disposição de rejeitos.

As Coberturas Detrito-lateríticas são planas, estáveis em seu estado natural, com boa capacidade de carga e freático profundo. Não mostram-se problemáticas para a implantação de aterros sanitários.

Por fim, as Aluviões Recentes são totalmente desfavoráveis para a disposição de rejeitos pelo fato de serem áreas alagáveis, com freático raso e altamente permeáveis.

4.8 – BIBLIOGRAFIA

- ABNT. Projeto de Norma 001.603.06-006. 1993.
- KING, L. C. A. Geomorfologia do Brasil Oriental. *Revista Brasileira de Geociências*, Rio de Janeiro, n. 2, 1956, p. 174-265.

5 – GEOMORFOLOGIA

5.1 – INTRODUÇÃO

O mapeamento geomorfológico de Cuiabá, Várzea Grande e entorno, elaborado na escala 1:100.000, abrange também parte dos municípios de Chapada dos Guimarães, Nossa Senhora do Livramento e Santo Antônio de Leverger, envolvendo um segmento do médio-baixo curso do rio Cuiabá, abrangendo as sub-bacias dos rios Aricá-Açu; Coxipó e Pari, dentre os principais. Busca o mapeamento e descrição das formas de relevo, de maneira a interpretar os processos geomorfológicos operantes na área, permitindo a definição e avaliação das unidades geoambientais, orientando a forma mais adequada de uso e ocupação do solo e considerando os diferentes graus de risco de cada uma das unidades mapeadas. Tem, assim, como objetivo principal, subsidiar as ações de planejamento e gestão ambiental do aglomerado urbano de Cuiabá.

5.2 – METODOLOGIA

A metodologia utilizada encontra-se amparada no conceito de sistemas de re-

levo de acordo com Ponçano *et al.* (1979), no mapeamento do Radambrasil (1982), aprimorada por Ross (1992), bem como no mapeamento geomorfológico do Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Mato Grosso (2000).

Os procedimentos adotados envolvem a análise de dados do meio físico existentes na área-objeto, a interpretação de cartas planialtimétricas, fotografias aéreas, imagens de satélite e modelos digitais e numéricos do terreno, visando uma compartimentação preliminar em laboratório, seguida de trabalhos de campo com a finalidade de delinear com maior precisão a compartimentação inicial, bem como descrever as unidades geomorfológicas identificadas.

5.2.1 – DADOS BÁSICOS

O mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, elaborado na escala 1:500.000, em 1979 pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., utilizou o conceito de sistemas de relevo, abordagem pioneira no País.

O método de mapeamento de sistemas de relevo foi desenvolvido a partir da década de 40 pela CSIRO – Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization of the Australia, para o reconhecimento expedito de áreas não mapeadas ou pobremente mapeadas, visando classificar a adequação da terra para fins agrícolas, em grandes regiões da Austrália e de Nova Guiné. Este método foi adotado pela LRD – Land Resources Division, de administração inglesa, em mapeamentos geomorfológicos de quase uma dezena de países africanos.

Na África do Sul, tal abordagem foi utilizada na engenharia rodoviária para o planejamento de traçados e identificação de materiais de construção, além de ter auxiliado no planejamento urbano. Há referências da aplicação de métodos semelhantes também na antiga URSS, Inglaterra, Japão e EUA (Cooke & Doornkamp, 1974).

De acordo com Ponçano *et al.* (1979), o mapeamento de sistemas de relevo baseia-se em distinguir, numa dada região, áreas cujos atributos físicos sejam distintos das áreas adjacentes. Isto leva a subdivisão da região em áreas de dimensões variáveis desde dezenas até algumas centenas de km², onde é comum existir um padrão recorrente de topografia, solos e vegetação.

A topografia e os solos dependem da natureza das rochas subjacentes (geologia), dos processos erosivos e deposicionais que teriam produzido a topografia

atual (geomorfologia) e do clima sob o qual atuaram estes processos (Stewart & Perry, 1953). O sistema de relevo é, portanto, uma classificação baseada em topografia, solos e vegetação, correlacionados com geologia, geomorfologia e clima.

O presente mapeamento geomorfológico, considerando várias propostas de classificação do relevo, tais como a de Kudrnovská (1948 e 1969, *apud* Demeck, 1972), adotou critérios baseados na amplitude e gradiente topográfico, conforme apresentado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1981), porém, devido a características da área mapeada, que abrange as extensas áreas de topografia praticamente plana, com declividades inexpressivas, incluiu-se a forma de relevo plano, conforme ilustra a **Tabela 5.1**.

O Mapa Geomorfológico do Projeto Radambrasil, apresentado em escala 1:1.000.000, contempla uma compartimentação do território brasileiro em grandes unidades geomorfológicas que correspondem aos planaltos, depressões e planícies. Na área do SIG Cuiabá estão presentes a Depressão Cuiabana, ocupando a maior parte da área, parte do Planalto dos Guimarães ao norte e as Planícies e Pantanaís Mato-grossenses ao sul.

O Mapa Geomorfológico do SIG Cuiabá é norteado pela Taxonomia do Relevo Terrestre proposta por Ross (1992),

Tabela 5.1 – Classificação das formas de relevo.

Amplitude local	Gradiente predominante	Formas de relevo
< 100m	< 1%	Plano
	1 a 5%	Rampa
	5 a 10%	Colina
	> 15%	Morrote
100 a 300m	5 a 15%	Morro com encosta suave
	> 15%	Morro
> 300m	> 15%	Montanha

Fonte: IPT (1981, *apud* Moreira *et al.*, 1988), modificado.

que define seis níveis hierárquicos na classificação do relevo terrestre, encontrados de forma implícita no trabalho de Ponçano *et al.* (1979).

O primeiro táxon representa as maiores unidades de relevo representando os principais tipos de substrato geológico-estrutural, ou seja, as plataformas ou crátons, as bacias sedimentares e os cinturões orogênicos, denominados unidades morfoestruturais ou morfoestruturas.

O segundo táxon refere-se às unidades morfoesculturais ou morfoesculturas, geradas pela ação climática ao longo do tempo geológico dentro das morfoestruturas, conhecidas como planaltos, depressões e planícies.

O terceiro táxon refere-se às unidades de relevo, formadas por um conjunto de formas semelhantes onde os processos morfoclimáticos atuais são mais evidentes.

O quarto táxon corresponde às formas de relevo originadas por processos agradacionais como as planícies e terraços fluviais, lacustres ou marinhos, e aquelas geradas por processos denudacionais como as rampas, colinas, morrotes, morros e montanhas.

O quinto táxon corresponde às encostas ou vertentes, que são setores das formas de relevo, podendo apresentar morfologia côncava, convexa, retilínea e plana.

O sexto táxon corresponde aos processos geomorfológicos, tais como erosão, movimentos de massa, colapsos, subsidências, inundação e assoreamento.

O presente mapeamento geomorfológico considera ainda os estudos realizados por Bordest (1984 e 1992) na alta bacia do rio Coxipó, que define cinco unidades geomorfológicas sobre as unidades morfoesculturais Planalto dos Guimarães e Depressão Cuiabana: Planalto Dissecado, Planalto Conservado, Patamares e Rampas Coluvionadas, Patamares em Cristas Ravinadas e Depressão Pediplanada.

O Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE, elaborado por Nunes *et al.* (1995), foi também de grande utilidade neste mapeamento, no sentido de fornecer a simbologia dos fatos geomorfológicos encontrados na área, relacionados à ação fluvial, à dissecação e às feições residuais, bem como à ação tectônica.

Também foi considerada a compartimentação geomorfológica apresentada para o Estado de Mato Grosso por Ross *et al.* (1997), que define sete unidades morfoestruturais e 32 unidades morfoesculturais e apresentada por Latrubesse *et al.* (1998), adotada pelo Zoneamento Econômico-Ecológico do Estado de Mato Grosso.

Na área do SIG Cuiabá, o sistema de classificação geomorfológica apresentado pelo Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico abrange os sistemas denudacional e agradacional. O sistema denudacional, por sua vez, envolve sistemas em faixas dobradas, de dissecação, de dissecação em colinas e morros, de aplanamento e de pedimento, enquanto que o sistema agradacional envolve os sistemas de planície fluvial, de planície aluvionar meandriforme e de leques fluviais.

As unidades denudacionais mapeadas receberam uma representação alfanumérica estabelecida com base nos sistemas geomorfológicos e na matriz dos índices de dissecação do relevo acompanhados de letras que qualificam quanto à morfologia do topo das formas dissecadas (Ross, 1992), conforme ilustra a **Tabela 5.2**.

5.2.2 – DOCUMENTAÇÃO CARTOGRÁFICA

A documentação cartográfica utilizada compreende a carta planialtimétrica em escala 1:100.000, com equidistância de 40m entre as curvas de nível, preparada pelo Serviço Geológico do Brasil; cartas topográficas DSG/IBGE, escala 1:100.000; fotografias aéreas, escala 1:60.000, obtidas

Tabela 5.2 – Índices de dissecação do relevo.

Matriz dos Índices de Dissecação do Relevo						
		Densidade de drenagem ou dimensão interfluvial média (2º dígito)				
		Muito baixa < 3.750m	Baixa 1.750 a 3.750m	Média 750 a 1.750m	Alta 250 a 750m	Muito alta < 250m
Grau de Entalhamento dos Vales (Classes) 1º dígito	Muito Fraco < 20m 1	11	12	13	14	15
	Fraco 20 a 40m 3	21	22	23	24	25
	Médio 40 a 80m 3	31	32	33	34	35
	Forte 80 a 160m 4	41	42	43	44	45
	Muito forte > 160m 5	51	52	53	54	55

Classificação dos índices de dissecação
 Suave dissecação: índices 11, 12, 13, 21, 22, 31, 41, 51.
 Média dissecação: índices 14, 15, 23, 24, 32, 33, 42, 52.
 Forte dissecação: índices 25, 34, 35, 43, 44, 45, 53, 54, 55.

Qualificadores do índice de dissecação do relevo
 a – formas dissecadas com topos apresentando morfologias aguçadas
 c – formas dissecadas com topos apresentando morfologias convexas
 t – formas dissecadas com topos apresentando morfologias tabulares
 p – formas de topos planos sem dissecação, ou interflúvios com dimensão superior a 3.750m

Fonte: Ross (1992).

pela USAF em 1966; imagem de satélite Landsat escala 1:100.000; modelo digital do terreno, relevo sombreado, extraído de imagens Aster com resolução espacial de 30m, bem como o modelo numérico do terreno, derivado do produto Shuttle Radar Topography Mission – SRTM.

5.2.3 – COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA

A hierarquização das formas de relevo em unidades morfoestruturais e regiões geomorfológicas, unidades morfológicas e formas de relevo foram definidas com

base na metodologia desenvolvida pelo Radambrasil (1982), aprimorada por Ross (1992) e oficializada pelo IBGE (1995).

A compartimentação geomorfológica foi feita inicialmente a partir da interpretação de fotografias aéreas, com o minucioso traçado da rede de drenagem e das feições geomorfológicas, possibilitando identificar a partir dos diferentes padrões de drenagem, unidades de formas semelhantes de relevo, que foram denominadas unidades morfológicas, correspondendo ao 3º nível da Taxonomia do Relevo Terrestre.

O limite entre algumas unidades morfológicas nem sempre foi possível estabe-

lecer apenas por meio da fotointerpretação; os modelos digital e numérico do terreno foram ferramentas auxiliares bem eficazes, especialmente para estabelecer limites entre as unidades morfológicas que compõem a Depressão Cuiabana.

Tendo elaborado um esboço das unidades de formas semelhantes de relevo, a partir de imagens de satélite e fotografias aéreas, iniciaram-se os trabalhos de campo buscando-se caracterizar as formas de relevo de cada unidade, tendo como guia os critérios estabelecidos por Ponçano *et al.* (1979), conforme ilustra a **Tabela 5.3**.

Tabela 5.3 – Critérios de caracterização de unidades de relevo em sistemas geomorfológicos.

Critério	Categoria	Intervalo	Conceito
Amplitude local	Pequena Média Grande	0 - 100m 100 - 300m > 300m	Altura máxima da unidade em metros, acima do assoalho dos grandes vales adjacentes.
Declividade	Baixa Média Alta	0 - 15% 15 - 30% > 30%	Inclinação média do perfil da encosta expressa em porcentagem.
Densidade de drenagem	Baixa Média Alta	0 - 5 5 - 30 > 30	Número de cursos d'água perenes numa área de 10km ² .
Expressão de colinas em área	Pequenas Médias Amplas	< 1km ² 1 - 4km ² > 4km ²	Área ocupada pelas unidades de relevos entre seus vales limítrofes, ou seja, área dos interflúvios.
Topos	Extensos Restritos	-----	Convencional
Formas de topos	Aplanados Arredondados Angulosos	-----	Convencional
Perfil das vertentes	Convexo Retilíneo Côncavo	-----	Convencional
Padrão de drenagem	Dendrítico Paralelo Retangular Pinulado Treliza	-----	Convencional
Vales	Abertos Fechados	-----	Convencional
Planícies aluvionares interiores	Desenvolvidas Restritas	-----	Convencional
Existência de drenagem fechada	Presente Ausente	-----	Ocorrência de lagoas perenes ou intermitentes
Existência de ravinamento nas vertentes	Presente Ausente	-----	Convencional

Fonte: Ponçano *et al.* (1979).

Delimitadas todas as unidades morfológicas e descritas as formas de relevo que as compõem, procurou-se inseri-las nas unidades morfoesculturais ou regiões geomorfológicas definidas por Ross (1982 e 1997) como Planalto dos Guimarães, Depressão Cuiabana e Pantanal Mato-grossense, e, por conseguinte, nos respectivos domínios morfoestruturais, qual sejam, a Bacia Sedimentar do Paraná, a Faixa de Dobramentos Paraguai-Araguaia e a Bacia Sedimentar do Pantanal.

Desta forma, foi possível construir uma legenda contemplando os quatro primeiros níveis da Taxonomia do Relevo Terrestre. A primeira coluna refere-se aos domínios morfoestruturais representados pela Bacia Sedimentar do Paraná, Faixa de Dobramentos Paraguai-Araguaia e Bacia Sedimentar do Pantanal. A segunda coluna refere-se às respectivas regiões geomorfológicas, denominadas Planalto dos Guimarães, Depressão Cuiabana e Pantanal Mato-grossense. A terceira coluna corresponde às unidades morfológicas contidas em cada região geomorfológica, a quarta coluna compreende as formas de relevo, e, por fim, a quinta coluna contendo a descrição das formas de relevo de acordo com Ponçano *et al.* (1979).

A avaliação da amplitude ou grau de entalhamento dos vales, bem como da densidade de drenagem ou dimensão interfluvial média, permitiu estabelecer o índice de dissecação do relevo de cada unidade de formas semelhantes, com a devida qualificação da morfologia dos topos das formas de relevo, de acordo com Ross (1992).

5.3 – RESULTADOS

A **Tabela 5.4** apresenta a compartimentação geomorfológica obtida, destacando-se os Domínios Morfoestruturais,

as Regiões Geomorfológicas, as Unidades Morfológicas e as Formas de Relevo, que foram devidamente delimitadas e discutidas.

5.3.1 – DOMÍNIOS MORFOESTRUTURAIS

Os domínios morfoestruturais ou unidades morfoestruturais (Guerassimov, 1946 e Mecerjakov, 1968, *apud* Ross, 1992) correspondem às grandes estruturas geológicas representadas pelas bacias sedimentares, plataformas ou crátons e cinturões orogênicos (Ross, 1992).

Na área mapeada estão presentes pequenas porções de duas bacias sedimentares, uma atual ou quaternária, a Bacia Sedimentar do Pantanal e outra pretérita ou paleozóica, a Bacia Sedimentar do Paraná, bem como a parte mais denudada de um cinturão orogênico pré-cambriano, ou seja a Faixa de Dobramentos Paraguai-Araguaia.

5.3.1.1 – BACIA SEDIMENTAR DO PARANÁ

Na área estudada a Bacia Sedimentar do Paraná é representada por rochas areníticas e conglomeráticas pertencentes ao Grupo Rio Ivaí, de idade siluriana; rochas areníticas e argilíticas pertencentes às formações Furnas e Ponta Grossa, de idade devoniana, que juntas compõem o Grupo Paraná, bem como a Formação Botucatu, de idade juro-cretácea (Radambrazil, 1982). Sobrepõem-se às formações da Bacia do Paraná, rochas cretáceas do Grupo Bauru e Cobertura terciário-quaternária Detrito-laterítica.

As características litológicas e estruturais dessas rochas sedimentares conferem um aspecto suavemente ondulado àquelas superfícies, produzindo geralmente formas com suave dissecação e declividades baixas a médias, revelando um relevo cuestiforme.

Tabela 5.4 – Compartimentação geomorfológica de Cuiabá, Várzea Grande e entorno.

Domínios Morfoestruturais	Regiões Geomorfológicas	Unidades Morfológicas	Formas de Relevo		
Bacia Sedimentar do Paraná	Planalto dos Guimarães	Planalto Conservado	Chapadas		
			Colinas Amplas		
			Patamar		
		Planalto Dissecado	Relevos de Transição	Morros e Morrotes Alongados	
				Colinas Médias e Amplas	
				Escarpa Erosiva	
				Rampas Coluvionadas	
Faixa de Dobramentos Paraguai-Araguaia	Depressão Cuiabana	Depressão Dissecada	Morros e Morrotes Alinhados		
			Morrotes Colinas Médias		
			Rampas Pediplanadas		
		Depressão Pediplanada			
		Planície Fluvial	Planície Fluvial e Terraços Altos		
		Bacia do Sedimentar Pantanal	Pantanal Mato-grossense	Planícies Fluviais	Planície Fluvial e Terraços Baixos
					Planície Aluvionar Meandriforme
Leque Fluvial					

A passagem do domínio morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná para o domínio da Faixa de Dobramentos Paraguai-Araguaia é feito através de frentes de *cuestas* com notáveis escarpamentos, sendo que o mais expressivo é o da escarpa festonada elaborada sobre os arenitos da Formação Botucatu, com esporões digitados, depósitos de tálus e feições ruíniformes, cujo processo de recuo possibilitou o surgimento de uma considerável área com formas inumadas constituídas por rampas coluvionadas.

Outra escarpa mais simples, em continuidade à escarpa anteriormente mencionada, encontra-se elaborada sobre os arenitos das formações Furnas e Ponta Grossa, representada em alguns trechos por discretos ressaltos, cujo processo de recuo favoreceu a formação de relevos exumados, como é o caso da franja de

morros com cristas e encostas ravinadas que acompanha essa escarpa.

5.3.1.2 – FAIXA DE DOBRAMENTOS PARAGUAI-ARAGUAIA

A Faixa de Dobramentos Paraguai-Araguaia, estende-se desde o estado de Mato Grosso do Sul, na fronteira com o Paraguai, passando por baixo do Pantanal Mato-Grossense, ressurgindo em Mato Grosso na Província Serrana, até o norte de Goiás, Tocantins e sul do Pará, na região do rio Araguaia. Em grande parte encontra-se arrasada pela erosão, estando parcialmente preservada ao norte de Cuiabá, na região conhecida como Província Serrana, constituída por serras geradas por dobramentos antigos, formadas por rochas sedimentares ou metamórficas de baixo grau, destacando-se os calcários

da serra das Araras, no município de Nobres, largamente utilizado como corretivo de solo e na fabricação de cimento.

Na área estudada a Faixa de Dobramentos Paraguai-Araguaia está representada pelo Grupo Cuiabá, consistindo de rochas metamórficas de origem sedimentar, com estruturas dobradas, datadas do Pré-Cambriano Superior, cujos tipos litológicos mais comuns são o filito, filito ardoso, quartzitos e conglomerados xistosos (Radambrasil, 1982).

Estas rochas, expostas em longo período de denudação, compõem uma ampla superfície deprimida, com formas de relevo dissecadas em rampas pediplanadas, colinas, morrotes e morros.

5.3.1.3 – BACIA SEDIMENTAR DO PANTANAL

A Bacia Sedimentar do Pantanal possui tectônica ativa devido ao processo de subsidência que caracteriza a instalação da bacia e recebe os sedimentos trazidos pela rede hidrográfica que compõe a bacia do alto rio Paraguai. Abrange os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, atingindo 700km de extensão ocupada por depósitos quaternários que atingem mais de 500m de profundidade no centro deposi-

cional. O sistema deposicional é composto por uma planície fluvial meandriforme com pequenos leques aluviais dominados por rios, dos quais o mais notável é o mega-leque do rio Taquari (Assine, 2004).

Na área estudada o sistema deposicional é composto pelo leque aluvial do rio Aricá-Açu na margem direita da Planície Aluvionar Meandriforme do rio Cuiabá, e na margem esquerda, pelo leque aluvial formado pelos córregos Espinheiro e Santa Bárbara, bem como pelo ribeirão São Lourenço, responsáveis pela deposição de sedimentos aluvionares atuais.

5.3.2 – REGIÕES GEOMORFOLÓGICAS

As regiões geomorfológicas representam neste mapeamento os domínios morfoesculturais, consistindo de grandes unidades de relevo “geradas pela ação climática ao longo do tempo geológico, no seio da morfoestrutura”, caracterizando-se nos Planaltos, Depressões e Planícies (Ross, 1992).

Na área mapeada está presente uma parte da borda do Planalto dos Guimarães, bem como da Depressão Cuiabana e da Planície do Pantanal Mato-grossense (Radambrasil, 1982), conforme ilustra a **Figura 5.1**.

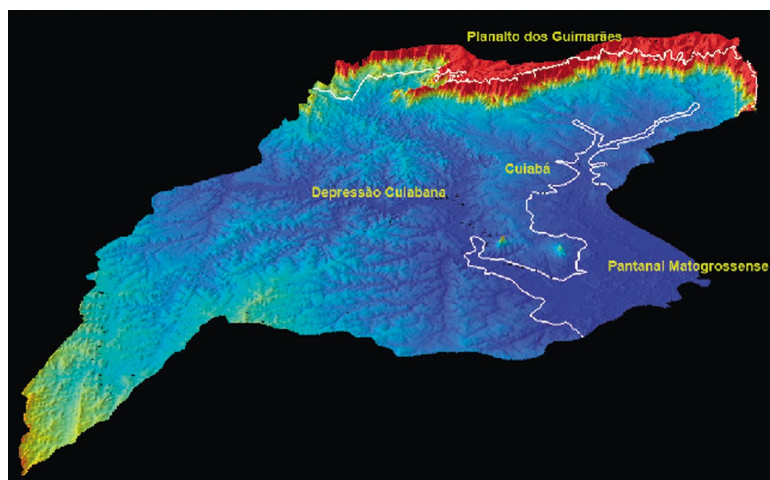


Figura 5.1 – Modelo tridimensional do relevo confeccionado a partir de dados topográficos da missão SRTM. Fonte: Araújo (2005).

5.3.2.1 – PLANALTO DOS GUIMARÃES

O Planalto dos Guimarães, de acordo com Ross (1982 e 1997) estende-se pela extremidade noroeste da Bacia Sedimentar do Paraná, configurando-se como uma unidade contínua e alongada, atingindo cerca de 200km no sentido leste-oeste e 120km no sentido norte-sul, correspondendo a um trecho dos planaltos divisores entre as bacias do Prata e do Amazonas.

Devido às características topográficas e geomórficas distintas é possível reconhecer três compartimentos, definidos como as subunidades geomorfológicas Chapada dos Guimarães, com cotas que variam de 600 a 800m; Planalto do Casca com cotas que vão de 300 a 600m e o Planalto dos Alcantilados que oscila entre 300 e 600m de altitude (Radambrasil, 1982).

Na área estudada está presente a subunidade geomorfológica Chapada dos Guimarães. As formas de relevo desta subunidade foram elaboradas sobre as rochas areníticas da Formação Furnas, rochas argilíticas da Formação Ponta Grossa, bem como dos arenitos da Formação Botucatu.

Nas porções norte e nordeste da área estão presentes as bordas da subunidade Chapada dos Guimarães, que contorna a superfície pediplanada da Depressão Cuiabana, por meio de escarpas e ressaltos sustentados por arenitos da Formação Furnas e argilitos da Formação Ponta Grossa, bordejado por morros com cristas ravinadas, exumados pelo recuo da escarpa, marcando a transição entre a depressão e o planalto.

Nas porções norte e noroeste, as bordas da Chapada dos Guimarães contornam as superfícies dissecadas da Depressão Cuiabana, por meio de escarpas abruptas, festonadas, com esporões digitados, feições ruiformes e depósitos

de tálus, elaboradas em arenitos friáveis da Formação Botucatu, cujo recuo produz uma superfície inumada, com rampas coluvionares, que aloja em seu interior nascentes e cursos d'água de 1ª ordem contornados por veredas.

Essas superfícies rampeadas marcam a transição entre a Depressão Cuiabana e o Planalto dos Guimarães, ocupando posições altimétricas que vão de 320 a 600m, que as posicionam na subunidade geomorfológica Planalto do Casca.

5.3.2.2 – DEPRESSÃO CUIABANA

Inicialmente definida por Almeida (1964) como Baixada Cuiabana, foi descrita por Ross & Santos (1982) como uma subunidade geomorfológica da Depressão do Rio Paraguai, referindo-se a área topograficamente rebaixada, com altitudes entre 200 e 450m, delimitada pela Província Serrana de norte a oeste; pela Chapada dos Guimarães, Planaltos Aruda-Mutum e São Vicente-São Jerônimo a leste; e pelo Pantanal Mato-grossense ao sul.

Na área mapeada apresenta formas de relevo variadas destacando-se as dissecadas em colinas, morrotes e morros com controle estrutural sob influência da Faixa de Dobramentos Paraguai-Araguaia (NE-SO), formas pediplanadas em rampas, e formas aplanadas na planície e terraço fluvial do rio Cuiabá.

Essas formas de relevo foram modeladas em rochas de idade pré-cambriana do Grupo Cuiabá, representadas por metagrauvas, metarcóseos, filitos, filitos arcoseanos, quartzitos e metaconglomerados, normalmente encobertas por coberturas detríticas relacionadas a couças ferruginosas intemperizadas e solos rasos a pouco profundos, constituídos por material argilo-arenoso com ocorrência comum de horizonte concrecionário e cascalheiras.

5.3.2.3 – PANTANAL MATO-GROSSENSE

Os principais aspectos geomorfológicos da região tradicionalmente denominada de Pantanal Mato-grossense encontram-se descritos no Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Mato Grosso (1997), ocupando a fachada sul do estado, limitando-se a noroeste com a Depressão do Alto Paraguai, e a norte, nordeste e leste com a Depressão Cuiabana.

Esta extensa unidade estende-se a oeste e a sul para os territórios da Bolívia e de Mato Grosso do Sul, respectivamente, com altimetrias em torno de 80m, junto ao rio Paraguai e 150m no contato com a Depressão Cuiabana.

Constituída por sedimentos da Formação Pantanal e aluviões recentes, esta unidade apresenta uma topografia bastante plana, com caimentos quase inexpressivos, maiores no sentido leste-oeste (0,3 a 0,5m/km) e menores no sentido norte-sul (0,003 e 0,15m/km), que constitui o eixo da bacia. Desta forma, o escoamento do rio Paraguai provoca um barramento natural ao fluxo dos afluentes, ocasionando o alagamento de extensas áreas.

Estas áreas são diferenciadamente atingidas em função das variações topográficas e de solo. Nas áreas mais elevadas, em torno de 150m, mais distantes dos cursos d'água e com solos com horizonte superficial de textura arenosa, a infiltração é mais rápida e o encharcamento do solo menos prolongado. Nas áreas mais baixas, com solos de textura média e argilosa, o tempo de permanência da água é maior, especialmente nas áreas deprimidas, com altimetrias inferiores a 100m, situadas próximas das planícies fluviais, onde o alagamento torna-se quase permanente.

Nessas planícies e pantanais são encontradas feições geomórficas peculiares com terminologias regionais denomina-

das baías, cordilheiras, vazantes e corixos (Mamede, 1993).

As **baías** são áreas deprimidas, com formas diversas e dimensões que variam de dezenas a centenas de metros, cheias de água doce ou salobra. As **cordilheiras** consistem em pequenas elevações do terreno que atingem até 2m acima do nível das águas dos rios e baías próximas, atingidas apenas pelas cheias excepcionais e por isso são utilizadas como local para instalação das sedes de fazendas e abrigo do gado. As **vazantes** correspondem a depressões entre as cordilheiras, longas e pouco profundas, que atuam como vias de escoamento temporário das baías durante a época de cheias. Os **corixos** constituem pequenos cursos d'água de caráter predominantemente perene, que interligam baías próximas, seu poder de erosão é superior ao das vazantes, sendo seus canais mais estreitos e aprofundados.

A baixa declividade dos rios da bacia do Paraguai, ao dificultar o escoamento fluvial, possibilitou a acumulação de sedimentos, formando planícies e terraços fluviais, constituindo superfícies extremamente planas, suscetíveis a inundações periódicas, onde se depositam sedimentos atuais.

Nas planícies fluviais os processos de deposição e erosão são constantes, fator evidenciado pela migração e abandono dos leitos e pela formação de cordões marginais, sendo comum a presença de meandros abandonados, em processo de colmatagem ou constituindo lagoas.

5.3.3 – UNIDADES MORFOLÓGICAS

As unidades morfológicas, de acordo com Ross (1992), representam áreas onde os processos morfoclimáticos atuais começam a ser mais facilmente notados e constituem "conjuntos de formas menores do relevo, que apresentam distinções de aparência entre si em função da rugo-

sidade topográfica ou índice de dissecação do relevo bem como do formato dos topos vertentes e vales de cada padrão existente”.

Na área do presente mapeamento foram definidas as unidades morfológicas Planalto Conservado, Planalto Dissecado, Depressão Dissecada, Depressão Pediplanada e Planícies Fluviais.

5.3.3.1 – PLANALTO CONSERVADO

A unidade morfológica denominada Planalto Conservado ocorre sob a forma de uma estreita e sinuosa faixa contornando as extremidades norte, nordeste e este da área mapeada, abrangendo formas de relevo tabular ou com suave dissecação, pequena amplitude e baixa declividade da região geomorfológica Planalto dos Guimarães, dentro do domínio morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná.

O presente mapeamento considera no Planalto Conservado a existência de três unidades distintas de formas de relevo: relevo tabular de suave dissecação, ocupando posições de cimeira, denominada por Chapada, sustentada por argilitos da Formação Ponta Grossa e pela Cobertura Detrito-laterítica, dominada por Latossolo Vermelho; colinas amplas, com média dissecação, sustentadas por arenitos das formações Bauru e Botucatu, constituídas por Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas) e patamar em forma de rampa, entre as cristas ravinadas e as colinas amplas.

A definição desta unidade geomorfológica foi originalmente feita por Bordest (1992) referindo-se a um divisor de águas, alongado e estreito, entre os afluentes da margem direita do rio Coxipó e as vertentes do rio Quilombo no reverso da *cuesta*.

Segundo Bordest (1992), a ausência de drenagem organizada é compensada por freqüentes embaciamentos com baixas declividades, vinculados ao processo

de sufosão, contornando o topo das escarpas e se constituindo em bacias de captação da água pluvial que cai em direção às escarpas.

Durante a estação seca, o solo arenoso e a vegetação escassa facilitam a ação do vento com redemoinhos freqüentes, principalmente nos meses de agosto a setembro. Durante o período chuvoso o escoamento pluvial em lençol permite a formação de filetes de água que contornam os obstáculos e promovem remoção das partículas resultantes da desagregação do solo. No entanto, ele é fraco, como se pode constatar pelos montículos depositados ao pé dos vegetais com espaçamento e desníveis centimétricos. A permeabilidade das areias, bem como dos arenitos da Formação Botucatu, aliada à baixa declividade, favorece a infiltração da água neste setor de chapada, indo alimentar o lençol freático que se exfiltra nos pés da serra, formando o rio Claro, bem como os riachos Salgadeira e Mutuca entre outros.

5.3.3.2 – PLANALTO DISSECADO

A unidade morfológica denominada Planalto Dissecado ocorre na porção nordeste da área mapeada, abrangendo formas de relevo com forte a média dissecação, média a alta declividade. No limite sul da unidade estão presentes ressaltos e escarpamentos, bem como Morros com Cristas e Encostas Ravinadas, marcando a transição entre as regiões geomorfológicas Planalto dos Guimarães e Depressão Cuiabana.

O presente mapeamento considera a existência no Planalto Dissecado de três unidades distintas de formas de relevo: morros e morrotes alongados, com forte dissecação, sustentada por argilitos da Formação Ponta Grossa; colinas médias e colinas amplas, com média dissecação, sustentadas por arenitos da Formação Furnas;

rampas coluvionares, com fraca dissecação, situada na transição entre a Depressão Dissecada e o Planalto Dissecado.

Esta unidade morfológica, definida por Bordest (1992), caracteriza-se por apresentar formas de relevo do tipo morros e morrotes alongados, colinas médias e amplas, com vales encaixados entalhados pelo rio Coxipó e seus tributários da margem esquerda, bem como rampas coluvionadas e morros com cristas e encostas ravinadas na transição para a Depressão Dissecada, além de formas residuais com topos planos e vertentes abruptas, a exemplo dos morros de São Jerônimo, com 850m de altitude, Atmã e Tope de Fita com 830m de altitude.

Geologicamente é sustentada por rochas sedimentares das formações Furnas e Ponta Grossa, parcialmente recobertas por sedimentos terciário/quadernários detrítico-lateríticos. Os solos são predominantemente rasos, tendo em vista a ocorrência de rocha e couraça ferruginosa subaflorantes, mas com ocorrências localizadas de solos profundos (Latosolos e Neossolos Quartzarênicos).

Os ruíniformes que aparecem nesta unidade são sustentados pelos arenitos de cor cinza, pertencentes a Formação Furnas e formam paredes fissurados verticalmente. Lajedos em blocos mais resistentes ocorrem entre o arenito mais friável; quando o rio escava o arenito silicificado, surgem grutas e cavernas de pedras, como é o caso da “Casa de Pedras”.

Onde afloram os folhelhos argilo-arenosos da Formação Ponta Grossa, como acontece preferencialmente na porção oriental da unidade, as formas das vertentes são mais suavizadas, tanto para as encostas côncavas como para as convexas, embora guardem certa retilinidade, e com ausência de cornijas.

A dinâmica superficial nesta unidade reflete a predominância do escoamento pluvial difuso nos topos e médias encos-

tas, e nos setores de baixa encosta observa-se o escoamento pluvial concentrado em sulcos preenchidos de vegetação. O escoamento pluvial acha-se também concentrado em canaletas facilitado pelo intenso diaclasamento das rochas que possibilita a penetração das raízes dos arbustos e herbáceas e que ao se aprofundarem amplia as fraturas facilitando a erosão e provocando desabamentos, fato que se verifica com freqüência nas bordas de *canyons*.

Os rios que dissecam o planalto formam uma rede de drenagem superimposta com aprofundamentos de dezenas de metros entre os topos conservados e os fundos dos vales principais. Trechos retilíneos revelam o importante papel desempenhado pelas fraturas e falhas durante a organização da drenagem.

5.3.3.3 – DEPRESSÃO DISSECADA

A Depressão Dissecada corresponde à unidade morfológica de maior extensão em toda área mapeada, ocupando as porções norte, centro-norte, noroeste e oeste, abrangendo formas de relevo com dissecação média a forte, amplitude pequena a média, declividade média a alta, formando colinas médias, morrotes e morros, com presença freqüente de lineamentos e cristas de quartzitos na direção SW-NE.

A designação utilizada para esta unidade morfológica baseia-se em Latrubesse, Rodrigues & Mamede (1998), correspondendo a áreas “onde as formas de relevo são predominantemente modeladas pelo entalhamento fluvial e pluvial. O entalhe fluvial está associado aos trabalhos de canais perenes, que proporcionam a esculturação das vertentes e aprofundamento dos vales. O entalhe pluvial é promovido apenas nos episódios chuvosos, onde as águas que escoam em canais temporários proporcionam, em es-

pecial, próximo às cabeceiras de drenagem, o aprofundamento das mesmas”.

Nessas áreas observa-se a presença de rochas do Grupo Cuiabá sobrepostas por camada pouco espessa de couraça ferruginosa, normalmente intemperizada e solos rasos a pouco profundos; colinas, morrotes e morros residuais, com diferentes intensidades de aprofundamento de drenagem, constituem as formas dissecadas do relevo. Regionalmente, as formas residuais encontram-se alinhadas, acompanhando preferencialmente as zonas de ocorrência de veios de quartzo, que juntamente à persistência de crostas lateríticas, constituem-se nos fatores principais mantenedores de elevações topográficas do terreno.

Essas crostas lateríticas ocorrem, em geral, no topo das formas de relevo, denunciando seu importante papel mantenedor do relevo, deixando muitas vezes de existir nas porções mais inferiores das vertentes, provavelmente pelo entalhe dos vales que favorece a ação erosiva. Provavelmente, é a presença no topo de colinas de crostas lateríticas na forma de couraças pouco permeáveis, o principal fator condicionante de amplas superfícies aplanadas. Comumente nessas superfícies ocorrem porções ligeiramente deprimidas saturadas em água durante períodos chuvosos, com solos com características hidromórficas em ecossistemas de campos úmidos, diferenciados do domínio do cerrado.

Nessas condições, as águas pluviais infiltram-se apenas nas partes superficiais dos terrenos, sendo retidas a pequena profundidade, escoando em direção aos talwegues, normalmente situados em locais onde o condicionante litológico-estrutural favoreceu a concentração do escoamento. Esses talwegues, normalmente efêmeros, e em certos casos intermitentes, iniciam-se nas porções intermediárias e inferiores das vertentes, em pequenos an-

fiteatros erosivos, marcados por nítidas rupturas de declives, onde é comum a presença de grotas, denunciando a energia da ação erosiva pelo escoamento superficial concentrado das águas de chuva, e, na maior parte das vezes, a influência de contrastes litológico-estruturais.

Linhas de talvegue entalhadas em couraças ferruginosas ou em rochas aflorantes, multiplicam-se em direção a porções rebaixadas do relevo, que se ligam a cursos d'água permanentes, onde é comum a presença de áreas de agradação de pequenas proporções relativas, onde se acumulam sedimentos. Pela sua situação rebaixada e aplanada, e presença comum de pequenos e sutis embaciados, essas áreas de agradação comportam solos relativamente profundos, com características hidromórficas, e presença de lençol freático suspenso, que aflora durante o período chuvoso formando alagados temporários.

Assim, nesses ambientes de agradação, o funcionamento hídrico se contrapõe ao das áreas de dissecação, prevalecendo a retenção das águas de chuva que caem diretamente sobre eles, e das águas provenientes do escoamento verificado ao longo das vertentes e ao longo das linhas de talvegue.

5.3.3.4 – DEPRESSÃO PEDIPLANADA

A unidade morfológica denominada Depressão Peditplanada (Bordest, 1992) abrange uma ampla superfície aplanada nas bacias do rio Aricá-Açu, na porção nordeste, bem como do ribeirão Cocais e córrego Formigueiro na porção sudoeste da área mapeada.

As formas de relevo apresentam-se com superfícies arrasadas até a cota de 200m, às vezes conservando cristas quartzíticas, colinas e lombadas. Entre os pontos mais elevados e fundos dos vales o desnível permanece em torno de 40-50m.

A Depressão Pediplanada se caracteriza por apresentar relevo aplanado formando rampas constituídas por sedimentos, pouco espessos, predominantemente areno-argilosos com cascalhos de quartzo e laterita, nível freático elevado, e presença de embaciados. Esses sedimentos são produtos da pediplanação ocorrida em paleoclima semi-árido, provavelmente do início da Era Quaternária, no Pleistoceno.

Colinas de pequena amplitude e baixa declividade, resultantes do entalhamento das superfícies pediplanadas sob ação climática atual são normalmente encontradas.

Os pedimentos dessa unidade encontram-se freqüentemente encouraçados por processo de laterização, formando couraças ferruginosas intemperizadas por ação climática atual, e dando origem a cascalheiras.

5.3.3.5 – PLANÍCIES FLUVIAIS

A unidade morfológica denominada Planícies Fluviais associa-se à rede hidrográfica do rio Cuiabá, tanto na margem direita, ao longo do ribeirão Esmeril, do rio Pari, e dos ribeirões Cocais e São Lourenço e do córrego Formigueiro, como na margem esquerda, ao longo do córrego Aricazinho, do ribeirão do Couro e do rio Aricá-Açu, convergindo para uma extensa planície inundável, excepcional ou sazonalmente, na porção sul da área mapeada, apresentando barras fluviais arenosas, meandros abandonados, campos brejosos com murundus e baías perenes ou intermitentes.

Esta unidade morfológica compreende vários tipos de planície fluvial, tais como a Planície Fluvial com terraços altos, correspondendo ao trecho do rio Cuiabá inundável nas cheias excepcionais, a Planície Fluvial com terraços baixos, nas margens do rio Aricá-Açu,

inundável sazonalmente, Planície Aluvionar Meandriforme, nas margens do rio Cuiabá quando a morfologia do canal fluvial passa a apresentar comportamento meandrante, com barras arenosas e meandros abandonados, bem como Leque Fluvial, quando as partículas que vem sendo transportadas pelo regime fluvial espalham-se em ampla superfície, devido a diminuição da velocidade do transporte fluvial, tendo em vista a baixa declividade dos terrenos.

Desta forma, a bacia do rio Paraguai, da qual faz parte a do rio Cuiabá, onde se insere a presente área mapeada, é representada por um conjunto de planícies fluviais em ambientes de agradação, compondo o Pantanal Mato-grossense, considerado a maior planície inundável do mundo.

5.3.4 – FORMAS DE RELEVO

Cada unidade morfológica é constituída por formas de relevo relativamente semelhantes. Neste mapeamento, adotou-se o critério de classificação de formas de relevo segundo a amplitude e o gradiente, conforme IPT (1981, *apud* Moreira *et al.*, 1998), apresentado na **Tabela 5.1**, com a inclusão do relevo plano para as superfícies com amplitude local menor que 10m e gradiente menor que 1%, comuns nos relevos de agradação das planícies fluviais, bem como nas superfícies de cimeira do planalto conservado.

A esse critério ajustaram-se termos relacionados à gênese ou morfologia. Assim, as superfícies planas de cimeira foram denominadas de Chapada; superfícies planas entre ressaltos/escarpa, com controle estrutural das rochas sedimentares da Bacia do Paraná, foram denominadas de Patamar; superfícies planas em áreas de agradação foram denominadas de Planícies; aos morros e morrotes acrescentou-se designações referentes a morfologia, tais

como o alongamento das formas, o alinhamento com a estrutura regional, ou ainda o topo aguçado, constituindo Cristas com Encostas Ravinadas; as Rampas receberam designação relacionadas à sua origem, por coluvionamento ou pediplanação.

5.3.4.1 – CHAPADAS

As Chapadas ocorrem na porção norte da área mapeada, em partes descontínuas da mesma superfície que ocupa as cotas 800 e 840m de altitude, encontrando-se em uma delas a cidade de Chapada dos Guimarães, e em outra, a sede do Sistema Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego – SINDACTA, órgão do Ministério da Aeronáutica, alcançando a altitude de 850m, sendo que a leste da área do projeto a altitude alcança 900m.

Representam superfícies conservadas do Planalto dos Guimarães, caracterizando-se por formas tabulares de suave dissecação, ocupando posições de cimeira, pequena amplitude, baixa declividade, interflúvios extensos e aplanados, vertentes com perfil retilíneo, drenagem de baixa densidade, padrão paralelo, vales abertos.

Quando as Chapadas são constituídas por Latossolos, a água de chuva infiltra-se com relativa facilidade, dirigindo-se ao lençol freático que se encontra em grande profundidade, impondo, assim, baixa suscetibilidade à erosão laminar e linear. Entretanto, nas bordas das Chapadas, junto às escarpas, e em encostas de vale e cabeceiras, onde a declividade aumenta, o Latossolo passa para Plintossolo, tornando o terreno pouco permeável em subsuperfície, tendo em vista a existência de camada constituída por couraça ferruginosa. Nestas condições, as águas de chuva praticamente não se infiltram, favorecendo a saturação do horizonte superficial e o escoamento concentrado das águas, impondo assim alta suscetibilidade a processos erosivos, com formação de sulcos e ravinas.

Por outro lado, em porções aplanadas da Chapada, associadas a Plintossolos, o impedimento de drenagem imposta pela couraça favorece a processos de alagamento com erosão praticamente ausente.

A **Foto 5.1** ilustra a conformação topográfica da Chapada.



Foto 5.1 – Aspecto de uma superfície de Chapada, observado na área urbana do município de Chapada dos Guimarães. Foto: P. R. Castro Júnior (2005).

5.3.4.2 – COLINAS AMPLAS

Ocorrem nos limites norte, noroeste e leste da área mapeada, ocupando as cotas 720 a 800m de altitude do Planalto dos Guimarães, caracterizando-se por formas de relevo com suave dissecação, pequena amplitude, baixa declividade, amplos interflúvios, topos extensos e aplanados, vertentes com perfis retilíneos a convexos, drenagem de baixa densidade, padrão subdendrítico, vales abertos, conforme ilustra a **Foto 5.2**.

Essas áreas de Colinas Amplas associam-se a Latossolos e a Neossolos Quartzarênicos que, por apresentarem alta permeabilidade, favorecem a infiltração das águas de chuva, que se dirigem ao lençol freático situado a grandes profundidades relativas. Entretanto, esses solos comportam-se diferentemente com relação aos processos erosivos, tendo em vista a baixa erodibilidade dos Latossolos, em con-

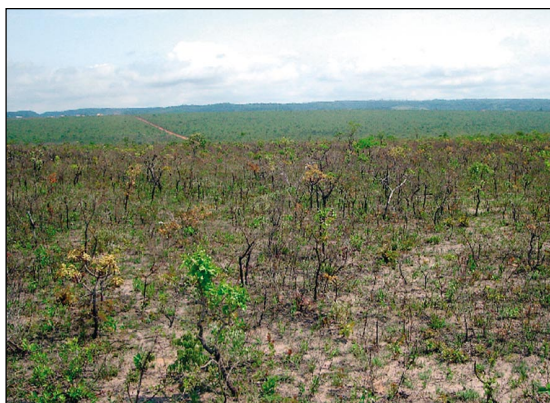


Foto 5.2 – Colinas Amplas observadas nas proximidades da estrada de Água Fria, Chapada dos Guimarães. Foto: P. R. Castro Júnior (2005).

traposição à alta erodibilidade dos Neossolos Quartzarênicos. Dessa forma, Colinas Amplas com ocorrência de Latossolos apresentam baixa suscetibilidade à erosão, que somente é observada quando condicionada a determinadas formas de ocupação, como por exemplo, estradas, que imprimem concentração e elevada energia de escoamento das águas pluviais. Por outro lado, quando em Neossolos Quartzarênicos, a ausência de coesão do solo permite a instalação de processos erosivos imediatamente após desmatamento independentemente das formas de ocupação do solo. Nessas áreas é comum a presença de profundas ravinas, e de boçorocas, quando o lençol freático é interceptado.

5.3.4.3 – PATAMAR

Ocorre na porção nordeste da área mapeada, constituindo uma superfície aplanada, ocupando as cotas 680 e 720m de altitude, compreendida entre as colinas amplas na parte superior, e os morros com cristas e encostas ravinadas, na parte inferior, contornada por ressaltos ligeiramente escarpados.

Entre as duas superfícies desenvolve-se um patamar litoestrutural com 50 a 80m de desnivelamento, associado a um processo diferencial de erosão e denuda-

ção do Planalto dos Guimarães controlado pelo acamamento das rochas sedimentares da Bacia do Paraná.

Esta unidade caracteriza-se por formas de relevo em rampa com suave dissecação, pequena amplitude, baixa declividade, baixa densidade de drenagem, amplos interflúvios, topos extensos e aplanados, padrão de drenagem paralelo, vertentes com perfil retilíneo, vales abertos. Nota-se nessa unidade a presença de cavernas e grutas, e de formas residuais isoladas de aspecto ruiforme, e junto às drenagens ocorrência comum de veredas.

Associados às formas de relevo em Patamar, nota-se a ocorrência de Latossolos e de Neossolos Quartzarênicos, com comportamento das águas pluviais e suscetibilidade à erosão semelhantes ao apresentados para as Colinas Amplas. Por outro lado, a presença de veredas impõe processos diferenciados, sendo áreas muito frágeis sujeitas a alagamentos, e que devem ser preservadas, especialmente por se constituírem em áreas de recarga dos aquíferos. Solos Hidromórficos, onde o lençol freático encontra-se subaflorante, e, quando interceptado (por simples pisoteio), ativa fenômenos de *piping*, com erosão interna do solo, e desenvolvimento de processos de boçorocamento, recalques e colapsos do terreno, além de possibilidades de se instalar escorregamentos na forma de corridas de lama.

5.3.4.4 – MORROS E MORROTES ALONGADOS

Ocorre na porção norte da área mapeada, em altitudes em torno de 800m, onde se encontram as nascentes do rio Coxipó, conhecida popularmente como Vale da Benção, apresentando vegetação de grande porte nos vales e nas encostas.

Apresenta formas de relevo com forte dissecação, amplitude média a elevada,

alta declividade, topos restritos e arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos, drenagem de média densidade, pequenos interflúvios, padrão paralelo a subdendrítico, vales estreitos, entalhados sobre rochas argilíticas da Formação Ponta Grossa, conforme ilustra a **Foto 5.3**.



Foto 5.3 – Aspecto dos Morros e Morrotes Alongados, observados no Vale da Benção, nascentes do rio Coxipó. Foto: P. R. Castro Júnior (2005).

Nesta unidade, a cobertura pedológica, constituída por solos pouco profundos (Argissolos) e rasos (Neossolos Litólicos, Cambissolos e Plintossolos), as águas de chuva apresentam tendência ao escoamento superficial com alta energia, favorecendo a instalação de processos erosivos por erosão laminar e linear (sulcos e ravinas). Os fundos de vales e cabeceiras de drenagem, por apresentar surgências d'água e lençol freático de pequena profundidade, permitem, quando interceptados, a instalação de boçorocas. Em função da alta suscetibilidade à erosão, e por contemplar cabeceiras do rio Coxipó, essas áreas deveriam ser preservadas, entretanto nota-se, em boa parte, desmatamentos para uso em pastagem e significativo avanço da urbanização de Chapada dos Guimarães.

5.3.4.5 – COLINAS MÉDIAS E AMPLAS

Ocorrem na porção norte da área mapeada, no Parque Nacional de Chapada dos Guimarães, ocupando as cotas 680 e

720m, chegando a alcançar 800m de altitude nas proximidades com a unidade Morros e Morrotes Alongados.

Apresentam formas de relevo com média dissecação, declividade média, topos extensos e aplanados, vertentes com perfis retilíneos a convexos, drenagem de baixa densidade, padrão paralelo, vales abertos a fechados, às vezes escarpados com córregos encachoeirados e feições ruiformes elaboradas sobre os arenitos friáveis da Formação Furnas, conforme ilustra a **Foto 5.4**.



Foto 5.4 – Colinas Médias e Amplas que recobrem o Planalto dos Guimarães, observadas na Cachoeira Véu de Noiva, Parque Nacional de Chapada dos Guimarães. Foto: P. R. Castro Júnior (2005).

Apresentam solos essencialmente arenosos e relativamente profundos, comportando-se, em relação ao funcionamento hídrico e suscetibilidade à erosão, de maneira similar às áreas de Colinas Amplas associadas a Neossolos Quartzarênicos anteriormente descritas. Bordas de escarpas, cabeceiras de drenagem e veredas, existentes nessas áreas, constituem terrenos ainda mais sensíveis à erosão.

5.3.4.6 – ESCARPA EROSIVA

Ocorre no extremo-norte da área mapeada, posicionada entre as cotas 320 a 680m de altitude, totalizando um desnível de 400m e constituindo uma escar-

pa erosiva sustentada por arenitos de origem eólica da Formação Botucatu, com aspecto festonado devido às feições ruiformes no topo e nas bordas do Planalto, aos depósitos de tálus no sopé das escarpas, bem como aos grandes espigões lineares subparalelos que se projetam sobre as rampas coluvionadas em direção à Depressão Cuiabana.

Trata-se de uma unidade de relevo, com uma configuração relativamente estreita, alongada e sinuosa, com grande amplitude, alta declividade devido ao perfil retilíneo e subvertical da encosta, baixa densidade de drenagem, topos estreitos e angulosos, padrão de drenagem paralelo.

A alta declividade do terreno, a presença de solos rasos (Neossolos Litólicos), afloramentos rochosos e coberturas detríticas (corpos de tálus) condicionam a ocorrência tanto de processos erosivos (especialmente por sulcos e ravinas) e de processos de escorregamento. As águas de chuva praticamente não se infiltram, escoando com grande energia, sendo retidas em fraturas abertas em rochas expostas, e nos corpos de tálus acumulados nas porções inferiores das encostas. A exuberante vegetação existente é fator importante na dissipação das energias erosivas e de movimentos de massa, e, se destruídas, podem provocar desequilíbrios com a intensificação desses processos (**Foto 5.5**).



Foto 5.5 – Escarpa erosiva de aspecto festonado, com feições ruiformes, depósitos de tálus e esporões digitados. Foto: Gustavo Rocha (2005).

5.3.4.7 – RAMPAS COLUVIONADAS

Ocorrem no extremo-norte da área mapeada, posicionada entre as cotas 320 e 360m, compreendida entre o sopé das escarpas festonadas e as Colinas Médias da Depressão Dissecada, representando uma superfície inumada, correspondente à unidade geomorfológica de transição entre o Planalto dos Guimarães e a Depressão Cuiabana.

Esta forma de relevo apresenta indícios de processos de movimento de massa, evidenciando coluvionamentos, contemplando formas de relevo em rampa com suave dissecação, pequena amplitude, declividade baixa, baixa a média densidade de drenagem, amplos e médios interflúvios, topos extensos e aplanados, vertentes com perfil retilíneo, padrão de drenagem paralelo a subdendrítico, vales abertos, conforme ilustra a **Foto 5.6**.

São áreas cobertas por solos relativamente profundos e essencialmente arenosos (Neossolos Quartzarênicos), com ocorrência freqüente de veredas/campos úmidos, e surgências que dão origem a importantes cursos d'água. Comportam-se em relação ao funcionamento hídrico e à suscetibilidade à erosão de maneira similar ao anteriormente descrito para as colinas e patamares com cobertura arenosa.

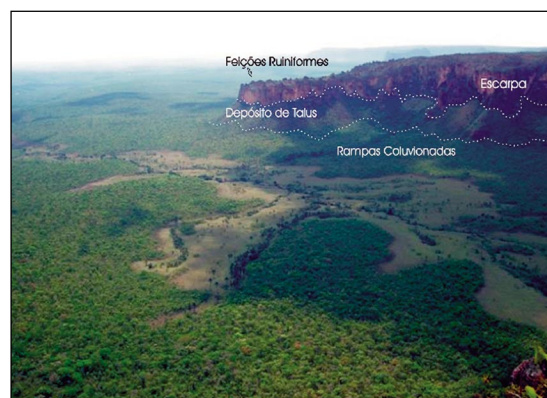


Foto 5.6 – Rampas Coluvionadas das nascentes e vereda do rio Paciência, observadas no Parque Nacional de Chapada dos Guimarães. Foto: P. R. Castro Júnior (2005).

5.3.4.8 – MORROS COM CRISTAS E ENCOSTAS RAVINADAS

Esta forma de relevo ocorre mais extensamente na porção norte da área mapeada, acompanhando, como uma franja, o escarpamento formado pelas rochas argilíticas da Formação Ponta Grossa e areníticas das formações Vila Maria e Furnas. Ocupa as cotas 360 a 760m, com topografia bem movimentada, compreendida entre o sopé das escarpas e as Colinas Médias da Depressão Dissecada, caracterizando-se como uma unidade geomorfológica de transição entre a Depressão Cuiabana e o Planalto dos Guimarães.

Esta forma de relevo, com nítidos processos de ravinamento nas encostas, foi exumada durante o processo de recuo da escarpa. Apresenta formas de relevo com forte dissecação, amplitude média, alta declividade, média densidade de drenagem de cursos d'água perenes, e alta densidade dos cursos d'água intermitentes e efêmeros, interflúvios médios, topos restritos e angulosos formando cristas, vertentes ravinadas com perfil retilíneo, padrão de drenagem perene com padrão paralelo, vales fechados. Presença de formas residuais isoladas configurando morros-testemunhos do tipo mesa, dentre os quais o Morro de São Jerônimo é o principal representante, conforme ilustra a **Foto 5.7**.



Foto 5.7 – Cristas e Encostas Ravinadas, observadas ao longo da rodovia Emanuel Pinheiro, próximo ao rio Claro. Foto: Gustavo Rocha (2005).

Apresentam vertentes com alta declividade, cobertura pedológica pouco profunda a rasa (Neossolos Litólicos e Cambissolos), afloramentos rochosos e corpos de tálus na porção inferior. Tais características refletem alta energia erosiva e possibilidades de ocorrência de movimentos de massa, comportando-se, portanto, de forma similar ao apresentado para a Escarpa Erosiva.

5.3.4.9 – MORROS E MORROTES ALINHADOS

Esta forma de relevo ocorre em quatro áreas distintas: na porção oeste da área mapeada ocupando as cotas 280 a 440m de altitude, com forte controle estrutural, associado à Faixa de Dobramentos Paraguai-Araguaia; na porção norte, ocupando as cotas 280 a 400m de altitude, onde morros alinhados formam linhas cumeadas conferindo o aspecto de um extenso conjunto de serras rebaixadas, resultante do desmonte e recuo diferencial da escarpa erosiva, na porção sudeste, na Depressão Pediplanada, acompanhando os Morros com Cristas e Encostas Ravinadas, entre as cotas 320 e 400m de altitude, e formando um notável alinhamento de morrotes com cristas aguçadas, configurando uma linha cumeada ao longo de um conjunto de inúmeros morrotes alinhados na direção SW-NE, que delimita uma escarpa de linha de falha com considerável recuo erosivo, onde se observa, entre o atual *front* da escarpa e os morrotes alinhados, leques aluviais ou rampas de tálus e colúvio em sopé de encosta e, finalmente, no interior da Depressão Pediplanada, próximo às Planícies e Leques Fluviais em altitudes variando de 300 a 450m, constituindo morros do tipo *inselbergs*, no município de Santo Antônio de Leverger.

As formas de relevo desta unidade estão associadas ao controle estrutural da

faixa de dobramentos, apresentando forte dissecação, amplitude média, alta declividade (> 30%), média densidade de drenagem, interflúvios médios, topos restritos, convexos, ligeiramente arredondados, vertentes com perfil retilíneo, padrão de drenagem paralelo a retangular, vales fechados. Presença freqüente de feições do tipo lineamentos e linhas cumeadas, conforme ilustra a **Foto 5.8**.



Foto 5.8 – Aspecto dos Morros e Morrotes Alinhados, observados nas proximidades da rodovia Vicente Bezerra Neto. Foto: P. R. Castro Júnior (2005).

Apresentam características topográficas e de cobertura detrítica similar às apresentadas para a unidade de Morros e Morrotes Alongados, comportando-se também similarmente em relação aos processos de dinâmica superficial.

5.3.4.10 – MORROTOS

Esta forma de relevo apresenta-se alinhada com a direção SW-NE, sustentada por veios de quartzo, que se destacam no interior da Depressão Dissecada, ocupando as cotas de 200 e 240m de altitude, na porção centro-norte da área mapeada.

Esta forma de relevo apresenta dissecação média, declividade média, amplitude pequena a média, topos restritos e arredondados, vertentes com perfil convexo a retilíneo, média densidade de drenagem, interflúvios médios, padrão den-

drítico, vales fechados a abertos, conforme ilustra a **Foto 5.9**.

Apresentam características e comportamento da dinâmica superficial similar ao descrito para a unidade de Morros e Morrotes Alongados.



Foto 5.9 – Aspecto de Morrotes na zona norte da cidade de Cuiabá. Foto: P. R. Castro Júnior (2005).

5.3.4.11 – COLINAS MÉDIAS

Trata-se de uma das formas de relevo predominantes na área mapeada, correspondendo à extensa área localizada nas porções central, norte, noroeste, oeste e sudoeste, ocupando as cotas 200 e 240m, onde se localiza a maior parte das áreas urbanas de Cuiabá e Várzea Grande.

Apresentam média dissecação, pequena amplitude, declividade média, interflúvios médios, topos extensos, arredondados, perfis das vertentes convexos a retilíneos, densidade de drenagem média, padrão sub-retangular a dendrítico, vales abertos a fechados, conforme ilustra a **Foto 5.10**.

A cobertura pedológica com espessura relativamente pequena (Neossolos Litólicos, Cambissolos e Plintossolos) dificulta a infiltração das águas de chuva que tendem ao escoamento superficial. A declividade média das vertentes, dificilmente inferior a 15%, permite controlar com relativa facilidade a energia do escoamento das águas, especialmente quando tais áreas encontram-se cobertas por vegetação. Entretanto, quando desprovidas da

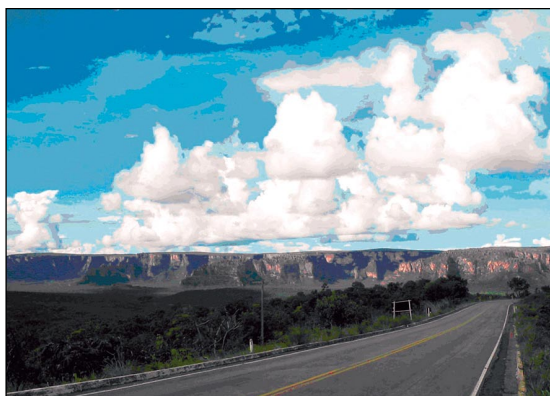


Foto 5.10 – Aspecto das Colinas Médias, observadas em um loteamento de chácaras de recreio na rodovia Emanuel Pinheiro. Foto: P. R. Castro Júnior (2005).

cobertura vegetal, processos erosivos por erosão laminar e linear (sulcos e ravinas pouco profundos) desenvolvem-se com relativa facilidade.

5.3.4.12 – RAMPAS PEDIPLANADAS

Esta forma de relevo ocupa uma área equivalente a da Unidade de Colinas Médias, correspondendo à extensa área localizada nas porções centro-sul e centro-oeste, na bacia do ribeirão Cocais, e nas porções centro-norte, nordeste e leste, na bacia do rio Aricá-Açu, estendendo-se do sopé da frente de escarpas, e das cristas ravinadas, até as superfícies planas dos leques fluviais que compõem o Pantanal Mato-grossense, bem como na porção noroeste, em uma pequena área no interior da Depressão Dissecada.

Ocupam freqüentemente as cotas 160 a 200m, apresentando suave dissecação, pequena amplitude, baixa declividade, baixa densidade de drenagem, amplos interflúvios, topos extensos e aplanados, vertentes com perfil retilíneo a convexo, padrão de drenagem subparalelo a dendrítico, vales abertos, planícies aluvionares interiores desenvolvidas.

Observa-se a presença de drenagem fechada, formando lagoas intermitentes ou embaciadas, e no seu interior, raras formas

residuais do tipo *inselberg*, sendo o mais conhecido o Morro de Santo Antônio de Leverger, conforme ilustra a **Foto 5.11**.

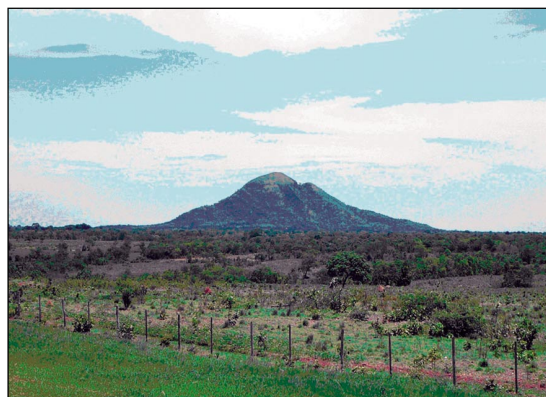


Foto 5.11 – Aspecto das rampas da Depressão Pediplanada tendo ao fundo o morro do tipo *inselberg*, conhecido como Morro de Santo Antônio de Leverger. Foto: P. R. Castro Júnior (2005).

Em relação à cobertura pedológica, três situações foram observadas, condicionando diferentes comportamentos de dinâmica superficial:

- 1-Superfícies em rampa associadas a Argissolos e Plintossolos. São áreas com drenagem imperfeita pela presença em subsuperfície de camadas de impedimento constituídas por horizontes pedológicos praticamente impermeáveis, favorecendo o escoamento concentrado das águas e processos erosivos e alagamentos.
- 2-Áreas bem drenadas associadas a solos rasos (Neossolos Litólicos e Plintossolos Petroplínticos). As águas pluviais praticamente não se infiltram, escoando-se com baixa energia, ou causando alagamentos, dependendo da declividade da vertente, impondo, tão somente, processos erosivos superficiais (erosão laminar).
- 3-Áreas de agradação mal drenadas, ligeiramente embaciadas, associadas a Campos Úmidos, com ocorrência de Solos Hidromórficos, que permanecem alagados durante período chuvoso. Setores ligeiramente declivosos são sub-

metidos a processos erosivos, podendo, por interceptação do lençol freático, desenvolver fenômenos de *piping* com manifestação de colapsos por boçorocamento.

5.3.4.13 – PLANÍCIE FLUVIAL - TERRAÇOS ALTOS

Esta forma de relevo corresponde aos Terraços Fluviais do rio Cuiabá, com períodos de recorrência de cheias de cinco anos, atingindo a cota 148m de altitude. Cheias maiores ocorrem com período de recorrência de 50 anos, atingindo a cota 150,23m de altitude.

Apresenta superfície praticamente plana, sem dissecação ao longo do rio Cuiabá, sujeita a inundações nas cheias excepcionais, com terraços fluviais em posição topográfica visivelmente alçada em relação às margens do curso d'água, constituídas por depósitos sedimentares, dentre eles argilas expansivas, conforme ilustra a **Foto 5.12**.



Foto 5.12 – Aspecto da Planície Fluvial - terraços altos, mostrando a ocupação urbana em área de alto risco à inundação quando das cheias excepcionais. Foto: Mário Castro (1990).

Nesta Planície Fluvial observa-se a presença de diques marginais, que são formas estreitas e alongadas acompanhando as margens do rio, resultantes do seu pré-territo transbordamento, constituídos de se-

dimentos semiconsolidados silto-arenosos, livres das inundações.

Nesta unidade de relevo, o risco a alagamentos e inundações nas cheias excepcionais é alto; quando em solos argilosos, podem-se observar processos de recalques e colapsos. Setores ligeiramente declivosos permitem a instalação de processos erosivos, com possibilidades de desenvolver fenômenos de *piping* com manifestação de boçorocas. Tais processos da dinâmica superficial manifestam-se com similaridade nas demais unidades associadas a Planícies e Terraços, que serão, a seguir, descritas.

5.3.4.14 – PLANÍCIE FLUVIAL - TERRAÇOS BAIXOS

Superfície plana de formato alongado, desenvolvida em alguns trechos do rio Aricá-Açu com inundações frequentes e presença de áreas alagadas, constituindo depósitos aluviais em superfícies praticamente planas ou levemente inclinadas, formando um patamar entre o limite externo do canal fluvial e os depósitos sedimentares atuais, conforme ilustra a **Foto 5.13**.



Foto 5.13 – Aspecto dos terraços baixos da Planície Fluvial do rio Aricá-Açu ao fundo, contornados pelas rampas da Depressão Pediplanada, em primeiro plano, mais elevadas topograficamente. Foto: P. R. Castro Júnior (2005).

5.3.4.15 – PLANÍCIE ALUVIONAR MEANDRIFORME

Superfície plana inundável nas cheias anuais, com presença de barras fluviais arenosas assinalando a migração do canal fluvial, diques marginais e meandros abandonados, que correspondem a depósitos sedimentares do canal fluvial meandran-te, com gênese associada ao baixo gradi-ente de terrenos praticamente planos.

Os meandros possuem feições carac-terísticas, como as margens côncavas, onde ocorre o processo de escavação (bancos de solapamento), enquanto nas margens convexas ocorre a sedimentação (*point bar*), conforme ilustra a **Foto 5.14**. Pântanos de reverso podem ocorrer à re-taguada dos diques marginais, com pre-sença de depósitos orgânicos.



Foto 5.14 – Aspecto da Planície Aluvionar Meandriforme, evidenciando processo erosivo antrópico causado pelo desmatamento das margens côncavas do rio Cuiabá.

5.3.4.16 – LEQUE FLUVIAL

Superfície plana composta pela coalescência de cones aluviais sujeita, concomitantemente, aos processos de sedimentação e erosão nas inundações anuais. A inundação dessas áreas ocasiona a deposição de partículas, ao mesmo tempo em que o fluxo de água em filetes entrelaçados na superfície do terreno provoca a erosão, muitas vezes individualizando micror-

relevos que posteriormente serão ocupa-dos por térmitas edificando os murundus, conforme ilustra a **Foto 5.15**.



Foto 5.15 – Aspecto da superfície plana do Leque Fluvial do rio Aricá-Açu, com microrrelevos de térmitas. Foto: Gilberto Scislewski (2005).

5.4 – CONCLUSÕES

O mapeamento geomorfológico da região de Cuiabá e Várzea Grande contempla uma parte de três grandes unidades morfoestruturais brasileiras: a Bacia Sedimentar do Paraná, de idade paleozóica, com suas rochas areníticas e argiliticas estratificadas; a Faixa de Dobramentos Paraguai-Araguaia, onde predominam rochas metamórficas de baixo grau, de idade pré-cambriana, especialmente filitos com xistosidade bem desenvolvida e metarenitos com veios de quartzo; e a Bacia Sedimentar do Pantanal com sedimentos recentes.

A ação climática sobre essas morfoestruturas elaborou três importantes regiões geomorfológicas do estado de Mato Grosso conhecidas como Planalto dos Guimarães, ocupando a extremidade norte a oeste da área mapeada, alcançando altitudes em torno de 800m, sendo uma fonte ativa de sedimentos; a Depressão Cuiabana, representando a maior parte da área mapeada, com altitudes que variam entre 150 a 300m; e o Pantanal Mato-grossense, na porção sul da área, caracterizando-se como uma imensa planície

inundável com altitudes inferiores a 150m, que recebe a deposição dos sedimentos gerados à montante, caracterizando-se por relevos agradacionais.

A transição entre o Planalto dos Guimarães e a Depressão Cuiabana é feita por meio de escarpamentos elaborados sobre arenitos friáveis da Formação Botucatu, originando uma escarpa festonada com depósitos de tálus, feições ruiformes e esporões digitados, cujo recuo deixa para trás uma superfície inumada sob a forma de rampas coluvionadas. Onde ocorrem os arenitos da Formação Furnas sobrepostos pela Formação Ponta Grossa, o escarpamento é simples, às vezes apenas ressaltos, cujo recuo revela um relevo exumado sob a forma de morros com cristas e encostas ravinadas.

O Planalto dos Guimarães é nitidamente compartimentado em duas unidades morfológicas, uma, representada pela Chapada dos Guimarães, com superfícies cimeiras, conservadas a suavemente dissecadas com pequena amplitude, cujas formas de relevo receberam a denominação de Chapadas, Colinas Amplas e Patamar. A outra unidade morfológica apresenta formas de relevo com média a forte dissecção, amplitude média e declividade média a alta, com a presença de vales fechados e córregos encachoeirados.

A Depressão Cuiabana apresenta três unidades morfológicas, uma com dissecção média a forte, amplitude média e controle estrutural da faixa de dobramentos, denominada Depressão Dissecada, constituída por formas dissecadas em colinas, morrotes e morros. Outra unidade morfológica caracteriza-se por formas de relevo com suave dissecção, pequena amplitude, baixa declividade, baixa densidade de drenagem e amplos interflúvios, denominada Depressão Pediplanada, sendo constituída por pedimentos em forma de rampas com a presença de raros

inselbergs, sugerindo que a denudação da unidade deu-se em paleoclima árido.

Na Depressão Cuiabana identifica-se também a presença de uma unidade morfológica de origem agradacional, representada pela planície de inundação do rio Cuiabá, caracterizada por uma superfície plana, sujeita à inundação durante as cheias excepcionais.

O Pantanal Mato-grossense é identificado como uma única unidade morfológica denominada Planícies Fluviais, sendo possível separá-las em três unidades de relevo agradacional, denominadas Planície Fluvial com terraços baixos, Planície Aluvionar Meandriforme e Leque Aluvial.

A Planície Fluvial com terraços baixos representa uma superfície plana de formato alongado, desenvolvida em alguns trechos do rio Aricá-Açu; a Planície Aluvionar Meandriforme, está representada por uma superfície plana inundável nas cheias anuais, ao longo do rio Cuiabá, desenvolvendo barras fluviais e meandros abandonados; e o Leque Fluvial representa as superfícies planas compostas pela coalescência de cones aluviais.

5.5 – BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. F. M. de. Geologia do Centro-Oeste Mato-Grossense. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, Rio de Janeiro* (215): 1-133, 1964.
- ASSINE, M. L. A Bacia Sedimentar do Pantanal Mato-Grossense. *In: Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. MANTESSO-NETO, V. et al. (organizador), São Paulo, Beca, 2004, 647p., il.*
- BORDEST, S. M. L. Aspectos Morfológicos e Morfométricos da Margem Direita da Alta Bacia do Rio Coxipó. *Geografia, Rio Claro, SP, 9* (17-18): 207-216, outubro 1984.

- BORDEST, S. M. L. Riscos Ambientais na Alta Bacia do Rio Coxipó-MT. 1992. 168 pp. Tese (Geociências e Meio Ambiente), Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Rio Claro.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD.21 - Cuiabá. Geologia, geomorfologia pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. 544 p., il., 5 mapas.
- COOKE, R. U. & DOORKAMP, J. C. Geomorphology in environmenttal management – An Introduction. Clareton, 1974. 413 p., il. Oxford.
- DEMECK, J. (org). Manual of detailed geomorphological mapping. Praga, IGU, Comm. Geomorph. Surv. Mapping, 1972. 368 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . Manual Técnico de Geomorfologia. Série Manuais Técnicos em Geociências, nº 5, Bernardo de Almeida Nunes *et al.* (coordenadores). Rio de Janeiro, 1995, 111 p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S. A. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Waldir Lopes Ponçano (coordenador). 1981. 94 p.
- LATRUBESSE, E. M.; RODRIGUES, S. C.S & MAMEDE, L. Sistema de Classificação e Mapeamento Geomorfológico: uma nova proposta. Geosul, Florianópolis, v. 14, n. 27, p. 682-687, nov. 1998. Edição Especial – II Simpósio.
- MAMEDE, L. Compartimentação Geomorfológica da Região Centro-Oeste. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*. Núcleo Centro-Oeste. Goiânia: IBGE/DIGEO-GO, n. 16, jul. 1993.
- MOREIRA, C. V. R.; PIRES-NETO, A. G. Clima e Relevos. *In*: OLIVEIRA, A. M. dos S. & BRITO, S. N. A. de. Geologia de Engenharia. 1ª edição. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. 1998. Volume único, capítulo 5, p. 80-81.
- NUNES, B. de A.; RIBEIRO, M. I. de C.; ALMEIDA, V.J. de; *et al.* (Coordenadores). Manual Técnico de Geomorfologia. Rio de Janeiro, 1995. IBGE, 111 p.
- PONÇANO, W. L.; BISTRICHI, C. A.; CARNEIRO, C. dal R.; *et al.* O Conceito de Sistemas de Relevos Aplicado ao Mapeamento Geomorfológico do Estado de São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S. A. – IPT. 1979. 10 p.
- ROSS, J. L. S. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevos. *Revista do Departamento de Geografia*, Universidade de São Paulo, volume único, nº 6, p. 17-29, 1992.
- ROSS, J. L. S. & SANTOS, L. M. dos S. Geomorfologia. *In*: Projeto RADAMBRASIL. Folha SD.21 - Cuiabá. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Rio de Janeiro, 1982. 544 p., il., 5 mapas.
- ROSS, J. L. S.; IMENES, M. B.; RODRIGUES, S. C.; *et al.* Geomorfologia. Parte 1: Consolidação de Dados Secundários, Nível Compilatório. *In*: Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico: diagnóstico sócio econômico ecológico do estado de Mato Grosso e assistência técnica na formulação da 2ª aproximação. Cuiabá: Relatório Técnico, 1997. 70 p.
- STEWART, G. A. & PERRY, R. A. Survey of Towsville-Bawen region (1950). C.S.I.R.O. – L.R.S., 1953, 2, 87 p.: Australia.
- ZONEAMENTO SÓCIO-ECONÔMICO-ECOLÓGICO: DIAGNÓSTICO SÓCIO-ECONÔMICO-ECOLÓGICO DO ESTADO DE MATO GROSSO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA NA FORMULAÇÃO DA 2ª APROXIMAÇÃO. Geomorfologia. Parte 1: Con-

- solidação de Dados Secundários, Nível Compilatório. Cuiabá: Relatório Técnico, 1997. 70 p.
- ZONEAMENTO SÓCIO-ECONÔMICO-ECOLÓGICO: DIAGNÓSTICO SÓCIO- ECONÔMICO-ECOLÓGICO DO ESTADO DE MATO GROSSO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA NA FORMULAÇÃO DA 2ª APROXIMAÇÃO. Apresentação Geral das Memórias Técnicas – Geomorfologia. Parte 2: Sistematização das Informações Temáticas, Nível Compilatório. Cuiabá: Relatório Técnico, 2000. 40 p.

6 – SOLOS

6.1 – ASPECTOS INICIAIS

Grande parte dos problemas concernentes aos estudos dos solos está relacionada às dificuldades de identificação e mapeamento dos mesmos em escalas compatíveis com as necessidades de cada região. Essas dificuldades são fundamentais para a determinação correta da sua aptidão agrícola, manejo e conservação do solo, da água e também na preservação ambiental.

O conhecimento sobre os solos é, portanto, indispensável à avaliação das potencialidades e limitações ambientais de uma dada região, e de fundamental importância para a compreensão das interações entre os diversos componentes do meio ambiente.

Este trabalho consistiu no levantamento dos solos na área de Cuiabá, Várzea Grande e Entorno, realizado em nível de reconhecimento, de acordo com as normas preconizadas pela Embrapa Solos. Procura condensar as informações de forma a possibilitar uma visão geral da distribuição e das principais características dos solos dominan-

tes e constitui, sem dúvida, uma importante contribuição para o conhecimento das suas condições ambientais, com ênfase especial à distribuição de solos, com grande potencial para orientar o planejamento do uso e ocupação das terras visando um desenvolvimento racional e sustentável.

6.2 – MÉTODOS DE TRABALHO

6.2.1 – PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Para aquisição de informações e dados secundários sobre a área do projeto foram pesquisados diversos relatórios técnicos disponíveis na Universidade Federal de Mato Grosso, SICME, Prefeituras, trabalhos publicados em congressos, teses de doutorado, dissertações de mestrado e relatórios de projetos desenvolvidos pela CPRM e pela EMBRAPA.

6.2.2 – SERVIÇOS INICIAIS DE ESCRITÓRIO E CAMPO

O trabalho foi executado em acordo as normas em uso pela Embrapa Solos,

com identificação de solos realizada no campo, onde foram percorridos a maioria dos acessos que cobrem as áreas dos municípios de Cuiabá e Várzea Grande, partes dos municípios de Santo Antônio do Leverger e Nossa Senhora do Livramento, objeto deste estudo. Nessa etapa, além das principais características dos solos, avaliadas em trincheiras (perfis), sondagens a trado e observações de barrancos, procedeu-se à observação dos demais aspectos do meio, como vegetação, material de origem, relevo, posição relativa na paisagem, intensidade do processo erosivo etc., de modo a identificar suas inter-relações e estabelecer os limites dos distintos ecossistemas que caracterizam a área. Em locais representativos, foram realizadas descrição e coleta de perfis, conforme Lemos & Santos (1996), cujos materiais foram analisados de acordo com os métodos constantes em Embrapa (1979, 1997).

A partir dos registros de campo, em conjunto com os dados analíticos, realizou-se a interpretação de fotografias aéreas, escala 1:60.000, com apoio adicional de imagens de satélite, escala 1:100.000, e assim estabelecidos os limites das unidades de mapeamento. As unidades de solos foram discriminadas utilizando-se da estereoscopia e delineadas diretamente sobre as fotografias aéreas, sem a utilização de *overlays*. Essas fotografias foram escanerizadas e ajustadas quase que perfeitamente sobre a imagem de satélite Landsat 7ETM+ ortorretificada para a captura das linhas de solos. Como forma de aumentar a precisão do mapeamento utilizou-se das curvas de nível sobre as fotos já georreferenciadas e ajustadas, para auxiliar na digitalização dos polígonos de solos. Esse processo foi realizado utilizando-se o *software* ArcGis 9.0 com auxílio da extensão *advanced editing* para melhor delineamento das linhas do mapeamento.

Nos métodos tradicionais as interpretações são transferidas para base planialtimétrica, muitas vezes em papel ou poliéster, para posterior digitalização. Nesse método desenvolvido para o projeto a passagem direta das interpretações, num sistema digital, resultou na melhoria da precisão ao evitarem-se os erros de transferências, as distorções das bases e os erros da digitalização manual.

No presente trabalho produziu-se um Mapa de Solos na escala 1:100.000, em nível de reconhecimento. Como resultado, foi elaborado um relatório técnico, no qual, além de uma visão geral sobre as principais características ambientais de Cuiabá, Várzea Grande e entorno, são apresentados os critérios utilizados para distinção e classificação dos solos e uma descrição das principais classes de solos, acompanhada por perfis representativos. A distribuição espacial dos solos é representada em um mapa na escala 1:100.000, constituído por 40 unidades de mapeamento, que compõem a legenda de identificação dos solos. Aplicaram-se as classificações do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999). Na legenda os solos foram individualizados até o quarto nível categórico, seguido de textura, tipo de horizonte A, fases de vegetação, relevo e, para solos pouco evoluídos, substrato geológico.

6.2.3 – SERVIÇOS DE LABORATÓRIO

Os materiais de solo amostrados foram analisados nos laboratórios da Embrapa Solos, conforme os métodos constantes em Embrapa (1979, 1997).

As determinações analíticas foram feitas na terra fina seca ao ar (TFSA), obtida após destorroamento e tamização da amostra total para separação e quantificação volumétrica das frações calhaus (2 -20cm) e cascalhos (2-20mm), e os resultados referem-se à terra fina seca a

105°C. Na determinação da composição granulométrica empregou-se NaOH 4% como dispersante e agitação em alta rotação por 15 minutos: areia grossa (0,2-2mm) e areia fina (0,05-0,2mm) foram obtidas por tamização, argila (< 0,002mm) determinada por densimetria pelo método do hidrômetro de Bouyoucos e o silte (0,002-0,05mm) obtido por diferença. Pelo mesmo procedimento, com substituição do dispersante químico por água destilada, foi determinada a argila dispersa em água e então calculado o grau de flocculação, que expressa a proporção de argila não dispersa por este tratamento em relação ao teor total.

Os valores de pH em água e em KCl 1N foram medidos com eletrodo de vidro, em suspensão solo-líquido na proporção 1:2,5; o conteúdo de carbono (C) orgânico foi determinado por oxidação da matéria orgânica pelo bicromato de potássio 0,4N em meio sulfúrico e titulação por sulfato ferroso 0,1N, e o de nitrogênio total (N) por digestão de amostra com mistura sulfúrica na presença de sulfatos de cobre e sódio e dosagem por volumetria com HCl 0,01N, após retenção do NH_2 em ácido bórico, em câmara de difusão (método Kjeldahl). Fósforo assimilável (P assim.) foi extraído com solução de HCl 0,05N e H_2SO_4 0,025N (North Carolina) e dosado colorimetricamente pela redução do complexo fosfomolibdico com ácido ascórbico, em presença de sal de bismuto. Com solução de HCl 1N na proporção 1:20 foram extraídos cálcio (Ca^{++}) e magnésio (Mg^{++}) trocáveis e alumínio (Al^{+++}) extraível. Numa mesma alíquota, após a determinação do Al por titulação da acidez com NaOH 0,025N, foram determinados Ca e Mg, com solução de EDTA 0,0125M, e em outra somente Ca. Potássio (K^+) e sódio (Na^+) trocáveis foram extraídos com HCl 0,05N na proporção 1:10 e determinados por fotometria de chama, e a acidez extraível

($\text{H}^+ + \text{Al}^{+++}$) por titulação com solução de NaOH 0,0606N, após extração com solução de acetato de cálcio 1N ajustada a pH = 7, na proporção 1:15. Pela soma dos cátions básicos trocáveis (Ca, Mg, K e Na) obteve-se o valor S (soma de bases) que, acrescido da acidez extraível (H + Al), corresponde à capacidade de troca catiônica (valor T). Dividindo-se o valor S e o conteúdo de sódio trocável pelo valor T, obteve-se, respectivamente, as percentagens de saturação por bases (V%) e por sódio (Sat. Na). A saturação por alumínio (Sat. Al) refere-se à proporção desse elemento em relação ao somatório dos teores de cátions básicos trocáveis com o de alumínio extraível.

Pelo tratamento com H_2SO_4 na proporção 1:1 por fervura, sob refluxo, com posterior resfriamento, diluição e filtração (ataque sulfúrico), foram determinados os teores de Si, Al, Fe e Ti constituintes dos minerais secundários (com eventual contribuição de magnetita e ilmenita), que são expressos na forma de óxidos. Em uma alíquota do filtrado foram determinados Fe_2O_3 , por volumetria com solução de EDTA 0,01M em presença de ácido sulfosalicílico como indicador, e em seguida, juntamente, Al_2O_3 , com solução de EDTA 0,031M e sulfato de zinco 0,0156M, e TiO_2 , pelo método colorimétrico clássico da água oxigenada, após eliminação da matéria orgânica. No resíduo, após solubilização com solução de NaOH 0,8% sob fervura branda e refluxo, foi determinado, por espectrofotometria, o teor de SiO_2 em alíquota do filtrado, após a redução do complexo silicomolibdico pelo ácido ascórbico. Os teores desses óxidos foram usados para cálculo das relações moleculares $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (índice Ki), $\text{SiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ (índice Kr), e $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$.

Para determinação do equivalente de CaCO_3 (que expressa o conteúdo em carbonatos de cálcio e de magnésio), foi rea-

lizado ataque por HCl 0,5N a quente e titulação da acidez com NaOH 0,25N, com fenolftaleína como indicador. O teor de enxofre total foi determinado por gravimétrica, após ataque com HCl 1:1 (v/v) e precipitação com BaCl₂.

Em horizontes com teores elevados de sais foram realizadas determinações de percentagem de água na pasta saturada, que refere-se ao percentual (v/p) de água de saturação contida em preparo pastoso da terra fina, e no extrato obtido por filtração da pasta saturada determinando a condutividade elétrica, por condutimetria, e conteúdo de sais solúveis: Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ e Na⁺, por métodos similares aos de bases trocáveis, CO₃⁻, HCO₃⁻ e Cl⁻ por volumetria e SO₄⁻ por gravimetria.

Por métodos óticos, com emprego de lupa binocular e microscópio petrográfico, e em alguns casos microtestes químicos complementares, foi realizada a determinação qualitativa e semiquantitativa das espécies mineralógicas das frações areia, cascalhos e calhaus, com os resultados expressos em percentagem aproximada; para caracterização mineralógica da fração argila empregou-se difratometria de raios X e análise termo-diferencial.

A descrição detalhada dos métodos utilizados em análises para caracterização dos solos está contida em Embrapa (1979, 1997).

6.2.4 – SERVIÇOS FINAIS DE ESCRITÓRIO

Com base nos resultados analíticos e observações de campo, procedeu-se aos ajustes finais do delineamento e foram estabelecidos em definitivo os conceitos das unidades de mapeamento que compõem a legenda representativa dos solos da área.

A seguir, são descritos, de forma resumida, os critérios adotados para a individualização das classes de solo, conforme estabelecido em Embrapa (1999), com referência às diferenças que porventura ocorram em relação ao sistema anterior. Como critério adicional para distinção de unidades de mapeamento foram também empregadas fases, visando prover mais informações sobre as condições ambientais da área.

6.2.4.1 – CRITÉRIOS, DEFINIÇÕES E CONCEITOS PARA O ESTABELECIMENTO DAS CLASSES DE SOLOS E FASES EMPREGADAS

■ Atributos e Características Diagnósticas

Material orgânico – refere-se ao material de solo constituído por quantidades expressivas de compostos orgânicos, que impõem preponderância de suas propriedades sobre os constituintes minerais, caracterizados por conteúdos de carbono (C) iguais ou superiores a 120g/kg, ou que satisfaçam à equação: $C \geq 80 + 0,067 \times$ teor de argila (g/kg).

Material mineral – refere-se ao material de solo constituído essencialmente por compostos inorgânicos, em graus variáveis de intemperização, misturados ao material orgânico, porém em quantidades inferiores às especificadas acima.

Atividade da fração argila – refere-se à capacidade de troca de cátions (CTC) atribuída à fração argila, determinada pela divisão do valor T pelo teor de argila. Baixa atividade (Tb) refere-se a capacidade de troca inferior a 27cmol/kg de argila⁽¹⁾, e alta atividade (Ta) a valores maiores ou iguais a este. Este critério é considerado

⁽¹⁾ Pelo sistema de classificação anteriormente adotado no Brasil, para essa distinção era considerado o valor de 24cmol/kg de argila, referente à atividade da argila calculada após descontar-se a participação da matéria orgânica, considerada como de 0,45cmol/g de carbono.

em pertinência ao horizonte B, ou ao C quando não existir B; não se aplicam a materiais de solo das classes texturais areia e areia franca.

Saturação por bases – refere-se à proporção de cátions básicos trocáveis em relação a CTC (valor T) determinada a pH = 7; alta saturação específica saturação por bases (valor V) igual ou superior a 50% e baixa saturação indica valores inferiores a este. São designadas, respectivamente, pelos termos: eutrófico e distrófico.

Este critério é considerado em relação ao horizonte B, ou ao C, quando não existir B, ou ao A, na ausência de B ou C; exceto no caso de solos ricos em sódio trocável, em que não é considerado.

No caso de ocorrer diferença em profundidade quanto a esse caráter, o prefixo *epi* é acrescido às designações acima, para indicar o estado de saturação da(s) camada(s) superficial (ais), empregado como elemento distintivo em sexto nível categórico.

São utilizadas ainda, em quinto nível categórico, as designações hipodistrófico (indicativa de saturação por bases inferior a 35%), mesodistrófico ($V \geq 35\%$ e $< 50\%$), mesoeutrófico ($V \geq 50\%$ e $< 75\%$) e hipereutrófico ($V \geq 75\%$).

Saturação por alumínio – refere-se à proporção de alumínio trocável em relação à soma de bases, que quando maior ou igual a 50%, em associação com teores deste elemento superiores a $0,5 \text{ cmol}_c/\text{kg}$, é considerada na distinção de classes em quinto nível categórico, indicada pelo termo *álico*.

Caráter aluminico – é distinguido pela ocorrência de teores muito elevados de alumínio extraível, em quantidades iguais ou superiores a $4 \text{ cmol}_c/\text{kg}$, em associação com saturação por esse elemento igual ou superior a 50% ou saturação por bases inferior a este valor.

Mudança textural abrupta – consiste em um considerável aumento no con-

teúdo de argila, dentro de uma pequena distância vertical ($\leq 7,5 \text{ cm}$), na zona de transição entre o horizonte A, ou E, e o horizonte B, referente a, no mínimo, o dobro do conteúdo de argila, ou a um acréscimo absoluto de pelo menos 200 g/kg de argila, caso o teor de argila do horizonte sobrejacente seja igual ou superior a este valor.

Plintita – corpo distinto, com diâmetro maior que 2 mm , de material rico em óxidos de ferro, ou de ferro e alumínio, e pobre em húmus, constituído por uma mistura de argila com quartzo e outros materiais, com a propriedade de endurecer irreversivelmente, sob efeito de ciclos alternados de umedecimento e secagem. Suporta amassamento e rolamento moderado entre o polegar e o indicador, podendo ser quebrado com a mão, mas não se esboroa quando submerso em água por duas horas. É formado pela segregação de ferro em ambientes de drenagem restrita, importando em mobilização, transporte e concentração de compostos ferruginosos, e em geral constitui mosqueados de cor vermelha, vermelho-amarelada ou vermelho-escura, com padrões laminares, poligonais ou reticulados.

Petroplintita – material endurecido, na forma de concreções ferruginosas, ou ferro-aluminosas, de dimensões e formas variadas (laminar, nodular, esferoidal ou irregular), individualizadas ou aglomeradas, normalmente proveniente da consolidação irreversível da plintita em decorrência de repetidos ciclos de umedecimento e secagem.

Caráter petroplintico – refere-se à presença de petroplintita em quantidade igual ou superior a 50%, por volume, em um ou mais horizontes ou camadas que em conjunto perfazem espessura mínima de 15 cm .

Cerosidade – consiste em filmes muito finos de material inorgânico de naturezas diversas, orientadas ou não, constitu-

indo revestimentos ou superfícies brilhantes nas faces de elementos estruturais, poros ou canais, resultante de movimentação, segregação ou rearranjo de material coloidal inorgânico (< 0,002mm); quando bem desenvolvidos são facilmente perceptíveis, apresentando aspecto lustroso e brilho graxo.

Superfície de fricção (*slickensides*) – superfície alisada e lustrosa, na maioria das vezes com estriamento marcante, tipicamente inclinada em relação ao prumo dos perfis, que se forma por deslizamento e atrito da massa do solo, causados por movimentação devido à forte expansão do material de solo quando submetido a umedecimento.

Superfície de compressão – superfície alisada, sem estriamento, que pode apresentar algum brilho quando úmida ou molhada, formada pela compressão da massa do solo em decorrência da expansão do material devido a umedecimento.

Contato lítico – refere-se à presença de material endurecido subjacente ao solo, contínuo na extensão de alguns metros de superfície horizontal, exceto pela presença de fendas distanciadas por no mínimo 10cm, representado pela rocha sã ou parcialmente consolidada, de tal forma coeso que torna-se impraticável, ou pelo menos muito difícil, de ser seccionado com pá de corte.

Caráter ácrico – refere-se a conteúdos de bases trocáveis (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+) somadas a alumínio extraível por KCl 1N em quantidades inferiores a 1,5cmol/kg, em associação com valor de pH em KCl 1N igual ou superior a 5,0 ou maior ou igual ao pH em água ($\Delta\text{pH} \geq 0$).

Caráter argissólico – refere-se aos solos com características intermediárias para argissolos em posição não diagnóstica.

Caráter solódico – refere-se a valores de saturação por sódio entre 6 e 15%, encontrados em algum horizonte nos primeiros 150cm do solo.

Relação sílica/alumínio e sílica/sesquióxidos – as relações moleculares $\text{Ki} (\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ e $\text{Kr} (\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ são utilizadas para separar solos cauliniticos ($\text{Ki} > 0,75$ e $\text{Kr} > 0,75$) e oxídicos ($\text{Kr} \leq 0,75$).

Cor e teor de óxidos de ferro – para separação de algumas classes de solo são empregados, como critérios distintivos, cor úmida e teores de ferro (Fe_2O_3 do ataque sulfúrico) do horizonte B, conforme segue:

- solos amarelos - matiz mais amarelo que 5YR;
- solos vermelho-amarelos - matiz 5YR ou mais amarelo que 2,5YR;
- solos vermelhos - matiz 2,5YR ou mais vermelho;
- solos com baixos teores de óxidos de ferro (hipoférricos) - teor de Fe_2O_3 menor que 80g/kg;
- solos com médios teores de óxidos de ferro (mesoférricos) - teor de Fe_2O_3 entre 80 e 180g/kg (para Nitossolos entre 80 e 150g/kg);
- solos com altos teores de óxidos de ferro (férricos) - teor de Fe_2O_3 entre 180 e 360g/kg (para Nitossolos maior ou igual a 150g/kg e menor que 360g/kg);
- solos com muito altos teores de óxidos de ferro (perférricos) - teor de Fe_2O_3 igual ou superior a 360g/kg.

Textura – empregada na distinção de classes em quinto nível categórico, refere-se à composição granulométrica da fração terra fina, representada pelos agrupamentos de classes texturais, conforme segue:

- textura arenosa - compreende composições granulométricas que correspondem às classes texturais areia e areia franca, ou seja, que satisfazem à equação: (teor de areia – teor de argila > 700g/kg);
- textura média - compreende composições granulométricas com menos de 350g/kg de argila e mais de 150g/kg de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca;

- textura argilosa - compreende composições granulométricas com 350 a 600g/kg de argila;
- textura muito argilosa - compreende composições granulométricas com mais de 600g/kg de argila;
- textura siltosa - compreende composições granulométricas com menos de 350g/kg de argila e menos de 150g/kg de areia.

Para indicar a variação de textura em profundidade no perfil a qualificação textural é expressa na forma de fração. No caso dos Latossolos, a qualificação textural refere-se exclusivamente ao horizonte B, exceto quando a variação em profundidade for devida à presença de cascalhos.

Proporção de cascalhos em relação à terra fina – quando em quantidades significativas, a presença de cascalhos (materiais endurecidos com 2 a 20mm de diâmetro) é considerada modificadora da classe textural, sendo reconhecidas as distinções expressas pelas especificações a seguir:

- pouco cascalhenta - indica a ocorrência de cascalhos em quantidade igual ou superior a 80 e inferior a 150g/kg;
- cascalhenta - indica a ocorrência de cascalhos em quantidade igual ou superior a 150 e inferior a 500g/kg;
- muito cascalhenta - indica a ocorrência de cascalhos em quantidade igual ou superior a 500g/kg.

Caráter aniônico - é caracterizado por valor de pH em KCl igual ou superior ao de pH em água (Δ pH positivo ou nulo).

Profundidade do *solum* – indica a espessura dos horizontes A e B, representada pelas designações: raso ($A + B \leq 50$ cm); pouco profundo (> 50 e ≤ 100 cm); profundo (> 100 e ≤ 200 cm) e muito profundo (> 200 cm).

Reação do solo – é representada pelos valores de pH para distinguir solos ácidos ($\text{pH} < 5,6$), neutros ($\text{pH} \geq 5,6$ e $< 7,4$) e alcalinos ($\text{pH} \geq 7,4$).

■ Horizontes-diagnóstico Superficiais

Horizonte A proeminente – constitui horizonte superficial relativamente espesso (com pelo menos 18cm de espessura – a menos que a ele siga um contato lítico, quando deve ter pelo menos 10cm – e com 1/3 da espessura do *solum*, ou 25cm se este tiver mais de 75cm); com estrutura suficientemente desenvolvida para não ser simultaneamente maciço e duro, ou mais coeso, quando seco, ou constituído por prismas maiores que 30cm; escuro (croma úmido inferior a 3,5 e valores mais escuros que 3,5 quando úmido e que 5,5 quando seco); com saturação por bases (V) inferior a 65%⁽²⁾ e conteúdo de carbono igual ou superior a 6,0g/kg.

Horizonte A fraco – é um horizonte mineral superficial que apresenta teores de carbono inferiores a 5,8g/kg, cores muito claras na maior parte do horizonte, com valores quando úmido ≥ 4 , e quando seco ≥ 6 .

Horizonte A moderado – é um horizonte mineral, superficial, com conteúdos de carbono variáveis e características que expressam um grau de desenvolvimento intermediário entre os outros tipos de horizonte A. Apresenta requisitos de cor ou espessura insuficientes para caracterizar horizonte A chernozêmico ou A proeminente, diferindo também do horizonte A fraco seja por sua estrutura, mais desenvolvida, ou pelos conteúdos de carbono superiores a 6g/kg, ou ainda pela presença de cores mais escuras (valor < 4 , quando úmido, ou croma < 6 , quando seco).

⁽²⁾ Pelo sistema de classificação anteriormente adotado no Brasil, para caracterizar o horizonte A chernozêmico, era exigida saturação por bases igual ou superior a 50%, valor considerado para distinção entre ele e o horizonte A proeminente (Embrapa, 1988b).

■ Horizontes-diagnóstico Subsuperficiais

Horizonte B textural – é um horizonte mineral subsuperficial com textura franco-arenosa ou mais fina, onde houve incremento de argila, orientada ou não, desde que não exclusivamente por descontinuidade, resultante da acumulação ou concentração absoluta ou relativa decorrente de processos de iluviação e/ou formação *in situ* e/ou herdada do material de origem e/ou infiltração de argila ou argila mais silte, com ou sem matéria orgânica e/ou destruição de argila no horizonte A e/ou perda de argila no horizonte A por erosão diferencial. O conteúdo de argila do horizonte B textural é maior que o do horizonte A e pode, ou não, ser maior que o do horizonte C.

Horizonte concrecionário – são horizontes normalmente característicos de solos de zonas tropicais do planeta, encontrados, tanto em solos de boa drenagem, onde, via de regra, tratam-se de resquícios de climas pretéritos diferenciados, como em solos de drenagem restrita de baixadas, planícies, terraços, depressões etc., onde quase sempre têm formação atual e ocupam as posições de drenagem mais favorecidas no perfil do solo. São constituídos de 50% ou mais, por volume, de material grosseiro com predomínio de petroplintita do tipo concreções ou nódulos de ferro ou ferro e alumínio, numa matriz terrosa de textura variada ou matiz de material mais grosseiro, identificado com horizonte Ac, Ec, Bc, ou Cc (IBGE, 2005).

Horizonte B latossólico – é um horizonte mineral em avançado estágio de intemperização, evidenciado pela completa ou quase completa ausência de minerais primários facilmente intemperizáveis na fração areia (< 4%, referente à terra

fina; ou < 6% de muscovita), assim como de fragmentos de rocha ou do saprólito (< 5%, em volume) e de argilominerais do grupo das esmectitas (argilominerais 2:1). Sua gênese é marcada por intensa lixiviação de bases, resultando em concentração residual de sesquióxidos e argilas do tipo 1:1. Apresenta espessura mínima de 50cm; pouca diferenciação entre subhorizontes; estrutura forte muito pequena ou pequena granular, ou em blocos subangulares com grau de desenvolvimento não mais que moderado e cerosidade no máximo pouca e fraca; textura franco-arenosa ou mais fina e reduzidos teores de silte (relação silte/argila inferior a 0,6, ou 0,7 se de textura média); grau de flocculação igual ou próximo a 100%, com teores de argila dispersa menores que 200g/kg, desde que o conteúdo de carbono não exceda 4,0g/kg e o pH em KCl seja inferior ao determinado em água; CTC da fração argila⁽³⁾ inferior a 17cmol/kg; e relação molecular $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (índice Ki) menor do que 2,2.

Horizonte B incipiente – consiste em horizonte mineral cujas características evidenciam um estágio de alteração em grau não muito avançado, porém o suficiente para o desenvolvimento de cor ou estrutura. É um horizonte de caráter bastante variável em decorrência do seu grau de evolução ainda incipiente, mas com insuficiência de requisitos distintivos de outros horizontes diagnósticos. Apresenta textura franco-arenosa ou mais fina, podendo conter quantidades expressivas de materiais em decomposição ou com estrutura da rocha original, neste caso desde que não ultrapassem mais da metade de seu volume. Quando apresentar características morfológicas semelhantes ao B latossólico, distingue-se pela maior capa-

⁽³⁾ Pelo sistema anteriormente adotado no Brasil, grau de flocculação e teor de argila dispersa em água não constituíam requisitos distintivos de B latossólico, assim como 13cmol/kg era o valor máximo admitido para a CTC da fração argila, descontada a contribuição da matéria orgânica, considerada como de 0,45cmol/kg de carbono.

cidade de troca da fração argila, ou maior ocorrência de fragmentos de rocha, minerais alteráveis ou argilas 2:1, pelo Ki superior a 2,2, ou ainda pela espessura inferior a 50cm.

Horizonte B plânico – é um tipo especial de horizonte B textural, subjacente a horizonte A ou E e precedido por uma mudança textural abrupta. Apresenta estrutura prismática colunar, ou em blocos angulares e subangulares grandes ou médios, e às vezes, maciça, permeabilidade lenta ou muito lenta e cores acinzentadas ou escurecidas, podendo ou não possuir cores neutras de redução, com ou sem mosqueados. Este horizonte é adensado, com teores elevados de argila dispersa e por ser responsável pela retenção de lençol de água suspenso, de existência temporária.

Horizonte glei – é um horizonte mineral, subsuperficial ou eventualmente superficial, com espessura mínima de 15cm, cujas características de cor refletem a prevalência de processos de redução, com ou sem segregação de ferro, em decorrência de saturação por água durante algum período ou o ano todo. Quando úmido, apresenta em 95% ou mais da matriz do horizonte, ou das faces dos elementos estruturais, cores neutras (N) ou mais azuis que 10Y, ou se os valores forem menores que 4 os cromas são menores ou iguais a 1, ou para valores maiores ou iguais a 4 os cromas são iguais ou inferiores a 2 (para matiz 10YR ou mais amarelo é admitido croma 3, desde que diminua no horizonte seguinte); ou a presença de ferro reduzido seja evidenciada pela forte coloração azul-escuro desenvolvida com o ferricianeto de potássio ou pela cor vermelha intensa desenvolvida pelo alfa, alfa dipiridil. O horizonte glei pode corresponder a horizonte B, C, A, ou E.

Horizonte B plíntico – constitui horizonte mineral, B ou C, de textura franco-arenosa ou mais fina, caracterizado fun-

damentalmente pela presença de plintita em quantidade igual ou superior a 15% e espessura de pelo menos 15cm. Apresenta coloração mosqueada ou variegada, em um arranjo de cores vermelhas, acinzentadas ou brancas, formando um padrão reticulado, poligonal ou laminar.

Horizonte litoplíntico – é constituído de material consolidado, contínuo ou praticamente contínuo, endurecido por ferro e alumínio, no qual o carbono orgânico está ausente ou presente em pequena quantidade. Pode-se apresentar muito fraturado, desde que exista predomínio de blocos com tamanho, no mínimo, 20cm ou as fendas que aparecem são poucas e separadas de 10cm ou mais, umas das outras. Este horizonte deve ter uma espessura de 10cm ou mais.

Horizonte vértico – é um horizonte mineral subsuperficial que, devido à expansão e contração das argilas, apresenta feições pedológicas típicas, que são as superfícies de fricção (*slikensides*) em quantidade no mínimo comum e/ou a presença de unidades estruturais cuneiformes e/ou paralelepédicas, cujo eixo longitudinal tem inclinação de 10° ou mais em relação à horizontal, e fendas por algum período mais seco do ano com pelo menos 1cm de largura.

Horizonte E alábico – horizonte mineral comumente subsuperficial no qual a remoção ou segregação de material coloidal inorgânico e orgânico progrediu a tal ponto que a cor do horizonte é mais determinada pela cor das partículas primárias de areia, silte, e até mesmo da argila, do que por revestimentos nessas partículas.

Fragipã – é um horizonte mineral subsuperficial, com 10cm ou mais de espessura, que tem conteúdo de matéria orgânica muito baixo, a densidade do solo é alta em relação aos horizontes sobrejacentes e é aparentemente cimentado quando seco, tendo então consistência

dura, muito dura ou extremamente dura. O fragipã dificulta ou impede a penetração das raízes e da água no horizonte em que ocorre.

Duripã – é um horizonte mineral sub-superficial, com 10cm ou mais de espessura, que apresenta grau variável de cimentação por sílica, podendo ainda conter óxido de ferro e carbonato de cálcio. Como resultado disto, os duripãs variam de aparência, porém todos têm consistência, quando úmidos, muito firme ou extremamente firme e são sempre quebradiços, mesmo após prolongado umedecimento.

■ Critérios para Distinção de Fases de Unidades de Mapeamento

O critério de fases tem como objetivo fornecer informações adicionais sobre as condições ambientais, assim como chamar a atenção para características do solo ou do ambiente julgadas importantes, porém, não contempladas pelos critérios de ordenamento taxonômico, de forma a subsidiar as interpretações sobre o potencial de uso das terras. Foram utilizadas fases de vegetação, relevo, pedregosidade, rochosidade e de substrato.

Fases e Condições Edáficas Indicadas pela Vegetação Primária

Por permitir inferências com relação aos regimes térmico e hídrico do solo, sobretudo quanto à duração e intensidade do período seco, o tipo de vegetação natural é utilizado como fase distintiva de unidade de mapeamento. É subdividida segundo critérios fitofisionômicos, como deciduidade, porte, composição e densidade (Embrapa, 1988b e 1999). Foram reconhecidos os seguintes tipos de vegetação, descritos anteriormente: floresta tropical subperenifólia, cerrado tropical subcaducifólio, cerrado tropical subcadu-

cifólio, campo cerrado tropical, campo tropical, campo tropical higrófilo de várzea e formações rupestres.

Floresta tropical subperenifólia – também denominada floresta tropical semi-sempre-verde (Bennema, 1966), é uma formação densa, alta, rica em espécies, com presença de um estrato de até 20 a 30m de altura, somente decídua em parte. Ocorre em ambientes com estação seca de 2 a 3 meses, na maioria dos casos com mais de 1.400mm de precipitação anual. Muitas das espécies sempre-verdes compõem o extrato superior. Entretanto, apresentam propensão a perder suas folhas em estação seca anormal, constituindo formação mesófila.

Cerradão Tropical Subcaducifólio – o cerradão, tipo florestal peculiar, é comum tanto na área da Baixada Cuiabana quanto nas partes mais elevadas da Chapada dos Guimarães. Os capões são raros e geralmente bastante devastados. Na maioria das vezes, suas áreas de ocorrência podem ser apenas visualizadas pelos exemplares arbóreos remanescentes. Em geral, o estrato arbóreo é composto por: *Terminalia fagifolia* Mart. “capitão”, *Sclerolobium paniculatum* Benth. “carvoeiro”, *Qualea cordata* Warm. “pau-terra”, *Luehea paniculata* Mart. “açoita-cavalo”, *Xylopia grandiflora* Mart. “pindaíba”, *Pterodon pubescens* Benth. “sucupira-branca”, *Bonwdichia virgiloides* H. B. K. “sucupira-preta”, *Virola sebifera* Aubl. “bicuíba”, *Aspidosperma macrocarpon* Mart. “peroba”, *Diospyros sericea* D. C. “maria-preta”, *Erythrina mulungu* Mart. “mulungu”, *Machaerium opacum* Vog. “jacarandá”, *Guazuma ulmiflora* Lam. “mutamba”, *Qualea dichotoma* Mart. “pau-terra”, entre outras.

Cerrado Tropical Subcaducifólio – formação dominante na área da Baixada Cuiabana, embora não apresente uniformidade em seu estrato arbóreo e arbustivo, assim como em sua composição florís-

tica. Em certos trechos, o estrato mais alto oscila entre 3 e 4m, raramente 5m, sem espécies emergentes, apresentando-se denso. Nesses locais, o estrato arbustivo-subarbustivo e o herbáceo-graminoso são pouco representativos, em termos de espécies. No estrato arbóreo podem ser citadas as seguintes espécies: *Qualea grandiflora* Mart. "pau-terra-de-folha-larga", *Bowdichia virgilioides* H. B. K. "sucupira-preta", *Didymopanax macrocarpa* "mandiocão", *Pouteria torta* Radlk. "bacupari-de-árvore", *Enterolobium gummiferum* (Mart.) Mach. "boizinho". Nos platôs entre 900 e 1.000m, há dominância de *Vochysia thyrsoidea* Phl. "pau-de-tucano", *Salvertia convallariodora* St. Hil. "bate-caixa", *Vanillosmopsis erythropappa* (D. C.) Schultz. "candeia", *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville "barbatimão", *Byrsonima verbascifolia* Juss. e *Byrsonima coccolobifolia* (Spreng) Kunth. "murici", *Machaerium opacum* Vog. "jacarandá", *Hymenaea stigonocarpa* Mart. "jatobá-do-campo", *Tabebuia ochracea* Cham. "ipê-do-cerrado", *Dalbergia violacea* (Vog.) Malme "caviúna", *Piptocarpha rotundifolia* (Less.) Baker "cartucheira", *Hyptis cana* Pohl. "erva-canudo", *Solanum lycocarpum* St. Hil. "fruta-de-lobo", *Eugenia dysenterica* D. C. "cagaita", *Qualea parviflora* Mart. "pau-terrinhã", *Kielmeyera coriacea* Mart. "pau-santo", *Cabralea polytricha* Sald. "cangerana", *Bombax pubescens* Mart. e Zucc. "paineira-do-campo", *Ourates castanaefolia* Engl. "douradinha", *Annona crassiflora* Mart. "marolo", entre aquelas mais freqüentes. Entre as arvoretas de menor ocorrência, podem ser destacadas: *Plenkia polpunea* Reiss. "treme-treme", *Caryocar brasiliensis* Camb. "pequi", que passam a integrar esse estrato. O estrato arbustivo mostra-se pobre, sendo pouco denso e constituído pelas espécies: *Arrabidaea brachypoda* (D. C.) Bur et K. Schum. "caroba", *Peixotoa cordistipula* Juss. "bor-

boleta", *Baccharis dracunculifolia* A. P. D. C. "alecrim-do-campo", *Pterocaulon lanatum* e *Eremanthus glomerulatus* Less. "boleiros", *Kielmeyera corimbosa* Mart. "pau-santinho", *Banisteria campestris* Juss. "borboleta", *Ouratea spectabilis* Mart. "chuva-de-ouro", *Crematrus sceptum* (Cham.) Bur. et K. Schum. "trombeta", *Helicteris ovata* Lam. "saca-rolha", *Tocoyena brasiliensis* Mart. "marmelada-de-cachorro", *Cassia rugosa* G. Don. "fedegoso-do-campo", *Memora glaberrima* K. Schl. "trombeteira", *Zeyhera digitallis* Vell. "bolsa-de-pastor", *Salacia campestris* (Camb.) Walp. "bacupari", *Memora nodosa* Miers. "esqueleto", etc. O estrato subarbustivo e herbáceo é pouco representativo, com espécies como: *Anemopaegma arvense* (Vell.) Stelf. "catuaba", *Vernonia apiculata* Mart., *Vernonia remotiflora* L. "roxinha", *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Swartz, *Stylosanthes scabra* Vog., *Stylosanthes capitata* Vog., *Stylosanthes viscosa* Swartz "alfafas-do-campo", *Cassia latistipula* Benth. "prateada", etc. Trepadeiras como: *Serjanea erecta* Radlk, *Serjanea gracilis*, *Aristolochia arcuata* e *Aristolochia galeata* Mart. et Zucc. "jarrinha", *Banisteriopsis clauseniana* (Juss.) And. Gates e *Banisteriopsis argiophylla* (Juss.) And. Gates "amarelinhas", mostram-se freqüentes. O estrato herbáceo é composto por: *Echinolaena inflexa* (Poir.) Chase "capim-flexa", *Aristida setifolia* H. B. K., *Aristida pallens* Caw., *Eragrostis ciliaris* (L.) Br. "capins-finos, derivados do campo-limpo. Muitas vezes, essas áreas são invadidas por *Melinis minutiflora* (L.) Beauv. "capim-gordura" ou "meloso". O estrato graminoso apresenta-se mais rico e variado, com gramíneas dos gêneros: *Aristida*, *Axonopus*, *Mesosetum*, *Chloris* e *Ctenium* (flora invasora do campo limpo). Muitas vezes nessas áreas aparecem trechos com "murundus", quando então, o estrato arbóreo-arbustivo acumula-se nas elevações.

Campo Cerrado Tropical – compreende as áreas mais degradadas do cerrado, mostra estrato arbóreo de altura variável, ralo, pouco rico em espécies, envolvido por estrato arbustivo e graminoso-herbáceo denso. Entre as árvores observam-se: *Peixotia* “caju”, *Qualea spectabilis* Mart. “chuva-de-ouro”, *Vernonia bardanoides* Less. “cravina”, *Banisteria campestris* Juss. “cipó-prata”, *Camera affinis* St. Hil., *Pelteia speciosa* (H. B. K.) Stand., *Calliandra brevipes* Benth. “esponjeira”, *Baccharis dracunculifolia* A. P., D. C. “alecrim”, *Cassia trichopoda* Benth. “grude”, *Manihot tripartita* (Spreng.) Muell Arg. “mandioquinha”, *Byrsonima verbascifolia* Juss. “murici”, *Vochysia elliptica* (Spr.) Mart. e *Vochysia rufa* (Spr.) Mart. “paus-de-tucano”, *Zeyhera digitallis* Vell. “bolsa-de-pastor”, *Didyropanax macrocarpum* (Cham. & Schl.) Scott “mandiocão”, *Qualea parviflora* Mart. “pau-terrinha”, *Eugenia dysenterica* D. C. “cagaiteira”, *Dimorphandra mollis* Benth. “faveiro”, *Hyptis cana* Pohl. “erva-canudo”, *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) barbatimão”, *Kielmeyera coriacea* (Spr.) Mart. “pau-santo”, entre as mais freqüentes. O estrato inferior é composto por: *Anemopaegma arvense* (Vell.) Stelf. e *Anemopaegma glauca* Mart. “catuabas”, *Myrcia variabilis* D. C., *Psidium firmum* Mart. “goiabinha”, *Myrcia tomentosa* (Aubl.) D. C. “goiaba-miúda”, *Casearia sylvestris* Sw. “língua-de-teni”, *Memora nodosa* Miers. e *Memora glaberrima* K. Schl. “trombeteiras”, *Jacaranda paucifoliolata* Mart., e *Jacaranda decurrens* Cham. “carobas”, *Collaea grewiaefolia* Benth. “cobre-pasto”, *Stylosanthes viscosa* Sw., *Stylosanthes scabra* Vog. e *Stylosanthes gracilis* H. B. K. “alfafas”, *Oxalis hirsutissima* (Mart.) Zucc. “trevo-peludo”, *Lippia lupulina* Cham. “camará”, *Bauhinia bongardi* Steud. “unha-de-vaca”, entre outras. Espécies de hábito trepador mostram-se raras, espalhando-se pelo chão ou cobrindo os arbustos, como: *Serjanea gracilis* Radlk “tingui” e *Pyrostegia venus-*

tra Miers. “cipó-são-joão”. O estrato graminoso-herbáceo é constituído por espécies oriundas do campo limpo, como: *Andropogon bicornis* L., *Andropogon paniculatum* Kunth, *Andropogon hirtiflorus* (Nees) Kunth “capins-rabo-de-burro”, *Aristida adensionis* L. “capins-finos”, entre-meadas de moitas de *Echinolaena inflexa* (Poir.) Chase “capim-flexa. Em alguns locais verifica-se a presença do “capim-gordura”, do colônio e outras gramíneas cultivadas que se portam como invasoras.

Campo Tropical – ocorre preferencialmente na forma de grandes faixas no topo das ondulações ou em continuação ao campo cerrado, nas encostas mais abruptas. O estrato arbustivo mostra-se esparso, contendo espécies, como: *Byrsonima verbascifolia* Juss. “murici”, *Qualea grandiflora* Mart. “pau-terra”, *Vochysia rufa* (Spr.) Mart. e *Vochysia elliptica* (Spr.) Mart. “paus-de-tucano”, entre outras. O graminoso-herbáceo-subarbustivo é caracterizado por *Ctenium cirrosum* (Ness.) Kinth., *Aristida adensionis* L., *Aristida pallens* Cav. e *Aristida recurvata* H. B. K. “capins-finos”, *Andropogon bicornis* e *Andropogon hirtiflorus* (Nees) Kunth. “rabos-de-burro”, *Tristachya chrysothrix* Nees “capim-ouro”, *Mesosetum ferrugineum* (Trin.) Chase, *Paspalum blepharopharum* “capim-lua”, *Axonopus canescens* (Ness.) Pilyes, *Eragrostis solida* Ness, entre as gramíneas, além de: *Andira humilis* Mart. “mata-barata”, *Camarea affinis* St. Hil., *Cambesedesia espora* D. C., *Clitoria guyanensis* Benth, *Hyptis nudicaulis* Benth., *Eriosema defoliolatum* Benth., *Gomphrena officinalis* Mart., *Stylosanthes viscosa* Sw., *Cassia trichopoda* Mart., *Eremanthus sphaerocephalus*, *Pterocaulon rugosa*, etc. Nas áreas de contato com as faixas estreitas de matas de galeria, ocorrem exemplares de *Erythrina mulungu* Mart. e de *Tibouchina candolleana* Cogn. “quaresmeira”.

Campo tropical higrófilo de várzea – são formações gramíneas densas e ocorrem nas várzeas úmidas e alagadas, nas periferias de cursos d'água, brejos e lugares onde ocorre acúmulo das águas dos rios, lagoas, riachos etc. Distinguem-se os campos das áreas alagadas, denominados campos hidrófilos, cuja composição é dominada por espécies dos gêneros *Panicum*, *Paspalum* e *Cyperus*, e os campos higrófilos, relacionados a condições mais brandas de encharcamento, dominados pelas famílias *Graminaceae*, *Araceae*, *Typhaceae* e *Polyodiaceae*.

Formações rupestres – ocorrem relacionadas aos afloramentos rochosos. A vegetação é constituída por associações, notadamente, bromeliáceas, cactáceas, velozíáceas e euforbiáceas (arbustos), orquidiáceas, pteridófitas, musgos e líquens que normalmente ocorrem agrupados, separados por espaços desprovidos de vegetação, deixando exposta a rocha.

Fases de Relevo

Subdividido segundo critérios de declividade, forma do terreno, altura relativa das elevações, tipo e comprimento das pendentes, com o objetivo principal de fornecer subsídios ao estabelecimento dos graus de limitações com relação ao emprego de implementos agrícolas e à susceptibilidade à erosão, em:

- plano – superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades variáveis de 0 a 3%;
- suave ondulado – superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjuntos de colinas (elevações de altitudes relativas até 100m), apresentando declives suaves, predominantemente variáveis de 3 a 8%;
- ondulado – superfície de topografia pou-

co movimentada, constituída por conjunto de colinas, apresentando declives moderados, predominantemente variáveis de 8 a 20%;

- forte ondulado – superfície de topografia pouco movimentada, formada por morros (elevações de 100 a 200m de altitudes relativas) e, raramente, colinas, com declives fortes, predominantemente variáveis de 20 a 45%;
- montanhoso – superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituída por morros, montanhas e maciços montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes (superiores a 200m) e declives fortes ou muito fortes, predominantemente variáveis de 45 a 75%;
- escarpado – superfície muito íngreme, com vertentes de declives muito fortes, que ultrapassam 75%.

Fase de pedregosidade

Utilizada para qualificar áreas em que a presença superficial ou subsuperficial de quantidades expressivas (3% ou mais) de calhaus (2-20cm) e/ou matacões (20-100cm) interfere no uso das terras, sobretudo no referente ao emprego de máquinas e implementos agrícolas. Tem como objetivo subsidiar a avaliação da aptidão agrícola das terras no tocante às limitações à mecanização.

É indicada pelas seguintes especificações:

- pedregosa – indica a ocorrência de calhaus ou matacões ao longo de todo o perfil, ou na parte superficial até profundidades superiores a 40cm;
- epipedregosa – indica a ocorrência de calhaus ou matacões na parte superficial ou dentro do solo até a profundidade máxima de 40cm;
- endopedregosa – indica a ocorrência de calhaus ou matacões a partir de profundidades maiores que 40cm.

Fase de rochosidade

Refere-se à exposição do substrato rochoso, lajes de rochas, parcelas de camadas delgadas de solos sobre rochas e/ou predominância de *boulders* com diâmetro médio maior que 100cm, na superfície ou na massa do solo, em quantidades tais que tornam impraticável o uso de máquinas agrícolas. Os afloramentos rochosos e/ou matacões cobrem 25% ou mais da superfície do terreno.

Fase de substrato

Refere-se ao tipo de material subjacente ao solo, utilizado para qualificar solos de pequeno desenvolvimento pedogenético, com o objetivo de diferenciar características peculiares relacionadas ao material de origem. Devido à grande diversidade de tipos de rocha na área em estudo, e estar sendo realizado mapeamento geológico da área, a fase de substrato foi empregada na apenas classificação dos perfis e para distinção das unidades de mapeamento constituídas por Neossolos Litólicos desenvolvidos de xistos, filitos, arenitos e quartzitos, face à impossibilidade de diferenciá-los conforme os critérios atuais previstos até o quarto nível categórico.

6.3 – APLICAÇÃO E IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DE PEDOLOGIA PARA O PROJETO SIG CUIABÁ

O Mapa de Solos é, em primeiro lugar, uma estratificação de ambientes (Resende, 1995), que possibilita separar áreas para os diversos fins, além de fornecer subsídios para programas especiais de conservação de solos e preservação do meio ambiente. Também para as pesquisas agrônômicas, o mapa de solos constitui importante acervo de informações do ambiente, quer como base

para a escolha de áreas representativas, quer para auxiliar na transferência da tecnologia gerada (Resende, 1983; Santana, 1983).

É inquestionável que o levantamento de solos constitui uma ferramenta importante para o planejamento de uso das terras. Além de mostrar a distribuição espacial das diversas classes de solos, fornece informações essenciais sobre as características químicas, físicas, mineralógicas e também sobre as características ambientais dos solos, segundo critérios referentes às condições das terras que interferem direta ou indiretamente no comportamento e qualidade do meio ambiente.

Grande parte dos problemas relacionados ao solo está ligada à complexidade e a dificuldade de sua identificação a qual facilita a determinação correta das potencialidades e limitações, com reflexos diretos na conservação do solo, da água e na preservação ambiental. Os levantamentos de solos têm por objetivo caracterizar, ordenar e cartografar os solos segundo um sistema de classificação de solos organizado (Lepsch, 1985), em geral, com finalidades de exploração agrícola. Todavia, além dessa importância, servem também a vários outros propósitos (Iturri, 1983, citado por Resende *et al.*, 1995), como para fins de construção de estradas, alocação de equipamentos urbanos, no auxílio a trabalhos de geologia, biologia e, evidentemente, para o planejamento ambiental etc.

A área do Projeto SIG Cuiabá, Várzea Grande e Entorno apresenta acentuada influência do material de origem nas características de seus solos. A caracterização e distribuição espacial dos solos desta região revestem-se de grande importância, não só para ampliar o conhecimento sobre seu ecossistema, mas ainda como instrumento auxiliar na busca de alternativas de uso e planejamento das atividades eco-

nômicas, e como subsídio a programas especiais de conservação de solos e preservação do meio ambiente.

6.4 – DESCRIÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS

A seguir são apresentadas as principais características das classes de solos que ocorrem na área do Projeto SIG Cuiabá, Várzea Grande e Entorno. Foram identificadas as seguintes classes de solos: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Eutrófico, Cambissolo Háptico Tb Distrófico, Gleissolo Háptico Tb e Ta Eutrófico, Latossolo Vermelho Distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, Neossolo Litólico Distrófico, Neossolo Flúvico Ta e Tb Eutrófico e Distrófico, Neossolo Quartzarênico Órtico, Plintossolo Pétrico Concrecionário Distrófico, Plintossolo Argilúvico Eutrófico, Plintossolo Pétrico Epiconcrecionário Distrófico e Vertissolo Háptico Órtico. Como forma de facilitar o entendimento deste estudo e com o objetivo de atingir um maior público, incluindo principalmente os planejadores, utilizou-se uma linguagem mais simplificada para caracterizar os solos da região.

A **Figura 6.1** ilustra a distribuição das unidades de mapeamento de solos em hectares e em percentual.

6.4.1 – ARGISSOLOS

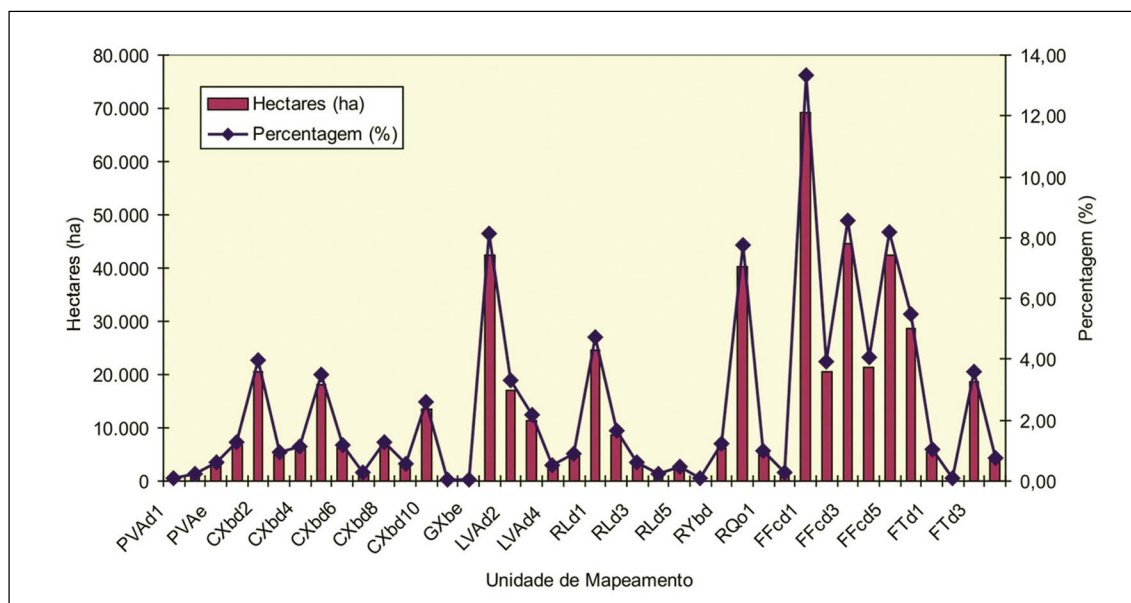
Esta classe compreende solos minerais, não hidromórficos, que apresentam horizonte B textural, com baixa atividade da fração argila, subjacente a horizonte A ou E. São solos em geral profundos e bem drenados, com seqüência de horizontes A, Bt, C ou A, E, Bt, C. Apresentam ocorrência bastante restrita e distribuem-se em condições ambientais bastante diversas.

São subdivididos, em nível categórico subsequente, em função de diferenças de cor do horizonte B textural, conforme descrito a seguir para as classes de ocorrência mais expressiva da área de estudo.

6.4.1.1 – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO

Os Argissolos Vermelho-Amarelos distinguem-se pela dominância de cores de matiz 5YR ou mais amarelas do que 2,5YR nos primeiros 100cm do horizonte B. Correspondem, em grande parte dos

Figura 6.1 – Distribuição das unidades de mapeamentos de solos em hectares e percentagem.



solos anteriormente denominados Podzólicos Vermelho-Amarelos. São diferenciados, em terceiro nível categórico, pela saturação por bases dos primeiros 100cm do horizonte B, sendo denominados “Distróficos”, quando predomina baixa saturação por bases ($V\% < \text{ou} = 50\%$), e “Eutróficos” quando alta ($V\% > 50\%$).

Quase invariavelmente de caráter distrófico, encontram-se em geral associados a Plintossolos Pétricos, Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos, sob vegetação predominante de cerradão (Savana Florestada) e cerrado tropical subcaducifólio (Savana Arborizada), em relevo que varia de suave ondulado ao forte ondulado e apresentam pequena expressão territorial na área do projeto.

À exceção das áreas de relevos mais declivosos, poucas são as limitações à sua utilização agrícola, sendo principalmente baixa a soma de bases trocáveis, que obriga à execução de práticas corretivas de ordem química. A baixa fertilidade natural e a suscetibilidade à erosão nos locais mais declivosos e/ou com presença de forte gradiente textural em alguns indivíduos são os principais fatores limitantes, devendo-se ainda mencionar a presença de pedregosidade nas unidades em associação com os Cambissolos (PVAe) e Neossolos Litólicos (PVA_{d2}). A profundidade efetiva desses solos também constitui-se num fator limitante ao uso, pois a maioria dos indivíduos encontrados nesse estudo é pouco profundo (50 a 100cm) e profundos (> 100cm e < 200cm), sendo raramente muito profundos (maior > 200cm).

Pode-se afirmar que a presença do horizonte B textural é um fator negativo em termos da erosão do tipo superficial. Assim, aspectos relacionados ao gradiente textural, mudança textural abrupta, ao tipo de estrutura e à permeabilidade, entre outros, influenciam na sua maior erodibilidade.

Normalmente, os Argissolos são solos que, ao contrário dos Latossolos, bastante erodíveis, principalmente por decorrência das suas características físicas intrínsecas, como o gradiente textural, isto é, diferença de textura entre os horizontes superficiais e subsuperficiais.

Os Argissolos da unidade PVAe são solos eutróficos, saturação de bases superior a 50% e estão cobertos por vegetação de cerrado (Savana Arborizada) ou de cerradão (Savana Florestada). O principal tipo de uso verificado sobre os mesmos também é a pastagem plantada.

Pequenas são as limitações à sua utilização agrícola, sendo principal a elevada acidez que obriga a execução de práticas corretivas de ordem química. A susceptibilidade à erosão é menor quando comparada aos distróficos, pois possui maior estabilidade estrutural e melhor condição de desenvolvimento radicular. Apesar desse aspecto, a sua susceptibilidade à erosão é um dos principais fatores limitantes, devendo-se ainda mencionar as possibilidades de implicações acarretadas pelo relevo mais movimentado e a pequena profundidade efetiva desses solos, predominantemente, pouco profundos a profundos.

Ocorrem três unidades de mapeamento onde o Argissolo constitui a principal componente da unidade, sendo duas unidades distróficas e uma eutrófica.

– PVA_{d1} - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico ou argissólico, textura média/argilosa, ambos A moderado, fase Cerradão Tropical Subcaducifólio, relevo suave ondulado e ondulado.

– PVA_{d2} - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa, Cerradão e Floresta Tropical Caducifólia, relevo ondulado e forte

ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura arenosa e média, relevo forte ondulado, ambos A moderado, fase Cerradão Tropical Caducifólio.
 – PVAe - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, relevo ondulado e forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico e Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, relevo ondulado, ambos A moderado, fase Cerradão Tropical Subcaducifólio.

6.4.2 – CAMBISSOLO HÁPLICO

São solos minerais não hidromórficos, pouco evoluídos, caracterizados pela presença de horizonte B incipiente, imediatamente abaixo do horizonte A, de caráter distrófico, com argila de baixa atividade. Apresentam fertilidade natural baixa, são medianamente profundos a rasos, apresentando seqüência de horizontes A, Bi e C, com pequena diferenciação entre eles. Em geral, verifica-se forte influência do material de origem em suas características, o que evidencia a pouca evolução desses solos expressa também pelo fraco desenvolvimento pedogenético do horizonte B, ou mesmo pelo grau de intemperização pouco avançado, inferido pela presença, na fração grosseira, de conteúdos minerais primários de fácil intemperização superiores a 4% ou, ainda, por teores de silte relativamente elevados.

As condições de drenagem desses solos variam de bem drenados a imperfeitamente drenados, dependendo da posição em que ocupam na paisagem. São solos em processo de transformação, razão pela qual não apresentam características suficientes para serem enquadrados em outras classes de solos mais desenvolvidos.

Os Cambissolos ocorrem associados principalmente aos Neossolos Litólicos, Plintossolos Pétricos e em menor proporção aos Latossolos Vermelho-Amarelos,

variando quanto ao relevo em que ocorrem sendo o ondulado (8-20% de declive) e forte ondulado (20-45% de declive) mais freqüentes. É comum observar a ocorrência de grandes quantidades de cascalhos de quartzo nesses solos, muitas vezes misturados com a petroplintita. Ocupam principalmente as áreas de bordas das colinas e morros sob vegetação de Campo Cerrado (Savana parque), subordinadamente Cerrado (Savana arborizada) e pastagens.

As principais limitações desses solos compreendem a pequena profundidade efetiva, baixa fertilidade natural, presença de cascalhos e de pedregosidade (**fotos 6.1 e 6.2**) e a elevada suscetibilidade aos processos erosivos principalmente nas áreas de maior declividade.



Foto 6.1 – Pedregosidade em Cambissolos Háplicos, desenvolvidos em relevo plano.



Foto 6.2 – Paisagem de Cambissolo Háplico pedregoso em relevo suave ondulado e ondulado.

- Ocorrem as seguintes unidades de mapeamento:
- CXbd1 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média cascalhenta, fase Campo Cerrado Tropical, relevo suave ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico ou câmbico, textura média, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, fase Campo Cerrado Tropical, relevo ondulado e forte ondulado, substrato filito, todos A moderado.
 - CXbd2 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média cascalhenta, fase Campo Cerrado Tropical, relevo ondulado e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, fase Campo Cerrado Tropical, relevo ondulado e forte ondulado substrato filito + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico ou câmbico, textura média, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo suave ondulado, todos A moderado.
 - CXbd3 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média cascalhenta, fase pedregosa, Campo Cerrado Tropical, relevo forte ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, fase pedregosa, Campo Cerrado Tropical, relevo forte ondulado, ambos A moderado.
 - CXbd4 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média, fase pedregosa, Campo Cerrado e Cerrado Tropical Subcaducifólio + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, fase pedregosa, Campo Cerrado Tropical, relevo forte ondulado substrato filitos, ambos A moderado, relevo forte ondulado.
 - CXbd5 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico, textura média muito cascalhenta/argilosa muito cascalhenta + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média e argilosa, ambos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo suave ondulado.
 - CXbd6 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico câmbico, textura média muito cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário distrófico, textura média muito cascalhenta + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico plíntico ou típico, textura média muito cascalhenta, fase pedregosa, relevo ondulado, todos A moderado, Cerrado Tropical Subcaducifólio.
 - CXbd7 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico, textura média muito cascalhenta e argilosa muito cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média e argilosa, relevo suave ondulado, ambos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.
 - CXbd8 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico, textura média muito cascalhenta e argilosa muito cascalhenta, relevo ondulado e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, fase pedregosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média e argilosa, relevo suave ondulado, todos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.
 - CXbd9 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico, textura média muito cascalhenta, fase Campo Cerrado Tropical relevo ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média, relevo forte ondulado, substrato arenito, ambos A moderado, fase Campo Cerrado Tropical.
 - CXbd10 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico câmbico ou plíntico, textura

média muito cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média muito cascalhenta, relevo ondulado e suave ondulado + PLINTOSSOLO PÉTRICO Epiconcrecionário Distrófico, textura média/argilosa, relevo suave ondulado, ambos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.

6.4.3 – GLEISSOLO HÁPLICO

Esta classe compreende solos mineerais hidromórficos que apresentam horizonte glei dentro de 50cm de profundidade subjacente a horizonte A de qualquer tipo ou a horizonte hístico com menos de 40cm de espessura, ou entre 50 e 125cm de profundidade se imediatamente abaixo de horizonte A ou E, ou de horizonte B incipiente, B textural ou horizonte C que apresentem cores de redução e mosqueamento abundante – excluídos solos com textura arenosa até 150cm de profundidade ou mais.

Em geral, são solos mal ou muito mal drenados, com lençol freático elevado na maior parte do ano. Na área estudada desenvolvem-se sobre sedimentos aluviais e coluviais de idade quaternária depositados nas áreas abaciadas. São solos relativamente recentes, pouco evoluídos, portanto com grande variabilidade espacial. Apresentam seqüência de horizontes do tipo A, Cg, em geral marcados por forte descontinuidade entre subhorizontes com textura desde média a muito argilosa.

São divididos, em níveis categóricos subseqüentes, em duas classes, onde apresentam argila de alta ou baixa atividade e caráter eutrófico e distrófico.

Localizam-se nas áreas de topografias mais baixas ou deprimidas, normalmente com vegetação nativa adaptada à condição de maior encharcamento, como o campo tropical de várzea, ou ainda a floresta de várzea.

Devido à topografia plana em que ocorrem, apresentam muito baixo potencial erosivo; no entanto, em razão da proximidade do lençol freático, constituem áreas de grande importância ambiental, que devem ser manejadas com muito cuidado.

Estão sujeitos à riscos de inundação por acumulação de água de chuvas na maior parte do ano. São considerados de boa potencialidade agrícola devido à elevada condição de umidade. As áreas de várzeas, onde ocorrem, são de relevo plano, favorecendo a prática de pequenos cultivos, mas, muitas vezes, estão ocupados com pastagem.

Foram identificadas duas unidades de mapeamento na área de estudo onde os Gleissolos aparecem associados aos Neossolos Flúvicos e Vertissolos Háplicos e, como inclusão, ocorrem também os Cambissolos Flúvicos, representando menos de 1/5 da unidade de mapeamento.

– GXbe - GLEISSOLO HÁPLICO Tb e Ta Eutrófico, textura argilosa + NEOSSOLO FLÚVICO Ta e Tb Eutrófico e Distrófico vérticos ou típico, textura média/argilosa/arenosa + VERTISSOLO HÁPLICO Órtico gleico ou típico, textura argilosa e muito argilosa, todos A moderado, fase Floresta Tropical Hidrófila de Várzea relevo plano.

– GXbd - GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa e média + NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico e Eutrófico, textura indiscriminada, ambos A moderado, fase Floresta Tropical Higrófila de Várzea relevo plano.

6.4.4 – LATOSSOLOS

Compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte A. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, em resultado de enérgicas transformações no material constitutivo.

São normalmente muito profundos, com espessura do *solum* em geral superior a dois metros, de elevada permeabilidade e comumente bem acentuadamente drenados. Apresentam seqüência de horizontes do tipo A, Bw, C, com reduzido incremento de argila em profundidade.

São solos com elevada porosidade e, sendo a capacidade do solo de armazenar e transmitir líquido diretamente relacionada com geometria do sistema poroso, os Latossolos apresentam excelente permeabilidade interna, excessiva ou muito rápida, garantindo a maior resistência aos processos erosivos entre as classes de solos.

6.4.4.1 – LATOSSOLO VERMELHO

Compreendem solos com matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos 100cm do horizonte B (inclusive Ba). Corresponde, no sistema anterior, à classe dos Latossolos Vermelho-Escuros, álicos ou distróficos (Camargo *et al.*, 1987; Embrapa, 1988b).

Diferenciam-se quanto à composição granulométrica, em solos de textura média ou argilosa, em que a influência do material de origem tem caráter preponderante.

Não obstante tais diferenças, os solos dessa classe apresentam de forma indistinta fertilidade natural extremamente baixa, com presença de alumínio trocável em níveis tóxicos e valores muito reduzidos de soma e saturação por bases, mais elevados apenas na camada superficial.

Estão associados aos Latossolos Vermelho-Amarelos que possuem características semelhantes, diferindo-se principalmente pela coloração e pelo teor de ferro no solo.

Estão localizados somente no topo da chapada (**fotos 6.3 e 6.4**), em relevo pla-

no e suave ondulado, ocupado predominantemente com soja e milho. Ocorre somente uma unidade de mapeamento dessa classe de solo na área de estudo.

– LVd - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, ambos textura argilosa, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo plano e suave ondulado.



Foto 6.3 – Perfil de Latossolo Vermelho Distrófico, desenvolvido no topo das chapadas em relevo suave ondulado e plano.



Foto 6.4 – Área com Latossolo Vermelho Distrófico com plantio de milho na Chapada dos Guimarães.

6.4.4.2 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO

Nesta classe estão compreendidos solos profundos e muito profundos com horizonte B latossólico, de cores com matiz 5YR ou mais vermelhos e mais amarelos que 2,5YR na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B, inclusive BA. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo.

Embora seja comum a tendência a aumento gradativo dos teores de argila ao longo do perfil, o incremento de argila do horizonte A para o B é inexpressivo, com relação textural (B/A) insuficiente para caracterizar o horizonte B textural.

Na área em estudo apresentam horizonte A moderado, textura argilosa e média, espessura do *solum* (A+B) geralmente superior a dois metros. Os Latossolos apresentam, portanto, elevada porosidade e permeabilidade interna, com drenagem excessiva ou muito rápida, garantindo maior resistência aos processos erosivos em relação às outras classes de solos encontradas nesse estudo.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos possuem ótimas condições físicas que aliadas ao relevo suavemente ondulado onde ocorrem, favorecem sua utilização com as mais diversas culturas adaptadas à região. Estes solos por serem ácidos e distróficos, ou seja, com baixa saturação de bases, requerem sempre correção de acidez e fertilização. A ausência de elementos, tanto os considerados macros quanto os micronutrientes, é uma constante para os mesmos (**fotos 6.5, 6.6 e 6.7**).

As características físicas referem-se à boa drenagem interna, à boa aeração e à ausência de impedimentos físicos à mecanização e penetração de raízes. Entretanto, aqueles de textura média, tendendo para arenosa, são mais restritivos ao



Foto 6.5 – Perfil de Latossolo Vermelho-Amarelo, desenvolvido em relevo plano sob pastagem.



Foto 6.6 – Área de Latossolo Vermelho-Amarelo, em relevo plano com vegetação de cerrado.



Foto 6.7 – Paisagem de Latossolo Vermelho-Amarelo desenvolvido em relevo plano.

uso por possuírem baixa retenção de água e de nutrientes a eles incorporados, o que agrava a situação de déficit hídrico determinada pelo clima regional. Mesmo tendo o Latossolo essas boas condições de drenagem e permeabilidade ou pouca formação de enxurradas na superfície do solo, é possível observar erosão nesses solos, principalmente nos de textura média leve que não suportam a carga de água, desbarrancando de maneira semelhante aos solos essencialmente arenosos como os Neossolos Quartzarênicos. Esses solos mais leves foram mapeados na área da chapada em patamares mais baixos que os Latossolos Vermelhos sendo representados pela unidade LVAd3.

Os Latossolos ocorrem principalmente em associação com os Plintossolos Pétricos e diferem-se deles pela sua localização mais central nas colinas, isto é, mais distantes das linhas de drenagem. Mesmo com esse aspecto distinto de diferenciação não foi possível, nessa escala de trabalho, individualizar esses solos.

Foram mapeadas as seguintes unidades de Latossolos na área de estudo:

- LVAd1 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa e média, relevo suave ondulado e plano + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico ou latossólico, textura argilosa, relevo suave ondulado, ambos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.
- LVAd2 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa e média, relevo suave ondulado e plano + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico, textura média/argilosa, relevo suave ondulado, ambos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.
- LVAd3 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, relevo suave ondulado e plano + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico

distrófico, relevo plano e suave ondulado, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.

- LVAd4 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa e média + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico ou argissólico, textura média/argilosa, ambos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo suave ondulado.

6.4.5 – NEOSSOLO LITÓLICO

Nesta classe estão compreendidos solos minerais pouco desenvolvidos, rasos, constituídos por um horizonte A assentado diretamente sobre a rocha, ou sobre um horizonte C ou B pouco espesso, e apresentam contato lítico dentro de 50cm da superfície do solo (**fotos 6.8 e 6.9**), que de acordo com o sistema de classificação enquadram-se no conceito de Solos Litólicos. Devido a pouca espessura, é comum possuírem elevados teores de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo, assim como cascalhos e calhaus de rocha



Foto 6.8 – Perfil de Neossolo Litólico com vegetação de campo cerrado.

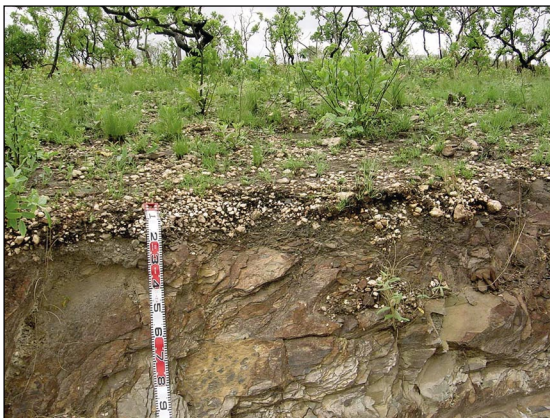


Foto 6.9 – Perfil de Neossolo Litólico com pedregosidade e vegetação de campo cerrado.

semi-intemperizada na massa do solo. São distróficos com saturação por bases inferior a 50%.

A pequena espessura do solo, a freqüente ocorrência de cascalhos e fragmentos de rocha no seu perfil, a presença de pedregosidade e rochividade, a elevada suscetibilidade à erosão, mormente das manchas situadas em áreas declivosas, são as limitações mais comuns desses solos. São solos de vocação agrícola muito restrita, em que a pequena profundidade efetiva limita o desenvolvimento radicular da maioria das plantas e culturas comerciais, sendo indicados para preservação da flora e da fauna.

Apresentam capacidade de armazenamento de água muito baixa e essas características, associadas à ocorrência do substrato rochoso, a pequena profundidade, em relevo muito movimentado, tornam tais áreas muito vulneráveis aos processos erosivos (**Foto 6.10**), que se intensificam nos locais de declives mais acentuados.

São de textura variável, freqüentemente média ou argilosa e são também heterogêneos quanto às propriedades químicas. Têm sua origem relacionada aos xistos, filitos e arenitos, e ocorrem sob vegetação de Campo Cerrado e, subordinadamente, Cerrado.

Preferencialmente, ocupam locais com fortes declividades, principalmente

na borda da chapada e nas encostas de morros e colinas associados aos Cambissolos Háplicos e Afloramentos de Rochas. Predomina o relevo forte ondulado, na borda da chapada, seguido do ondulado e raramente em relevo mais suavizado.



Foto 6.10 – Detalhe da erosão superficial em Neossolo Litólico, relevo plano e vegetação de campo cerrado.

As fases pedregosa e/ou rochosa (**Foto 6.9**) são comuns para esta classe de solos principalmente nas áreas de borda da chapada. A pequena espessura do solo, a freqüente ocorrência de cascalhos e fragmentos de rocha no seu perfil, a grande susceptibilidade à erosão, mormente nas áreas de relevo acidentado que são as mais comuns de sua ocorrência, são as limitações mais comuns para este tipo de solo. Há também o problema da baixa fertilidade natural, que impõe a necessidade de correções químicas.

As áreas de ocorrência destes solos são mais apropriadas para preservação da flora e fauna. A susceptibilidade à erosão é elevada em qualquer dos casos e é determinada, basicamente, pela ocorrência do substrato rochoso à pequena profundidade. Este fato é agravado pela sua ocorrência preferencialmente em locais declivosos.

Foram identificadas as seguintes unidades de mapeamento:

- RLd1 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, substrato filitos e arenitos + CAMBIS-SOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média cascalhenta, ambos A moderado, fase pedregosa, Campo Cerrado Tropical, relevo forte ondulado.
- RLd2 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, relevo forte ondulado, substrato filito e quartzito + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média cascalhenta, relevo forte ondulado e ondulado, ambos A moderado, fase pedregosa, Cerrado Tropical Subcaducifólio.
- RLd3 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média e argilosa cascalhenta, ambos A moderado, fase pedregosa, Campo Cerrado Tropical, relevo forte ondulado substrato quartzito e argilito + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
- RLd4 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, relevo forte ondulado, substrato filitos + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média cascalhenta, relevo forte ondulado e ondulado, ambos A moderado, fase pedregosa, Floresta e Cerrado Tropical Subcaducifólio,
- RLd5 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo forte ondulado e ondulado, substrato arenito + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
- RLd6 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média e argilosa cascalhenta, ambos A moderado, fase pedregosa, Campo Cerrado Tropical, relevo forte ondulado e ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

6.4.6 – NEOSSOLO FLÚVICO

Os Neossolos Flúvicos compreendem solos minerais, pouco evoluídos, não-hidromórficos, formados em terraços de deposição aluvionar recente, referidos ao Quaternário, isto é, às planícies aluvionares. Caracterizam-se por apresentar estratificação de camadas, que devido à sua origem de fontes as mais diversas, são muito heterogêneos quanto à textura e demais propriedades físicas e químicas, que podem variar num mesmo perfil entre as diferentes camadas, que não possuem relação pedogenética entre si. Portanto, são solos que apresentam grande variabilidade espacial. Possuem seqüência de horizontes A-C, eventualmente com evidências de gleização em subsuperfície, sendo o horizonte A moderado. Correspondem aos antigos Solos Aluviais da classificação anterior de solos.

Uma das características mais marcantes dos Neossolos Flúvicos é a sua variação textural e de carbono em profundidade. São solos profundos, de fertilidade natural média, sendo encontrados em relevo plano (**Foto 6.11**). Essa variação textural em profundidade tem implicação direta sobre o fluxo vertical da água e, conseqüentemente, sobre o estabelecimento de sistemas de drenagem; mas, como a topografia destes solos é normalmente plana ou suavemente ondulada, apresentam limitação nula ou apenas ligeira quanto a erodibilidade.

Esses solos são altamente susceptíveis a inundações devido à proximidade dos rios, considerando que o lençol freático, em geral, encontra-se em pequena profundidade, e mesmo em solos bem drenados, raramente está abaixo de 2m.

Apresentam argila de atividade baixa e alta e são predominantemente eutróficos, com saturação por bases superior a 50%.



Foto 6.11 – Perfil de Neossolo Flúvico, Tb Distrófico.

Os Neossolos Flúvicos, de uma forma geral, são considerados de grande potencialidade agrícola; entretanto, podem ocorrer restrições ao desenvolvimento dos cultivos, dada a presença de sais e/ou sódio e sua elevada suscetibilidade à inundação. As áreas onde ocorrem são de relevo plano, favorecendo a prática de mecanização agrícola, no entanto, a trafegabilidade das máquinas pode ser prejudicada em períodos chuvosos, uma vez que o escoamento superficial é pequeno. Nesse caso, essa característica fica potencializada, principalmente, nas áreas onde as argilas são de atividade alta (RYve), intensificando-se as restrições ao tracionamento.

Devido à topografia plana em que ocorrem, apresentam muito baixo potencial erosivo. Em razão da proximidade do lençol freático à superfície, o que facilita bastante a sua contaminação, constituem áreas de relevância ambiental que devem ser manejadas com muito cuidado.

Ocorrem as seguintes unidades de mapeamento:

- RYbd - NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico, textura média/argilosa/arenosa + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, textura argilosa, ambos A moderado, fase Floresta e Campo Tropical Hidrófila de Várzea, relevo plano.
- RYve - NEOSSOLO FLÚVICO Ta e Tb Eutrófico e Distrófico vérticos ou típico, textura média/argilosa/arenosa + GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico, textura argilosa + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Eutrófico típico, textura média/argilosa + VERTISSOLO HÁPLICO Órtico gleico ou típico, textura argilosa e muito argilosa, todos A moderado, fase Floresta Tropical Hidrófila de Várzea relevo plano.

6.4.7 – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO

Compreende solos minerais arenosos, com seqüência A-C, sem contato lítico dentro de 50cm de profundidade, apresentando textura areia ou areia franca nos horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico. São bem a fortemente drenados, normalmente profundos ou muito profundos, essencialmente quartzosos, virtualmente destituídos de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo.

Possuem textura nas classes areia e areia franca até pelo menos 2 metros de profundidade. São solos normalmente muito pobres, com capacidade de troca de cátions e saturação de bases baixas, freqüentemente distróficas (**Foto 6.12**).

Têm cores vermelhas e brunadas e vermelho-amareladas, baixa fertilidade natural, baixa capacidade de retenção de água e de nutrientes, excessiva drenagem e grande propensão ao desenvolvimento de erosão profunda (voçorocas e ravinas).



Foto 6.12 – Perfil de Neossolo Quartzarênico, relevo plano, com pasto sujo.

Ocorrem geralmente em relevo que varia do plano ao suave ondulado, sob vegetação de cerrado e campo cerrado e têm como material de origem os quartzitos ou arenitos das formações Botucatu, Furnas e Ponta Grossa.

Decorrem da extrema pobreza dos solos, refletida em capacidade de troca de cátions e saturação de bases muito baixas.

A textura muito arenosa condiciona uma baixa retenção de umidade e de eventuais elementos nutrientes aplicados, se caracterizando como uma forte limitação ao seu aproveitamento agrícola, apesar de esses solos serem um tanto quanto ocupados com culturas altamente adaptadas ou sob regime irrigado.

A preservação da vegetação natural seria a mais razoável recomendação no caso destes solos. Entretanto podem ser usados para cultivo de espécies adaptadas como o cajueiro e reflorestamentos, desde que com espécies pouco exigentes em nutrientes, e ainda para pastagens nativas.

São particularmente susceptíveis à erosão em profundidade, em razão de sua

constituição arenosa com grãos soltos, condicionando fácil desagregabilidade de seu material constituinte, o que facilita o seu desbarrancamento, principalmente no caso de barrancos de beira de estradas e de caixas de empréstimo para retirada de material para construção.

A erosão superficial também é verificada (**Foto 6.13**), porém perde sua eficácia em razão da grande permeabilidade dos solos, determinada principalmente pela textura arenosa. Entretanto, pode-se verificar alguns focos de erosão nesses solos, como apresentada na **Foto 6.7**, razão pela qual observa-se um rigoroso controle de erosão nas fazendas mesmo ocorrendo em relevo suave.



Foto 6.13 – Pasto sujo em Neossolo Quartzarênico desenvolvido em relevo plano e com erosão laminar.

Os Neossolos ocorrem nas partes aplainadas no topo da chapada e nos patamares associados aos Latossolos de textura média leve sob vegetação de cerrado e, subordinadamente, campo cerrado.

Foram mapeadas as seguintes unidades de Neossolo Quartzarênico:

- RQo1 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo suave ondulado.
- RQo2 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico,

textura média, ambos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo plano e suave ondulado.

6.4.8 – PLANOSSOLO NÁTRICO

Sob essa denominação estão compreendidos solos minerais, com horizonte B plânico com caráter sódico imediatamente abaixo de um horizonte A ou E. Caracteriza-se pela ocorrência de mudança textural abrupta, de tal forma marcante que no solo seco é comum formar-se uma fratura de separação entre este horizonte B e o sobrejacente. É comum observar nestes solos, nos períodos mais chuvosos do ano, a formação de um lençol freático suspenso temporário devido à presença do horizonte B plânico, de baixa permeabilidade. Ocorre também o estabelecimento de um ambiente redutor no seu topo e na base do horizonte suprajacente. A presença do gradiente textural e da característica “abrupta”, constituem fatores que funcionam como indutor dos processos erosivos, pois favorecem ao escoamento superficial.

Entre as principais limitações estão os problemas relacionados à baixa permeabilidade devido ao adensamento que pode ocorrer no horizonte subsuperficial. Além disso, os solos são de baixa fertilidade natural apresentando saturação de bases inferior a 50%, sendo distróficos (**fotos 6.14 e 6.15**).

Esta classe apenas ocorre associados aos Plintossolos Argilúvicos como componente secundário da unidade FTd1 sob relevo plano da planície pantaneira sob vegetação de cerradão e campo gramíneo.

6.4.9 – PLANOSSOLO HÁPLICO

Os Planossolos Háplicos compreendem solos minerais que apresentam B plânico com densidade aparente elevada,

mudança textural abrupta entre os horizontes A e Bt, e possuem saturação por bases superior ou igual a 50%.

O horizonte superficial possui desenvolvimento moderado, estruturas moderadas, pequenas e médias, granulares e em blocos, textura arenosa e média. O horizonte B possui estruturas prismáticas médias e grandes, com texturas média e argilosa. Do ponto de vista químico, alguns indivíduos apresentam caráter solódico



Foto 6.14 – Perfil de Planossolo Nátrico desenvolvido em relevo plano.



Foto 6.15 – Detalhe das estruturas prismáticas retiradas do perfil de Planossolo de muito difícil escavação.

imediatamente abaixo do horizonte A, ou às vezes, podem ocorrer também logo abaixo do horizonte E.

O horizonte B plânico apresenta baixa condutividade o que determina a formação de um lençol suspenso temporário nos períodos mais chuvosos do ano e o estabelecimento de ambiente redutor no seu topo e na base do horizonte suprajacente (pseudoglei) com o aparecimento de cores acinzentadas ou mosqueadas nessa profundidade. Nesse caso, dois processos podem ser desencadeados: perda da coesão entre as partículas do horizonte superficial e o caminhamento lateral do fluxo de água em cima do horizonte B plânico, ambos contribuindo para o processo de erosão. Essa condição fica agravada com o aumento da declividade.

Esses solos ocupam as áreas de baixa e de relevos planos abaciados com problemas de drenagem e inundações periódicas e desenvolvem-se sob vegetação de campo gramíneos e “ilhas de cerrados”, ocupados normalmente com pastagem.

Da mesma maneira que a unidade anterior, esses solos ocorrem somente como unidades secundárias associadas aos Plintossolos Argilúvicos, descritos a seguir.

6.4.10 – PLINTOSSOLOS

Compreende solos constituídos por material mineral, com horizonte plântico ou litoplântico iniciando-se dentro de 40cm ou dentro de 200cm quando imediatamente abaixo do horizonte A ou E, ou subjacente, há horizontes que apresentem coloração pálida ou variegada, ou com mosqueados em grandes quantidades.

6.4.10.1 – PLINTOSSOLO ARGILÚVICO

Os Plintossolos Argilúvicos são solos com horizonte B textural coincidindo com horizonte plântico e com baixa saturação por bases ($V < 50\%$) na

maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B ou C.

Esses solos ocorrem geralmente em terço inferior de vertente e planícies, em posições que impliquem em escoamento lento, alagamento temporário ou movimento interno da água no solo. Constituem solos com restrições à penetração da água e raízes.

São definidos como solos que apresentam B textural com densidade aparente elevada, mudança textural abrupta entre os horizontes A e Bt. Do ponto de vista químico, são distróficos, apresentam A moderadamente desenvolvido de textura média sobre horizonte Bt de textura argilosa em relevo plano e suave ondulado.

Geralmente ocupam os terrenos baixos, terraços ou terço inferior de encostas pouco íngremes, locais favoráveis ao acúmulo de água na estação chuvosa, fato que, aliado à baixa permeabilidade causada pelo adensamento do horizonte B, favorece uma predominância de cores indicadoras de processos de redução e mosqueamentos (**fotos 6.16 e 6.17**).



Foto 6.16 – Perfil de Plintossolo Háptico, desenvolvido em relevo plano e sob pastagem.



Foto 6.17 – Área de pastagem desenvolvida em Plintossolo Háplico, relevo plano.

Decorrem dos problemas relacionados à baixa permeabilidade devido ao adensamento que pode ocorrer no horizonte subsuperficial. Além disso, os solos são pobres, com baixa saturação de bases.

Os Plintossolos Argilúvicos ocorrem associados aos Planossolos Háplicos e Nátricos desenvolvidos em relevo planos com vegetação de campo cerrado (covoal) e campo gramíneo, onde frequentemente observa-se os murunduns.

Suas áreas de ocorrência distintas e são apropriadas com restrições para pastagens. Foram identificadas três unidades de Plintossolo Argilúvico:

- FTd1 - PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico, textura arenosa/média e média/argilosa, fase Campo Cerrado (covoal), relevo plano com murundus + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura média/argilosa + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura arenosa/média e média, ambos fase Floresta Tropical Subcaducifólia, relevo plano, todos A moderado.
- FTd2 - PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico ou arênico, textura média e arenosa/média + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico Solódico ou típico, textura arenosa/média e média, ambos A moderado, fase Campo Cerrado (covoal), relevo plano e suave ondulado, com murundus.

- FTd3 - PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico, textura média/argilosa + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico arênico, textura arenosa/média, ambos A moderado, fase Campo Cerrado (covoal), relevo plano com murundus.

6.4.10.2 – PLINTOSSOLO PÉTRICO

São solos que apresentam horizonte com 50% ou mais de petroplintita, formando uma camada com espessura mínima de 15cm, dentro de 40cm da superfície dos solos ou imediatamente abaixo do horizonte A ou E, e baixa saturação por bases ($V < 50\%$), na maior parte dos primeiros 120cm de profundidade.

Com exceção do horizonte petroplíntico presente, compreendem solos com grande diversificação morfológica e analítica, dificultando bastante sua caracterização morfológica, física, química ou mesmo mineralógica.

O horizonte superficial mais comum é moderado, apresentando estruturas granulares com grau moderado e forte e de tamanhos pequenos e médios, com texturas média e argilosa.

O horizonte subsuperficial apresenta-se geralmente compacto e com aspecto variegado, constituindo manchas esparsas pelo perfil do solo com destaque para as colorações avermelhadas destacando-se as plintitas. A consistência desse material é, normalmente, quando úmido, firme e muito firme, podendo apresentar-se como extremamente firmes quando secos, o que se reflete na grande dificuldade de escavação e retirada de amostras desses solos.

A camada de petroplintita ocorre em diferentes quantidades, formas e intensidade de cimentação, assim como também pode estar presente desde a superfície do solo ou em diferentes profundidades, constituindo-se em um solo

muito complexo para ser mapeado (**fotos 6.18, 6.19, 6.20 e 6.21**).

Do ponto de vista analítico, na área de estudo, são predominantemente distróficos, com argila de atividade baixa e com variação textural ao longo do perfil do solo. Entretanto, a principal característica que determina o seu potencial agrícola é a profundidade em que ocorre o horizonte petroplíntico. É comum observar a ocorrência de plintita e petroplintita no mesmo perfil. Quando esse horizonte se encontra pouco profundo, formando uma camada contínua e espessa, as limitações para a utilização agrícola são intensificadas devido à maior restrição ao enraizamento das plantas, à mecanização e à permeabilidade do solo.

Essa classe compreende solos com drenagem variável, encontrados em situações que impliquem em escoamento lento ou mesmo até em ambientes bem drenados como no topo das chapadas. Pode-se observar a ocorrência desse material em diferentes posições na paisagem



Foto 6.18 – Perfil de Plintossolo Pétrico, relevo plano com pastagem.



Foto 6.19 – Perfil de Plintossolo Pétrico, sob vegetação de campo cerrado na região da Chapada dos Guimarães.



Foto 6.20 – Pastagem em Plintossolo Pétrico, relevo plano.



Foto 6.21 – Área com Plintossolo Pétrico sob pastagem em relevo plano.

sendo as mais comuns ao longo dos barrancos em encostas e capeando antigas superfícies de erosão.

Trata-se da classe de solos mais significativa da área de estudo abrangendo mais de 50% da área total, estando associados na parte oeste, principalmente aos solos rasos e pouco profundos da classe dos Cambissolos e Neossolos Litólicos e, nas porções leste e norte, aos Latossolos. Em ambos os casos, esses solos ocorrem nas áreas próximas às bordas tanto de colinas como morrotes e morros. Ocorrem, portanto, em relevo suave ondulado e plano e subordinadamente em relevos mais declivosos. Nas áreas em associação com os Cambissolos é comum observar a ocorrência de petroplintitas envolvendo cascalhos de quartzo, constituindo-se em ambientes de difícil separação dessas diferentes classes de solos.

Os vários fatores de caráter limitante como pequena profundidade efetiva, baixa fertilidade natural, e grandes quantidades de concreções e cascalhos, não impede o uso desses solos, principalmente aqueles com maiores profundidades com horizontes B textural e B latossólico (Sobrinho, 1988).

A pequena espessura desses solos somada às características de baixa permeabilidade, influenciadas principalmente pela granulometria fina do material de origem, favorece ao escoamento superficial, mesmo em relevos mais suavizados, facilitando o desenvolvimento de processos erosivos.

Foram identificadas as seguintes unidades de Plintossolos Pétricos:

– FFcd1 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico argissólico, textura média muito cascalhenta/argilosa muito cascalhenta + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média e argilosa, ambos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo suave ondulado.

– FFcd2 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico câmbico, textura média muito cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico plíntico ou típico, textura média muito cascalhenta, fase pedregosa, relevo ondulado, ambos A moderado, Cerrado Tropical Subcaducifólio.

– FFcd3 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico, textura média muito cascalhenta e argilosa muito cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média e argilosa, relevo suave ondulado, ambos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.

– FFcd4 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico, textura média muito cascalhenta e argilosa muito cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média e argilosa, relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico, textura média/argilosa, todos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.

– FFcd5 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico, textura média muito cascalhenta e argilosa muito cascalhenta, relevo ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média, relevo forte ondulado e ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média muito cascalhenta, relevo ondulado, todos A moderado, fase Campo Cerrado Tropical.

– FFcd6 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico ou léptico, textura média muito cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico ou léptico, textura média, cascalhenta, relevo ondulado e suave ondulado + PLINTOSSOLO PÉTRICO Epiconcre-

cionário Distrófico, textura média/argilosa, relevo suave ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, relevo suave ondulado, todos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.

6.4.11 – VERTISSOLO HÁPLICO

Compreende os solos constituídos por material mineral com horizonte vértico entre 25 e 100cm de profundidade e relação textural insuficiente para caracterizar um B textural, e apresentando, além disso, fendas verticais no período seco, com pelo menos 1cm de largura, atingindo, no mínimo, 50cm de profundidade.

Possuem dominância da textura argilosa ao longo do perfil, caracterizado pela elevada atividade da argila, com predomínio das argilas do tipo 2:1 na sua composição mineralógica. São sempre de natureza eutrófica e com saturação de bases chegando até 100%.

No campo, esses solos são facilmente detectáveis principalmente pelo fendilhamento na superfície (**Foto 6.22**) e em muitos casos ocorrem os “gilgais” que constituem os microrrelevos originados pela intensa movimentação do solo devido a grande expansibilidade desse material. A elevada atividade da argila gera uma forte compressão entre as partículas do solo devido aos movimentos de expansão e contração, podendo aparecer os *slikensides* (**Foto 6.23**) que são ranhuras nas estruturas prismáticas do solo.

Normalmente, ocorrem em relevo plano e abaciado com pouca vegetação adaptada a condição de drenagem imperfeita, alta densidade e a grande alteração expansibilidade do solo.

Face as suas características físicas e morfológicas, apresentam severas limitações ao desenvolvimento do sistema radicular para a maioria das culturas, e ao

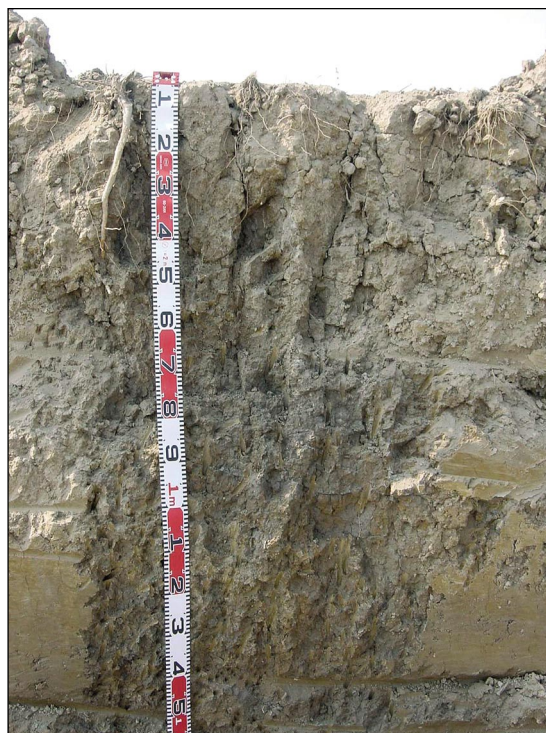


Foto 6.22 – Perfil de Vertissolo Háptico em relevo plano.



Foto 6.23 – Detalhe das superfícies de compressão e *slikenides* em Vertissolo Háptico.

tracionamento de máquinas e implementos agrícolas, tanto em condições de baixa como de alta umidade do solo.

A drenagem imperfeita, com permeabilidade lenta a muito lenta, faz com que na estação chuvosa tomem-se encharcados. Quando úmidos, apresentam elevadas plasticidade e pegajosidade e, quando secos, consistência muito dura, dificultando bastante a trafegabilidade e o próprio manejo. São solos considerados

como de média a alta suscetibilidade à erosão, mesmo no relevo mais suavizado.

Os Vertissolos ocorrem, somente como unidade secundária da unidade de Neossolo Flúvico, nas áreas de relevo plano e abaciado, onde é comum observar murunduns e vegetação de campo gramíneo, com pequenos arbustos esparsos.

6.4.12 – AFLORAMENTOS DE ROCHA

Compreendem os afloramentos de rochas que ocorrem associados às diversas outras classes de solos dentro das unidades de mapeamento. Podem também não aparecer como componente da unidade, sendo apenas inclusões devido ao fato de conterem menos de 20% da unidade. Portanto, quando os Afloramentos de Rochas aparecem na unidade eles representam, no mínimo, 1/5 da unidade.

Esses afloramentos se distribuem em toda a área, principalmente nas partes mais declivosas como a borda da Chapada dos Guimarães (**Foto 6.24**) e na porção oeste da região estudada, porém, sem-

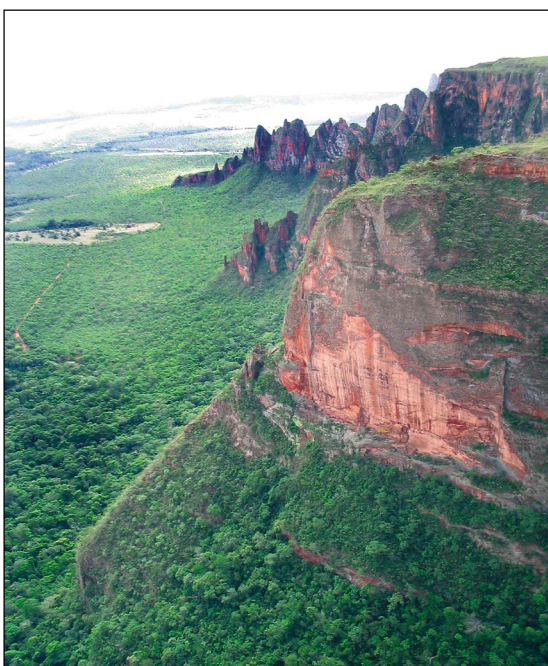


Foto 6.24 – Paredão rochoso na borda da Chapada dos Guimarães, com Neossolos Litólicos e Afloramentos de Rochas.

pre como componente secundário. Ocorrem também nos morros remanescentes em Santo Antônio do Leverger, morros de Santo Antônio e do Jacaré. Para sua individualização são necessários estudos em maior nível de detalhe, que permita cartografá-los. Entretanto, ao saber da sua existência em determinadas unidades já se pode fazer inferências a seu respeito a partir das unidades de mapeamento.

Normalmente ocorrem associados aos solos rasos, como os Neossolos Litólicos e Cambissolos Háplicos, acompanhados do caráter pedregoso e rochoso. Da mesma forma que essas unidades, possuem grandes limitações de uso, os Afloramentos de Rocha acabam sempre por intensificar essas limitações na unidade.

6.5 – LEGENDAS DE SOLOS

O **Quadro 6.1** ilustra a legenda final de solos com as unidades de mapeamento e as respectivas unidades componentes.

6.6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A seguir, são destacados os principais tópicos referentes ao estudo pedológico desenvolvido na área do Projeto SIG Cuiabá, Várzea Grande e Entorno:

- o presente trabalho caracteriza e apresenta a distribuição das classes de solos em escala adequada ao planejamento do uso da terra e ordenamento territorial. Para planejamentos em nível de propriedades rurais, recomendam-se estudos pedológicos em maior escala de detalhe (> 1:25.000) e, conseqüentemente, maior freqüência de amostragem;
- os solos além de áreas individualizadas foram agrupados em associações de dois ou três componentes, totalizando 40 unidades de mapeamento;

Quadro 6.1 – Unidades taxonômicas componentes das unidades de mapeamento de solos das terras do Projeto SIG Cuiabá.

Unidade de Mapeamento	Classes de Solos
PVAd1	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/ argilosa + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico ou argissólico, textura média/argilosa, ambos A moderado, fase Cerradão Tropical Subcaducifólio, relevo suave ondulado e ondulado.
PVAd2	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/ argilosa, Cerradão e Floresta Tropical Caducifólia, relevo ondulado e forte ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura arenosa e média, relevo forte ondulado, ambos A moderado, fase Cerradão Tropical Caducifólio.
PVAe	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/ argilosa, relevo ondulado e forte ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico e Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, relevo ondulado, ambos A moderado, fase Cerradão Tropical Subcaducifólio.
CXbd1	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média cascalhenta, fase Campo Cerrado Tropical, relevo suave ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico ou câmbico, textura média, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, fase Campo Cerrado Tropical, relevo ondulado e forte ondulado substrato filito, todos A moderado.
CXbd2	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média cascalhenta, fase Campo Cerrado Tropical, relevo ondulado e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, fase Campo Cerrado Tropical, relevo ondulado e forte ondulado substrato filito + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico ou câmbico, textura média, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo suave ondulado, todos A moderado.
CXbd3	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média cascalhenta, fase pedregosa, Campo Cerrado Tropical, relevo forte ondulado e ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, fase pedregosa, Campo Cerrado Tropical, relevo forte ondulado, ambos A moderado.
CXbd4	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média, fase pedregosa, Campo Cerrado e Cerrado Tropical Subcaducifólio + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, fase pedregosa, Campo Cerrado Tropical, relevo forte ondulado substrato filitos, ambos A moderado, relevo forte ondulado.
CXbd5	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico, textura média muito cascalhenta/argilosa muito cascalhenta + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média e argilosa, ambos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo suave ondulado.
CXbd6	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico câmbico, textura média muito cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário distrófico, textura média muito cascalhenta + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico plíntico ou típico, textura média muito cascalhenta, fase pedregosa, relevo ondulado, todos A moderado, Cerrado Tropical Subcaducifólio.

Quadro 6.1 (continuação)

Unidade de Mapeamento	Classes de Solos
CXbd7	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico, textura média muito cascalhenta e argilosa muito cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado; + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média e argilosa, relevo suave ondulado, ambos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.
CXbd8	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico, textura média muito cascalhenta e argilosa muito cascalhenta, relevo ondulado e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, fase pedregosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média e argilosa, relevo suave ondulado, todos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.
CXbd9	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico, textura média muito cascalhenta, fase Campo Cerrado Tropical relevo ondulado; + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média, relevo forte ondulado, substrato arenito, ambos A moderado, fase Campo Cerrado Tropical.
CXbd10	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico câmbico ou plíntico, textura média muito cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média muito cascalhenta, relevo ondulado e suave ondulado + PLINTOSSOLO PÉTRICO Epiconcrecionário Distrófico, textura média/argilosa, relevo suave ondulado, ambos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.
GXbe	GLEISSOLO HÁPLICO Tb e Ta Eutrófico, textura argilosa + NEOSSOLO FLÚVICO Ta e Tb Eutrófico e Distrófico vérticos ou típico, textura média/argilosa/arenosa + VERTISSOLO HÁPLICO Órtico gleico ou típico, textura argilosa e muito argilosa, todos A moderado, fase Floresta Tropical Hidrófila de Várzea relevo plano.
GXbd	GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa e média + NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico e Eutrófico, textura indiscriminada, ambos A moderado, fase Floresta Tropical Higrófila de Várzea relevo plano.
LVd	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, ambos textura argilosa, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo plano e suave ondulado.
LVAd1	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa e média, relevo suave ondulado e plano + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico ou latossólico, textura argilosa, relevo suave ondulado, ambos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.
LVAd2	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa e média, relevo suave ondulado e plano + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico, textura média/argilosa, relevo suave ondulado, ambos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.
LVAd3	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, relevo suave ondulado e plano + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico distrófico, relevo plano e suave ondulado, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.

Quadro 6.1 (continuação)

Unidade de Mapeamento	Classes de Solos
LVAd4	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa e média + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico ou argissólico, textura média/argilosa, ambos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo suave ondulado.
RLd1	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, substrato filitos e arenitos + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média cascalhenta, ambos A moderado, fase pedregosa, Campo Cerrado Tropical, relevo forte ondulado.
RLd2	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, relevo forte ondulado, substrato filito e quartzito + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média cascalhenta, relevo forte ondulado e ondulado, ambos A moderado, fase pedregosa, Cerrado Tropical Subcaducifólio.
RLd3	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média e argilosa cascalhenta, ambos A moderado, fase pedregosa, Campo Cerrado Tropical, relevo forte ondulado substrato quartzito e argilito + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
RLd4	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, relevo forte ondulado, substrato filitos + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média cascalhenta, relevo forte ondulado e ondulado, ambos A moderado, fase pedregosa, Floresta e Cerrado Tropical Subcaducifólio,
RLd5	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo forte ondulado e ondulado, substrato arenito + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
RLd6	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média e argilosa cascalhenta, ambos A moderado, fase pedregosa, Campo Cerrado Tropical, relevo forte ondulado e ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA
RYbd	NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico, textura média/argilosa/arenosa + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, textura argilosa, ambos A moderado, fase Floresta e Campo Tropical Hidrófila de Várzea, relevo plano.
RYve	NEOSSOLO FLÚVICO Ta e Tb Eutrófico e Distrófico vérticos ou típico, textura média/argilosa/arenosa + GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico, textura argilosa + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Eutrófico típico, textura média/argilosa + VERTISSOLO HÁPLICO Órtico gleico ou típico, textura argilosa e muito argilosa, todos A moderado, fase Floresta Tropical Hidrófila de Várzea relevo plano.
RQo1	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo suave ondulado.
RQo2	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, ambos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo plano e suave ondulado.
FFcd1	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico argissólico, textura média muito cascalhenta/argilosa muito cascalhenta + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média e argilosa, ambos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo suave ondulado.

Quadro 6.1 (continuação)

Unidade de Mapeamento	Classes de Solos
FFcd2	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico câmbico, textura média muito cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico plíntico ou típico, textura média muito cascalhenta, fase pedregosa, relevo ondulado, ambos A moderado, Cerrado Tropical Subcaducifólio.
FFcd3	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico, textura média muito cascalhenta e argilosa muito cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média e argilosa, relevo suave ondulado, ambos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.
FFcd4	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico, textura média muito cascalhenta e argilosa muito cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média e argilosa, relevo suave ondulado + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico, textura média/argilosa, todos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.
FFcd5	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico, textura média muito cascalhenta e argilosa muito cascalhenta, relevo ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média, relevo forte ondulado e ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média muito cascalhenta, relevo ondulado; todos A moderado, fase Campo Cerrado Tropical.
FFcd6	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico ou léptico, textura média muito cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico ou léptico, textura média, cascalhenta, relevo ondulado e suave ondulado + PLINTOSSOLO PÉTRICO Epiconcrecionário Distrófico, textura média/argilosa, relevo suave ondulado e ondulado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, relevo suave ondulado, todos A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.
FTd1	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico, textura arenosa/média e média/argilosa, fase Campo Cerrado (covoal), relevo plano com murundus + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura média/argilosa + PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura arenosa/média e média, ambos fase Floresta Tropical Subcaducifólia, relevo plano, todos A moderado.
FTd2	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico ou arênico, textura média e arenosa/média + PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico Solódico ou típico, textura arenosa/média e média, ambos A moderado, fase Campo Cerrado (covoal), relevo plano e suave ondulado, com murundus.
FTd3	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico, textura média/argilosa + PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico arênico, textura arenosa/média, ambos A moderado, fase Campo Cerrado (covoal), relevo plano com murundus.

O **Quadro 6.2** ilustra a distribuição por hectares e em percentual das unidades de mapeamento de solos.

Quadro 6.2 – Distribuição em hectares e em percentual das unidades de mapeamento.

Unidade de Mapeamento	Hectares (ha)	Percentagem (%)
PVAd1	398,23	0,08
PVAd2	1.152,30	0,22
PVAe	3.130,72	0,60
CXbd1	6.653,77	1,28
CXbd2	20.671,20	3,98
CXbd3	4.883,24	0,94
CXbd4	5.907,74	1,14
CXbd5	18.144,57	3,49
CXbd6	6.185,52	1,19
CXbd7	1.449,46	0,28
CXbd8	6.642,11	1,28
CXbd9	2.969,95	0,57
CXbd10	13.589,80	2,61
GXbd	174,88	0,03
GXbe	231,93	0,04
LVAAd1	42.348,34	8,14
LVAAd2	17.116,77	3,29
LVAAd3	11.257,46	2,17
LVAAd4	2.815,24	0,54
LVd	4.774,00	0,92
RLd1	24.679,05	4,75
RLd2	8.611,23	1,66
RLd3	3.271,71	0,63
RLd4	1.268,93	0,24
RLd5	2.483,62	0,48
RLd6	482,99	0,09
RYbd	6.298,16	1,21
RYve	40.327,33	7,76
RQo1	5.220,55	1,00
RQo2	1.579,16	0,30
FFcd1	69.248,71	13,32
FFcd2	20.422,50	3,93
FFcd3	44.538,63	8,57
FFcd4	21.242,17	4,09
FFcd5	42.495,46	8,17
FFcd6	28.606,58	5,50
FTd1	5.510,83	1,06
FTd2	375,62	0,07
FTd3	18.779,53	3,61
Corpos D'água	4.022,43	0,77
Total	519.962,44	100

- os Plintossolos Pétricos compreendem os solos mais representativos da área de estudo e correm, praticamente, em toda a região em diferentes formas de relevo. Constituem solos bastante limitantes ao uso agrícola devido à pequena profundidade, presença de concreções, carapaças ferruginosas e cascalhos.
- os Latossolos Amarelos distróficos, portanto de baixa fertilidade natural, ocorrem de maneira restrita na área de estudo. Devido às pequenas variações de relevo em que ocorrem e a grande ocorrência de petroplintita, além da manifestação de características intermediárias para outras classes de solos, não possibilitaram a sua separação cartográfica sendo necessário associá-la principalmente aos Plintossolos Pétricos. Entretanto, sua ocorrência está mais condicionada a parte central das manchas longe das linhas de drenagem ao contrário dos Plintossolos.
- devido à grande dificuldade de separação das áreas com domínio de petroplintitas e cascalhos torna-se necessário estudos em escalas maiores e com maior densidade de amostragem.
- a área de estudo observa-se um predomínio de solos pouco profundos e profundos a exceção das partes no topo da chapada, onde predominam solos profundos e muito profundos. Além dessa característica observa-se uma marcante ocorrência de petroplintitas e cascalhos em diversas classes de solos.
- na porção oeste domina os solos mais rasos e com menores profundidades efetivas compreendendo a classe dos Neossolos Litólicos e Cambissolos Háplicos de textura muito cascalhenta, associadas aos Plintossolos Pétricos.
- na porção sul e sudeste estão os solos sob influência fluvial, compreendendo as planícies aluviais e as áreas baixas onde predominam os Neossolos Flúvicos associados aos Gleissolos, Plintossolos Argilúvicos, Vertissolos e Planossolos.
- a vegetação dominante é o Cerrado sobre os solos são mais profundos e nas margens das drenagens observam-se à ocorrência de vegetação de maior porte como o cerradão. Nas partes de solos mais rasos é comum observar os Campos Cerrados e nas baixadas inundáveis as áreas de mata ciliar e campo gramíneo e algumas “ilhas de cerrado”.
- o principal uso dos solos da área de estudo é a pastagem com pequenos cultivos de fruteiras e hortaliças nas proximidades de Cuiabá e Várzea Grande. Nas áreas da chapada observa-se uma agricultura mecanizada de maior porte com cultivo principalmente de soja.
- considerando que o rio Cuiabá é o mais importante sistema hídrico da região seguido do rio Aricá-Açu e que a manutenção desses recursos hídricos está diretamente relacionada a ocupação e o manejo dos solos dessas bacias, a utilização das informações geradas nesse levantamento tornam-se imprescindíveis para o estabelecimento de um plano de preservação desses recursos.

6.7 – BIBLIOGRAFIA

- BENNEMA, J. Report to the Government of Brazil on Classification of Brazilian Soils. Rome: FAO, 1966. 83p. (FAO. EPTA Report, 2197).
- BURINGH, P. The application of aerial photography in soils surveys. *In*: AMERICAN SOCIETY OF FOTOGRAmetry. Manual of photography and interpretation. Washington, D.C., 1960, p.633-636.
- CAMARGO, M. N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J. H. Sistema brasileiro de classificação de solos. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 12, n. 1, p. 11-33, jan./abr. 1987.
- CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J. F.; SANTOS, R. D. dos. Os solos do

- Estado do Rio de Janeiro. *In*: CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Rio de Janeiro: geologia, geomorfologia, geoquímica, geofísica, recursos minerais, economia mineral, hidrogeologia, estudos de chuvas intensas, solos, aptidão agrícola, uso e cobertura do solo, inventário de escorregamentos, diagnóstico geoambiental. Rio de Janeiro: CPRM: Embrapa Solos; [Niterói]: DRM-RJ, 2001. 1 CD-ROM. Contém texto e mapa color., escala 1:500.000. Cap. 6 (Capítulo de livro).
- COELHO, M. R.; SANTOS, H. G.; SILVA, H. F.; AGLIO, M. L. D. O Recurso Natural Solo. *In*: MANZATTO, C. V.; JUNIOR, E. F.; PERES, J. R. R. (Ed.). Uso Agrícola dos Solos Brasileiros. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002, p.1-11.
- COUTO, E. G.; JACOMINE, P. TK. T.; CALDERANO, S. B. Guia da Excursão Técnica da XIV RBMCSA. Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solos e Água. UFMT. Cuiabá, 2002. 68p.il.
- DANTAS, M. E.; SHINZATO, E.; MEDINA, A. I. de M.; SILVA, C. R. da; PIMENTEL, J.; LUMBRERAS, J. F.; CALDERANO, S. B.; CARVALHO FILHO, A. de. Diagnóstico geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. *In*: CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Rio de Janeiro: geologia, geomorfologia, geoquímica, geofísica, recursos minerais, economia mineral, hidrogeologia, estudos de chuvas intensas, solos, aptidão agrícola, uso e cobertura do solo, inventário de escorregamentos, diagnóstico geoambiental. Rio de Janeiro: CPRM: Embrapa Solos; [Niterói]: DRM-RJ, 2001. 1 CD-ROM. Contém texto e mapa color., escala 1:500.000. Cap. 11 (Capítulo de livro).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. XXVI, 412p. il.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa-SPI, 1999. 412p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Definição e notação de horizontes e camadas do solo. Rio de Janeiro, 1988a. 54p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 3).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro, 1988b. 67p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 11).
- ESRI. Environmental Systems Research Institute. Arc GIS 9.0. 2005 (3 CDs). USA: ESRI. 2005.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Survey Division. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff. Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington, 1975. 754p. (USDA. Agriculture Handbook, 436).
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Survey Division. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff. Soil survey manual. Rev. enlarg. ed. Washington, D.C., 1993. 437p. (USDA. Agriculture Handbook, 18).
- FAO (Roma, Itália). Soil map of the world: 1:500.000 legend. Paris: Unesco, 1974, v. 1.

- KÄMPF, N.; KLAMT, E.; SCHNEIDER, P. Óxidos de ferro em latossolos do Brasil Sudeste e Sul. *In*: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA, 3., 1988, Rio de Janeiro, RJ. *Anais...* Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1988, p.153-183.
- LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. dos. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 3. ed. Campinas : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo / Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1996. 83p.
- LEPSCH, I. F. O inventário de solos como base ao planejamento racional do uso da terra. *In*: Fundação Cargill (ed.). Aspectos de manejo do solo. Campinas, 1985, p.1-42.
- LUEDER, D. R. Aerial photographic interpretation principles and applications. New York : McGraw-Hill, 1959. 462p.
- OLIVEIRA, J. B. de; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. Classes gerais de solo do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento. 2. ed. Jaboticabal, FUNEP, 1992. 201p.
- RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E. G.; BEEK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: SUPLAN/EMBRAPA-SNLCS, 1995. 65p.
- RESENDE, M. Sistema de Classificação da aptidão agrícola dos solos (FAO/Brasil) para algumas culturas específicas – necessidades e sugestões para o desenvolvimento. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte, 9(105): 83-88, setembro, 1983.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B. DE; CORRÊA, G. F. Pedologia; base para distinção de ambientes. Viçosa: NEPUT, 1995. 304p.
- REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10., 1979, Rio de Janeiro, RJ. *Súmula...* Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1979b. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Série Miscelânea, 1).
- RIBEIRO, J. C. A Morfopedologia Aplicada ao Diagnóstico e Prevenção dos Processos Erosivos Lineares da Bacia Hidrográfica do Alto Rio da Casca. UFMT. Cuiabá. 2001. Tese de mestrado. 111p.
- SANTANA, D. P. A importância da classificação dos solos e do meio ambiente na transferência de tecnologia. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte, 9 (105): 80-82, setembro, 1983.
- SOBRINHO, J. B. P. L. Caracterização e Classificação de alguns Perfis de Solos Concrecionários lateríticos, nos Municípios de Cuiabá e Várzea Grande – MT. UFMT. Cuiabá. 1998. Tese de Mestrado. 96p.
- SPURR, S. H. Photogrammetry and photointerpretation. 2.ed. New York: Ronald Press, 1960. 472p.

6.8 – GLOSSÁRIO

argila de atividade alta (Ta). refere-se à capacidade de troca de cátions (valor T) da fração mineral. Atividade alta designa valor igual ou superior a 27cmolc/kg de argila. Para esta distinção é considerada a atividade das argilas no horizonte B, ou no C quando não existe B.

argila de atividade baixa (Tb). refere-se à capacidade de troca de cátions (valor T) da fração mineral. Atividade alta designa valor inferior à 27cmolc/kg de argila Para esta distinção é considerada a atividade das argilas no horizonte B, ou no C quando não existe B.

Argissolo. solos constituídos por material mineral, com argila de atividade baixa e horizonte B textural (Bt), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico.

B. vide: horizonte B.

Bi. vide: horizonte B incipiente ou câmbico.

Bt. vide: horizonte B textural.

Bw. vide: horizonte B latossólico.

C. horizonte ou camada mineral subsuperficial de material inconsolidado relativamente pouco afetado por processo pedogenéticos.

camadas do solo. é uma seção de constituição mineral ou orgânica, à superfície do terreno ou aproximadamente paralela a esta, possuindo conjunto de propriedades não resultantes ou pouco influenciadas pela atuação dos processos pedogenéticos.

Cambissolos. solos constituídos por material mineral, com argila de atividade baixa e horizonte B incipiente ou câmbico (Bi), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico.

capacidade de troca de cátions (CTC ou valor T). é a soma do valor S com os teores de hidrogênio e alumínio trocáveis em cmolc/kg de solo.

caráter salino. refere-se à presença de sais solúveis em água fria que o sulfato de cálcio (gesso), em quantidades que interferem com a maioria das culturas, expresso por condutividade elétrica do extrato de saturação (a 25°C) igual ou maior que 4dS/m e menor que 7dS/m.

caráter solódico. refere-se a valores de saturação por sódio entre 6 e 15%, encontrados em algum horizonte nos primeiros 150cm do solo.

cerosidade. são filmes muito finos de material inorgânico de naturezas diversas, orientadas ou não, constituindo revestimentos ou superfícies brilhantes nas faces de elementos estruturais, poros ou canais, resultante de movimentação, segregação ou rearranjo de material coloidal inorgânico (< 0,002mm); quando bem desenvolvidos são facilmente perceptíveis, apresentando aspecto lustroso e brilho graxo.

classe de solo. grupo de solos que apresentam uma variação definida em

determinadas propriedades e que se distinguem de quaisquer classes, por diferenças nessas propriedades.

consistência do solo. trata-se de uma avaliação a campo das forças de coesão e adesão que atuam no solo, em vários teores de umidade, seco, úmido e molhado.

contato lítico. limite entre o solo e o material subjacente constituído pelo material coeso subjacente.

distrófico. especifica distinção de solos com saturação por bases (valor V) inferior a 50%. Para esta distinção é considerada a saturação por bases no horizonte B, ou no C quando não existe B.

estrutura do solo. agregação de partículas primárias do solo em unidades compostas ou agrupamento de partículas primárias, que são separadas de agregados adjacentes por superfície de fraca resistência. São classificados quanto a forma, tamanho e grau de distinção.

eutrófico. especifica distinção de solos com saturação por bases (valor V) superior ou igual a 50%. Para esta distinção é considerada a saturação por bases no horizonte B, ou no C quando não existe B.

Gleissolos. solos constituídos por material mineral com horizonte glei imediatamente abaixo de horizonte A, ou de horizonte hístico com menos de 40cm de espessura; ou horizonte glei começando dentro de 50cm da superfície do solo; não apresentam horizonte plíntico ou vértico, acima do horizonte glei ou coincidente com horizonte glei, nem qualquer tipo de horizonte e diagnóstico acima do horizonte glei.

horizonte A. horizonte superficial mineral, no qual a feição enfatizada é a acumulação de matéria orgânica decomposta intimamente associada com a fração mineral.

horizonte A chernozêmico. é um horizonte mineral, superficial, relativamente espesso, com estrutura suficientemente desenvolvida, escuro (croma úmido inferior a 3,5 e valores mais escuros que 3,5 quando úmido e que 5,5 quando seco), de caráter eutrófico ($V > 65\%$), saturado predominantemente por cátions bivalentes e com conteúdo de carbono igual ou superior a 5,8g/kg.

horizonte A fraco. é um horizonte mineral, superficial, com conteúdos de carbono inferiores a 5,8g/kg (média ponderada), cores muito claras, com valor maior ou igual a 4 quando úmido e a 6 quando seco, e com estrutura ausente ou fracamente desenvolvida.

horizonte A húmico. é um horizonte superficial que, além das características do horizonte A proeminente, apresenta maior desenvolvimento, expresso por maior espessura e/ou riqueza em matéria orgânica, associada à cor mais escura, desde que não satisfaça aos requisitos de horizontes turfosos. Para o caso específico de Latossolos, o requisito de espessura mínimo é de 80cm.

horizonte A moderado. é um horizonte mineral, superficial, com conteúdos de carbono variáveis e características que expressam um grau de desenvolvimento intermediário entre os outros tipos de horizonte A. Apresenta requisitos de cor ou espessura insuficientes para caracterizar horizonte A chernozêmico ou A proeminente, diferindo também do horizonte A fraco, seja por sua estrutura, mais desenvolvida, ou pelos conteúdos de carbono superiores a 5,8g/kg, ou ainda pela presença de cores mais escuras (valor < 4 , quando úmido, ou croma > 6 , quando seco).

horizonte A proeminente. constitui horizonte superficial, cujas características de cor, espessura, estrutura e conteúdo

de matéria orgânica satisfazem às exigências requeridas para A chernozêmico, do qual difere apenas por apresentar saturação por bases inferior a 65%.

horizonte B incipiente. horizonte mineral subsuperficial que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, porém suficiente para o desenvolvimento de cor ou de estrutura, e no qual mais da metade do volume de todos os subhorizontes não devem consistir em estrutura da rocha original.

horizonte B latossólico. horizonte mineral subsuperficial, com espessura mínima de 50cm, cujos constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização, caracterizado pela presença de quantidades variáveis de óxidos de ferro e alumínio, argilominerais do tipo 1:1 e minerais primários resistentes ao intemperismo e pela ausência quase absoluta de argilominerais do tipo 2:1.

horizonte B plânico. é um tipo especial de horizonte B textural, subjacente a horizonte A ou E, e precedido por uma mudança textural abrupta. Apresenta estrutura prismática colunar, ou em blocos angulares e subangulares grandes ou médios, e às vezes, maciça, permeabilidade lenta ou muito lenta e cores acinzentadas ou escuras, podendo ou não possuir cores neutras de redução, com ou sem mosqueados. Este horizonte é adensado, com teores elevados de argila dispersa e por ser responsável pela retenção de lençol de água suspenso, de existência temporária.

horizonte B textural. é um horizonte mineral subsuperficial no qual há evidências de acumulação, por iluviação, de argila silicatada. O horizonte B textural possui expressivo incremento de argila em relação ao(s)

horizonte(s) a ele sobreposto(s) e, usualmente, apresenta cerosidade que excede quanto ao grau de desenvolvimento, isto é, nitidez fraca, e quanto à quantidade – pouca.

horizonte B. horizonte subsuperficial com predomínio das características genéticas sobre as características herdadas.

horizonte C. vide: C.

horizonte do solo. são seções de constituição mineral ou orgânica, aproximadamente paralelas à superfície do terreno e dotados de propriedades geradas por processos formadores do solo.

horizonte E alábico. horizonte mineral comumente subsuperficial no qual a remoção ou segregação de material coloidal inorgânico e orgânico progrediu a tal ponto que a cor do horizonte é mais determinada pela cor das partículas primárias de areia, silte, e até mesmo da argila, do que por revestimentos nessas partículas.

horizonte glei. horizonte mineral subsuperficial ou eventualmente superficial caracterizado pela intensa redução de ferro e formado sob condições de excesso de água, o que lhe confere cores neutras ou próximas de neutras na matriz do solo, com ou sem mosqueados. Este horizonte é fortemente influenciado pelo lençol freático, sob prevalência de um regime de umidade redutor, virtualmente livre de oxigênio dissolvido, em virtude da saturação com água durante todo o ano ou pelo menos por um longo período.

latossólico. identifica solos intermediários para a classe dos Latossolos.

latossolo. são solos minerais, não hidromórficos, sempre com argila de atividade baixa, com horizonte do B tipo latossólico. São considerados solos em avançado estágio de evolução, suficiente para transformar os minerais primários oriundos do material de

origem em caulinita ou óxidos de ferro e alumínio. Apresentam baixa reserva de nutrientes para as plantas, mas em contrapartida, possuem ótimas condições físicas para o desenvolvimento radicular.

mudança textural abrupta. consiste em considerável aumento no conteúdo de argila dentro de uma pequena distância vertical, menor que ou igual a 8cm, na zona de transição entre o horizonte A ou E, e o horizonte subjacente B.

Neossolos. solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso com pequena expressão dos processos pedogenéticos em consequência da baixa intensidade de atuação destes processos, que não conduziram, ainda, a modificações expressivas do material originário, de características do próprio material, pela sua resitência ao intemperismo ou composição química, e do relevo, que podem impedir ou limitar a evolução desses solos.

Planossolos. solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte pã, responsável pela detenção de lençol d'água sobreposto, de existência periódica e presença variável durante o ano.

plíntico. qualificação referente a classes de solos que contém plintita, mas em quantidade insuficiente para caracterizar um horizonte plíntico.

plintita. formação constituída de mistura de argila, pobre em húmus e rica em ferro e alumínio, com quartzo e outros minerais.

pouco profundo. vide: profundidade dos solos.

profundidade de solos. designa condições de solos nos quais o contato lítico ocorre conforme os limites especificados a seguir:

- muito profundo > 200cm de profundidade
- pouco profundo > 50cm < 100cm de profundidade
- profundo > 100cm < 200cm de profundidade
- raso < 50cm de profundidade

profundo. vide: profundidade dos solos.

r. sufixo utilizado na nomenclatura de horizontes e camadas indicativo de rocha branda ou saprolito.

R. utilizado para rocha consolidada.

raso. vide: profundidade dos solos.

salino. propriedade caracterizada pela presença de sais solúveis que interfere no desenvolvimento da maioria das culturas, expressa por condutividade elétrica do extrato de saturação igual ou maior que 4 ds/m e menor que 7ds/m (a 25°C).

saturação por bases (valor V). percentual entre a soma de bases e a capacidade de troca de cátions (100 x valor S / valor T).

soma de bases (valor S). é a soma das quantidades de cálcio, magnésio, potássio e sódio, em cmol_c/kg de solo.

textura. refere-se à composição granulométrica do solo, em termos de percentagem de areia do tamanho entre 2 e 0,5mm, silte entre 0,5 e 0,002mm e argila no tamanho igual ou menor que 0,002mm. Conforme o teor de argila os solos são classificados em:

- textura arenosa - compreende as classes texturais areia e areia franca.
- textura argilosa - teor de argila entre 35 e 60%.
- textura média - teor de argila inferior a 35% e com mais de 15% de areia, exceto as classes texturais areia e areia franca.
- textura muito argilosa - teor de argila acima de 60%.
- textura siltosa - teor de argila inferior a 35% e de areia inferior a 15%.

unidade de mapeamento de solos. grupo de delimitações que representam áreas de paisagens similares, compostas de 1 ou mais classes de solos ou tipos de terreno.

valor S. vide: soma de bases.

valor T. vide: capacidade de troca de cátions.

7 – APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS

7.1 – ASPECTOS INICIAIS

O presente estudo refere-se à avaliação da aptidão agrícola das terras do Projeto SIG Cuiabá, Várzea Grande e Entorno, de caráter essencialmente interpretativo, que tem como finalidade a indicação do potencial agrícola das terras para diferentes tipos de uso. Tenta-se estabelecer uma relação custo/benefício favorável, sob os pontos de vista econômico e ambiental (Ramalho Filho *et al.*, 1983). Representa uma base para o planejamento agrícola, uma vez que ela fornece várias opções de uso dentro das quais a escolha deve considerar ainda outros fatores, como o socioeconômico, a legislação ambiental, o interesse do produtor etc., não sendo, portanto, uma recomendação direta para os produtores rurais.

Tem como base a metodologia do sistema de interpretação desenvolvido pela então Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo, do Ministério da Agricultura (Bennema *et al.*, 1965), atualmente Centro Nacional de Pesquisa de

Solos (CNPS), da Embrapa, e ampliada pela equipe da SUPLAN-MA, com assessoria técnica da FAO (Ramalho Filho *et al.*, 1983; 1995).

Trata-se de um sistema de avaliação que se baseia nos resultados dos levantamentos de solos. Tem como cerne a avaliação das condições agrícolas das terras, sintetizadas em cinco qualidades básicas, visando à identificação do uso mais intensivo possível sob diferentes tipos de manejo. Com o objetivo de mostrar as alternativas de uso de uma determinada área, as terras são posicionadas em seis grupos, em função da viabilidade de melhoramento das cinco qualidades básicas (fertilidade natural, excesso de água, deficiência de água, susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização) e da intensidade de limitação que persistir após a utilização de práticas agrícolas inerentes aos sistemas de manejo A (baixo nível tecnológico), B (médio nível tecnológico) e C (alto nível tecnológico).

Para facilitar a compreensão dos processos envolvidos e resultados po-

tenciais, são apresentados, a seguir, as estrutura do sistema e os princípios metodológicos adotados na classificação da aptidão agrícola das terras.

7.2 – CRITÉRIOS BÁSICOS

A metodologia da interpretação objeto deste estudo, desenvolvida por Ramalho Filho & Beek (1995), segue orientações contidas no “Soil Survey Manual” (Estados Unidos, 1951) e na metodologia da FAO (1976) que recomendam que a avaliação da aptidão agrícola das terras seja baseada em resultados de levantamentos sistemáticos, realizados com base nos vários atributos das terras – solo, clima, vegetação, geomorfologia etc.

Como a classificação da aptidão agrícola das terras é um processo interpretativo, seu caráter é efêmero, podendo sofrer variações com a evolução tecnológica. Portanto, está em função da tecnologia vigente na época de sua realização.

A classificação da aptidão agrícola, como tem sido empregada, não é precisamente um guia para obtenção do máximo benefício das terras, e sim uma orientação de como devem ser utilizados seus recursos, em nível de planejamento regional e nacional. O termo terra está sendo considerado no seu mais amplo sentido, incluindo todas as suas relações ambientais.

A metodologia em questão procura atender, embora subjetivamente, a uma relação custo/benefício favorável. Atende a uma realidade que represente a média das possibilidades dos agricultores numa tendência econômica de longo prazo, sem perder de vista o nível tecnológico a ser adotado. Trata-se de uma metodologia apropriada para avaliar a aptidão agrícola de grandes extensões de terras, devendo sofrer reajustamento no caso de ser aplicada à pequenas glebas de agricultores individualmente.

7.3 – NÍVEIS DE MANEJO CONSIDERADOS

Tendo em vista práticas agrícolas ao alcance da maioria dos agricultores num contexto específico, técnico, social e econômico, são considerados três níveis de manejo, visando diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos. Sua indicação é feita através das letras A, B e C, as quais podem aparecer escritas de diferentes formas na simbologia da classificação, segundo as classes de aptidão que apresentam as terras em cada um dos níveis adotados.

– Nível de Manejo A (primitivo)

Baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível tecnológico. Praticamente não há aplicação de capital para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas dependem do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal, com implementos agrícolas simples.

– Nível de Manejo B (pouco desenvolvido)

Baseado em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio. Caracteriza-se pela modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas estão condicionadas principalmente à tração animal.

– Nível de Manejo C (desenvolvido)

Baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico. Caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisa para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. A motomecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola.

Os níveis B e C envolvem melhoramentos tecnológicos em diferentes modalidades. Contudo, não leva em conta a ir-

rigação na avaliação da aptidão agrícola das terras. A este respeito vale mencionar que a maioria absoluta dos solos da área apresenta limitações fortes para o emprego da irrigação. Dentre as principais pode-se mencionar a textura arenosa de boa parte dos mesmos, a pequena profundidade e a presença de cascalhos e/ou concreções.

No caso da pastagem plantada e da silvicultura, está prevista uma modesta aplicação de fertilizantes, de defensivos e de corretivos, que corresponde ao nível de manejo B. Para a pastagem natural está implícita uma utilização sem melhoramentos tecnológicos, condição que caracteriza o nível de manejo A.

As terras consideradas viáveis de total ou parcial melhoramento mediante a aplicação de fertilizantes e corretivos ou o emprego de técnicas como drenagem, controle à erosão, proteção contra inundações, remoção de pedras etc., são classificadas de acordo com as limitações persistentes, tendo em vista os níveis de manejo utilizados. No caso do nível de manejo A, a classificação é feita de acordo com as condições naturais da terra, uma vez que esse nível não prevê técnicas de melhoramento.

Em função dos graus de limitação atribuídos a cada uma das unidades das terras resultará a classificação de sua apti-

ção agrícola. As letras indicativas das classes de aptidão, de acordo com os níveis de manejo, podem aparecer nos subgrupos em maiúsculas, minúsculas ou minúsculas entre parênteses, com indicação de diferentes tipos de utilização, conforme pode ser observado no **Quadro 7.1**.

A ausência de letras representativas das classes de aptidão agrícola na simbolização dos subgrupos indica não haver aptidão para uso mais intensivo. Essa situação não exclui, necessariamente, o uso da terra com um tipo de utilização menos intensivo.

7.3.1 – GRUPOS, SUBGRUPOS E CLASSES DE APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS

7.3.1.1 – GRUPOS DE APTIDÃO AGRÍCOLA

Trata-se de mais um artifício cartográfico, que identifica, no mapa, o tipo de utilização mais intensivo das terras, ou seja, sua melhor aptidão. Os grupos 1, 2 e 3, além da identificação de lavouras como tipos de utilização, desempenham a função de representar, no subgrupo, as melhores classes de aptidão das terras indicadas para lavouras, conforme os níveis de manejo. Os grupos 4, 5 e 6 apenas identificam tipos de utilização (pastagem plantada, silvicultura e/ou pas-

Quadro 7.1 – Simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras.

Classe de aptidão agrícola	Tipo de utilização					
	Lavoura			Pastagem plantada	Silvicultura	Pastagem natural
	Nível de manejo			Nível de manejo B	Nível de manejo B	Nível de manejo A
	A	B	C			
Boa	A	B	C	P	S	N
Regular	a	b	c	p	s	n
Restrita	(a)	(b)	(c)	(p)	(s)	(n)
Inapta	–	–	–	–	–	–

Fonte: Ramalho Filho & Beek (1995).

tagem natural e preservação da flora e da fauna, respectivamente), independentemente da classe de aptidão. A representação dos grupos é feita com algarismos de 1 a 6, em escalas decrescentes, segundo as possibilidades de utilização das terras. As limitações que afetam os diversos tipos de utilização aumentam do grupo 1 para o grupo 6, diminuindo, conseqüentemente, as alternativas de uso e a intensidade com que as terras podem ser utilizadas, conforme demonstra no **Quadro 7.2**.

7.3.1.3 – CLASSES DE APTIDÃO AGRÍCOLA

Uma última categoria constitui a tônica da avaliação da aptidão agrícola das terras nesta metodologia, sendo representada pelas classes de aptidão denominadas **Boa, Regular, Restrita e Inapta**, para cada tipo de utilização indicado.

As classes expressam a aptidão agrícola das terras para um tipo de utilização determinado, com um nível de manejo definido dentro do subgrupo de aptidão.

Quadro 7.2 – Alternativas de utilização das terras de acordo com os grupos de aptidão agrícola.

Grupo de Aptidão Agrícola	Aumento da intensidade de uso					
	Preservação da flora e da fauna	Silvicultura e/ou pastagem natural	Pastagem plantada	Lavouras		
				Aptidão restrita	Aptidão regular	Aptidão boa
Aumento da intensidade da limitação ↓ Diminuição das alternativas de uso	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					

Fonte: Ramalho Filho & Beek (1995).

7.3.1.2 – SUBGRUPOS DE APTIDÃO AGRÍCOLA

É o resultado conjunto da avaliação da classe de aptidão relacionada com o nível de manejo, indicando o tipo de utilização das terras. No exemplo 1(a)bC, o algarismo 1, indicativo do grupo, representa a melhor classe de aptidão das componentes do subgrupo, uma vez que as terras pertencem à classe de aptidão boa no nível de manejo C (grupo 1); classe de aptidão regular, no nível de manejo B (grupo 2); e classe de aptidão restrita, no nível de manejo A (grupo 3). Em certos casos, o subgrupo refere-se somente a um nível de manejo relacionado a uma única classe de aptidão agrícola.

Elas refletem o grau de intensidade com que as limitações afetam as terras, sendo definidas em termos de graus, referentes aos fatores limitantes mais significativos. Esses fatores, que podem ser considerados subclasses, definem as condições agrícolas das terras. Os tipos de utilização em pauta são lavouras, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural.

As classes são assim definidas:

– Classe Boa: terras sem limitações significativas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando-se as condições do manejo considerado. Há um mínimo de restrições que não reduz a produtividade ou

benefícios expressivamente e não aumenta os insumos acima de um nível aceitável.

- Classe Regular: terras que apresentam limitações moderadas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando-se as condições do manejo considerado. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de insumos, de forma a aumentar as vantagens globais a serem obtidas do uso. Ainda que atrativas essas vantagens são sensivelmente inferiores àquelas auferidas das terras da Classe Boa.
- Classe Restrita: terras que apresentam limitações fortes para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando-se as condições do manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então aumentam os insumos necessários de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente.
- Classe Inapta: terras apresentando condições que parecem excluir a produção sustentada do tipo de utilização em questão. Ao contrário das demais, essa classe não é representada por símbolos. Sua interpretação é feita pela ausência das letras do tipo de utilização considerado. As terras consideradas inaptas para lavouras têm suas possibilidades analisadas para usos menos intensivos (pastagem plantada, silvicultura ou pastagem natural). No entanto, as terras classificadas como inaptas para os diversos tipos de utilização considerados têm como alternativa serem indicadas para a preservação da flora e da fauna, recreação ou algum outro tipo de uso não-agrícola. Trata-se de terras ou paisagens pertencentes ao grupo 6, nas quais deve ser estabelecida uma cobertura vegetal, não só por razões ecológicas, como também para proteção de áreas contíguas agricultáveis.

O enquadramento das terras em classes de aptidão resulta da interação de suas condições agrícolas, do nível de manejo considerado e das exigências dos diversos tipos de utilização. As terras de uma classe de aptidão são similares quanto ao grau, mas não quanto ao tipo de limitação ao uso agrícola. Cada classe inclui diferentes tipos de solo, muitos requerendo tratamento distinto.

7.3.2 – REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA

7.3.2.1 – SIMBOLIZAÇÃO

Como ficou exposto, os algarismos de 1 a 5 que aparecem na simbolização cartográfica representam os grupos de aptidão agrícola que identificam os tipos de utilização indicados para as terras – lavouras, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural. As terras que não se prestam para nenhum desses usos constituem o grupo 6, o qual deve ser mais bem estudado por órgãos específicos, que poderão decidir pela sua melhor destinação. Esses mesmos algarismos dão uma visão, no mapa, da ocorrência das melhores classes de aptidão dentro do subgrupo. Portanto, identificam o tipo de utilização mais intensivo permitido pelas terras. As letras A, B ou C, que acompanham os algarismos referentes aos três primeiros grupos, expressam a aptidão das terras para lavouras em pelo menos um dos níveis de manejo considerados. Conforme as classes de aptidão boa, regular ou restrita, essas letras podem estar maiúsculas, minúsculas ou entre parênteses. Para os grupos 4 e 5, que se referem aos outros tipos de utilização menos intensivos, a indicação da aptidão é feita de modo similar, em maiúsculas, minúsculas e minúsculas entre parênteses, utilizando-se as letras P, S e N.

7.3.2.2 – CONVENÇÕES ADICIONAIS

Está evidente que o uso indicado para as terras é o mais adequado, do ponto de vista de suas qualidades. No entanto, em face de certas características especiais dessas mesmas terras ou do conjunto ambiental, podem existir outras possibilidades de utilização ou, ao contrário, impedimento a certos usos. Basicamente, terras aptas para culturas de ciclo curto o são também para culturas de ciclo longo, consideradas menos exigentes. Mas há fatores, como a ocorrência de solos muito rasos, de terras localizadas em áreas inundáveis ou sujeitas a freqüentes inundações ou, ainda, de condições climáticas desfavoráveis, que constituem exceção. Essas áreas são indicadas no Mapa de Aptidão Agrícola com convenções especiais.

No caso particular deste trabalho, algumas poucas convenções foram utilizadas e estão contidas no **Quadro 7.3**.

rência para indicar a intensidade dessa variação. Os cinco fatores tomados tradicionalmente para avaliar as condições agrícolas das terras são aqui considerados: deficiência de fertilidade; deficiência de água; excesso de água ou deficiência de oxigênio; susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização.

Além das características inerentes ao solo implícitas nesses cinco fatores, tais como textura, estrutura, profundidade efetiva, capacidade de permuta de cátions, saturação de bases, teor de matéria orgânica, pH etc., outros fatores ecológicos (temperatura, umidade, pluviosidade, luminosidade, topografia, cobertura vegetal, etc.) são considerados na avaliação da aptidão agrícola. Em fase posterior, quando numa análise de adequação do uso das terras, deverão ser considerados fatores socioeconômicos. De modo geral, a avaliação das condições agrícolas das terras é feita em relação a vários fatores, muito embora alguns deles atuem de for-

Quadro 7.3 – Convenções adicionais utilizadas.

2abc *	Um asterisco sobre o símbolo indica haver na associação de terras, componentes, em menor proporção, com aptidão inferior à representada no mapa.
2abc **	Dois asteriscos sobre o símbolo indicam haver na associação de terras, componentes, em menor proporção, com aptidão superior à representada no mapa.

7.4 – CONDIÇÕES AGRÍCOLAS DAS TERRAS

Para a análise das condições agrícolas das terras toma-se hipoteticamente, como referência, um solo que não apresente problemas de fertilidade, deficiência de água e oxigênio, que não seja susceptível à erosão e nem ofereça impedimentos à mecanização. Como normalmente as condições das terras fogem a um ou a vários desses aspectos, estabeleceram-se diferentes graus de limitação em relação ao solo de refe-

ma mais determinante, como a declividade, pedregosidade ou profundidade, que por si já restringem certos tipos de utilização, mesmo com tecnologia avançada.

7.4.1 – FATORES DE LIMITAÇÃO

7.4.1.1 – DEFICIÊNCIA DE FERTILIDADE

A fertilidade está na dependência principalmente da disponibilidade de macro e micronutrientes, incluindo também a

presença ou ausência de certas substâncias tóxicas, solúveis, como alumínio e manganês, que diminuem a disponibilidade de alguns minerais importantes para as plantas, bem como a presença ou ausência de sais solúveis, especialmente sódio. São os seguintes os graus de limitação:

- Nulo (N) – esse grau refere-se a terras que possuem elevadas reservas de nutrientes para as plantas, sem apresentar toxidez por sais solúveis, sódio trocável ou outros elementos prejudiciais ao desenvolvimento das plantas. Solos pertencentes a esse grau apresentam ao longo do perfil mais de 80% de saturação de bases; soma de bases acima de 6mE/100g de solo e são livres de alumínio trocável (Al^{+++}) na camada arável. A condutividade elétrica é maior que 4mmhos/cm a 25°C.
- Ligeiro (L) – terras com boa reserva de nutrientes para as plantas, sem a presença de toxidez por excesso de sais solúveis ou sódio trocável, devendo apresentar saturação de bases (V%) maior que 50%, saturação de alumínio menor que 30% e soma de bases trocáveis (S) sempre acima de 3mE por 100g de T.F.S.A. (Terra Fina Seca ao Ar). A condutividade elétrica do extrato de saturação deve ser menor que 4mmhos/cm a 25°C e a saturação com sódio inferior a 6%.
- Moderado (M) – terras com limitada reserva de nutrientes para as plantas, referente a um ou mais elementos, podendo conter sais tóxicos capazes de afetar certas culturas. A condutividade elétrica no solo pode situar-se entre 4 e 8mmhos/cm a 25°C e a saturação com sódio entre 6 e 15%. Torna-se necessária a aplicação de fertilizantes e corretivos após as primeiras safras.
- Forte (F) – terras com reservas muito limitadas de um ou mais elementos nutrientes, podendo conter sais tóxicos em quantidades tais que permitam apenas o desenvolvimento de plantas com tolerân-

cia. Normalmente se caracterizam pela baixa soma de bases trocáveis (S), podendo estar a condutividade elétrica quase sempre entre 8 e 15mmhos/cm a 25°C e a saturação com sódio acima de 15%.

- Muito Forte (MF) – terras mal providas de nutrientes, com remotas possibilidades de ser exploradas com quaisquer tipos de utilização agrícola. Podem ocorrer, nessas terras, grandes quantidades de sais solúveis, chegando até a formar desertos salinos. Apenas plantas com muita tolerância conseguem adaptar-se a essas áreas. Podem incluir terras em que a condutividade elétrica seja maior que 15mmhos/cm a 25°C, compreendendo solos salinos, sódicos e tiomórficos.

7.4.1.2 – DEFICIÊNCIA DA ÁGUA

É definida pela quantidade de água armazenada no solo possível de ser aproveitada pelas plantas, a qual está na dependência de condições climáticas (especialmente precipitação e evapotranspiração) e edáficas (capacidade de retenção de água). A capacidade de armazenamento de água disponível, por sua vez, é decorrente de características inerentes ao solo, como textura, tipo de argila, teor de matéria orgânica, quantidade de sais e profundidade efetiva. Além dos fatores mencionados, a duração do período de estiagem, distribuição anual da precipitação, características da vegetação natural e comportamento das culturas são também utilizados para determinar os graus de limitação por deficiência de água. São os seguintes os graus de limitação:

- Nulo (N) – terras em que não há falta de água disponível para o desenvolvimento das culturas em nenhuma época do ano. A vegetação natural é normalmente de floresta perenifólia, campos hidrófilos e higrófilos e campos subtropicais sempre úmidos.

- Nulo/Ligeiro (N/L) – terras sujeitas à ocorrência de uma pequena falta de água disponível durante um período de um a dois meses, limitando o desenvolvimento de culturas mais sensíveis, principalmente as de ciclo vegetativo longo. A vegetação normalmente é constituída de floresta e cerrado subperenifólios e de alguns campos.
- Ligeiro (L) – terras em que ocorre uma considerável deficiência de água disponível durante um período de três a cinco meses por ano, o que elimina as possibilidades de grande parte das culturas de ciclo longo e reduz significativamente as possibilidades de dois cultivos de ciclo curto, anualmente. As formações vegetais que normalmente se relacionam a esse grau de limitação são o cerrado e a floresta subcaducifólia, bem como a floresta caducifólia em solos com alta capacidade de retenção de água disponível.
- Moderada (M) – terras nas quais ocorre uma acentuada deficiência de água durante um longo período, normalmente quatro a seis meses. As precipitações oscilam de 700 a 1.000mm por ano, com irregularidade em sua distribuição, e predominam altas temperaturas. A vegetação que ocupa as áreas dessas terras é constituída, normalmente, de floresta caducifólia, transição de floresta e cerrado para caatinga e caatinga hipoxerófila, ou seja, de caráter seco menos acentuado. Terras com estação seca menos marcante, porém com baixa disponibilidade de água, pertencem a esse grau. As possibilidades de desenvolvimento de culturas de ciclo longo não adaptadas à falta de água estão seriamente comprometidas, e as de ciclo curto dependem muito da distribuição das chuvas na sua estação de ocorrência.
- Forte (F) – terras com uma severa deficiência de água durante um período seco que oscila de 7 a 9 meses. A precipitação está compreendida entre 500 e 700mm por ano, com muita irregularidade em sua distribuição e com altas temperaturas. A vegetação é tipicamente de caatinga hipoxerófila ou outras espécies de caráter seco muito acentuado, equivalente à do sertão do rio São Francisco. Terras com estação seca menos pronunciada, porém com baixa disponibilidade de água para as culturas, estão incluídas nesse grau, bem como aquelas que apresentem alta concentração de sais solúveis, capaz de elevar o ponto de murchamento. Está implícita a eliminação de quaisquer possibilidades de desenvolvimento de culturas de ciclo longo não adaptadas à falta de água.
- Muito Forte (MF) – corresponde a uma severa deficiência de água, que pode durar mais de 9 meses, com uma precipitação normalmente abaixo de 500mm, baixo índice hídrico ($I_m = > -30$) e alta temperatura. A vegetação relacionada a este grau é a caatinga hiperxerófila.

7.4.1.3 – EXCESSO DE ÁGUA OU DEFICIÊNCIA DE OXIGÊNIO

Normalmente relaciona-se com a classe de drenagem natural do solo, que por sua vez é resultante da interação de vários fatores (precipitação, evapotranspiração, relevo local e propriedades do solo). Estão incluídos na análise desse aspecto os riscos, frequência e duração das inundações a que pode estar sujeita à área. São os seguintes os graus de limitação:

- Nulo (N) – terras que não apresentam problemas de aeração ao sistema radicular da maioria das culturas durante todo o ano. São classificadas como excessivamente e bem drenadas.
- Ligeiro (L) – terras que apresentam certa deficiência de aeração às culturas sen-

síveis ao excesso de água, durante a estação chuvosa, sendo em geral moderadamente drenadas.

- Moderado (M) – terras nas quais a maioria das culturas sensíveis não se desenvolve satisfatoriamente, em decorrência da deficiência da aeração durante a estação chuvosa. São consideradas imperfeitamente drenadas, estando sujeitas a riscos ocasionais de inundação.
- Forte (F) – terras que apresentam sérias deficiências de aeração, só permitindo o desenvolvimento de culturas não adaptadas, mediante trabalho de drenagem artificial, envolvendo obras ainda viáveis ao nível do agricultor. São consideradas, normalmente, mal drenadas e muito mal drenadas, estando sujeitas a inundações freqüentes, prejudiciais à maioria das culturas.
- Muito Forte (MF) – terras que apresentam praticamente as mesmas condições de drenagem do grau anterior, porém os trabalhos de melhoramento compreendem grandes obras de engenharia em nível de projetos fora do alcance do agricultor, individualmente.

7.4.1.4 – SUSCEPTIBILIDADE À EROSÃO

Diz respeito ao desgaste que a superfície do solo poderá sofrer, quando submetida a qualquer uso, sem medidas conservacionistas. Está na dependência das condições climáticas (especialmente do regime pluviométrico), das condições do solo, das condições do relevo (declividade, extensão da pendente e microrrelevo) e da cobertura vegetal. São os seguintes os graus de limitação:

- Nulo (N) – terras não susceptíveis à erosão. Geralmente ocorrem em solos de relevo plano ou quase plano (0 a 3% de declive), e com boa permeabilidade.
- Ligeiro (L) – terras que apresentam pouca susceptibilidade à erosão. Geralmente, possuem boas propriedades físicas,

variando os declives de 3 a 8%.

- Moderado (M) – terras que apresentam moderada susceptibilidade à erosão. Seu relevo é normalmente ondulado, com declive de 8 a 13%. Esses níveis de declive podem variar para mais de 13%, quando as condições físicas forem muito favoráveis, ou para menos de 8%, quando muito desfavoráveis, como é o caso de solos com horizonte B, com mudança textural abrupta.
- Forte (F) – terras que apresentam forte susceptibilidade à erosão. Ocorrem em relevo ondulado a forte ondulado, com declive normalmente de 13 a 20%, os quais podem ser maiores ou menores, dependendo de suas condições físicas. Na maioria dos casos a prevenção à erosão depende de práticas intensivas de controle.
- Muito Forte (MF) – terras com susceptibilidade maior que a do grau forte, tendo o seu uso agrícola muito restrito. Ocorrem em relevo forte ondulado, com declives entre 20 a 45%. Na maioria dos casos o controle à erosão é dispendioso, podendo ser antieconômico.
- Extremamente Forte (EF) – terras que apresentam severa susceptibilidade à erosão. Tratam-se de terras com declives superiores a 45%, nas quais deve ser estabelecida uma cobertura vegetal de preservação ambiental.

7.4.1.5 – IMPEDIMENTOS À MECANIZAÇÃO

Esse fator é relevante no nível de manejo C, ou seja, o mais avançado, no qual está previsto o uso de máquinas e implementos agrícolas nas diversas fases da operação agrícola. São os seguintes os graus de limitação:

- Nulo (N) – terras que permitem, em qualquer época do ano, o emprego de todos os tipos de máquinas e implementos agrícolas ordinariamente utilizados. São geralmente de topografia plana e prati-

camente plana, com declividade inferior a 3%, não oferecendo impedimentos relevantes à mecanização. O rendimento do trator (número de horas de trabalho usadas efetivamente) é superior a 90%.

- Ligeiro (L) – terras que permitem, durante quase todo o ano, o emprego da maioria das máquinas agrícolas. São quase sempre de relevo suave ondulado, com declives de 3 a 8%, profundas a moderadamente profundas, podendo ocorrer em áreas de relevo mais suaves, apresentando, no entanto, outras limitações, como textura muito arenosa ou muito argilosa, restrição de drenagem, pequena profundidade, pedregosidade, sulcos de erosão etc. O rendimento do trator deve estar entre 75 a 90%.
- Moderado (M) – terras que não permitem o emprego de máquinas ordinariamente utilizadas durante todo o ano. Essas terras apresentam relevo ondulado com declividade de 8 a 20% ou topografia mais suave, no caso de ocorrência de outros impedimentos à mecanização (pedregosidade, rochiosidade, profundidade exígua, textura muito arenosa ou muito argilosa do tipo 2:1, grandes sulcos de erosão, drenagem imperfeita etc.). O rendimento do trator deve estar entre 50 e 75%.
- Forte (F) – terras que permitem apenas o uso de implementos de tração animal ou máquinas especiais. Caracteriza-se pelos declives acentuados (20 a 45%) em relevo forte ondulado. O rendimento do trator é inferior a 50%.
- Muito Forte (MF) – terras que não permitem o uso de maquinaria, sendo difícil até mesmo o uso de implementos de tração animal. Normalmente são de topografia montanhosa, com declives superiores a 45%, com impedimentos muito fortes devido à pedregosidade, rochiosidade, profundidade ou problemas de drenagem.

7.5 – AVALIAÇÃO DAS CLASSES DE APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS

A avaliação das classes de aptidão agrícola das terras e, por conseguinte, dos grupos e subgrupos é feita através do estudo comparativo entre os graus de limitação atribuídos às terras e os estipulados no quadro-guia (**Quadro 7.4**), elaborado para atender regiões de clima tropical úmido. O quadro-guia de avaliação da aptidão agrícola das terras, também conhecido como tabela de conversão, constitui uma orientação geral para a classificação da aptidão agrícola das terras em função de seus graus de limitação, relacionados com os níveis de manejo A, B e C. Na referida tabela constam os graus de limitação máximos que as terras podem apresentar com relação a cinco fatores, para pertencer a cada uma das categorias de classificação definidas. Assim, a classe de aptidão agrícola das terras, de acordo com os diferentes níveis de manejo, é obtida em função do grau limitativo mais forte, referente a qualquer um dos fatores que influenciam a sua utilização agrícola: deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água (deficiência de oxigênio), suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização.

Nesta avaliação, visa-se diagnosticar o comportamento das terras para lavouras, nos níveis de manejo A, B e C; para pastagem plantada e silvicultura, no nível de manejo B; e para pastagem natural, no nível de manejo A. A adoção dos cinco fatores limitantes mencionados tem por finalidade representar as condições agrícolas das terras no que concerne às suas propriedades físicas e químicas e suas relações com o ambiente. O quadro-guia deve ser utilizado para uma orientação geral, em face do caráter subjetivo da interpretação, sujeito ao critério pessoal do usuário.

Quadro 7.4 – Quadro-guia de avaliação da aptidão agrícola das terras – região tropical úmida.

GRUPO	APTIDÃO AGRÍCOLA		GRAUS DE LIMITAÇÃO DAS CONDIÇÕES AGRÍCOLAS DAS TERRAS PARA OS NÍVEIS MANEJO A, B e C									TIPO DE UTILIZAÇÃO INDICADO						
	SUBGRUPO	CLASSE	DEFICIÊNCIA DE FERTILIDADE			DEFICIÊNCIA DE ÁGUA			EXCESSO DE ÁGUA				SUSCEPTIBILIDADE À EROSIÃO			IMPEDIMENTOS À MECANIZAÇÃO		
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
1	1ABC	BOA	N/L	N/L ₁	N ₂	L/M	L/M	L/M	L	L ₁	N/L ₁	L/M	N/L ₁	N ₂	M	L	N	LAVOURAS
2	2abc	REGULAR	L/M	L ₁	L ₂	M	M	M	M	L/M ₁	L ₂	M	L/M ₁	L ₂	M/F	M	L	
3	3(abc)	RESTRITA	M/F	M ₁	L ₂ /M ₂	M/F	M/F	M/F	M/F	M ₁	L/M ₂	F*	M ₁	L ₂	F	M/F	M	
4	4P	BOA		M ₁			M			F ₁	F ₁		M/F ₁		M/F		PASTAGEM PLANTADA	
	4p	REGULAR		M/F ₁			M/F			F ₁	F ₁		F ₁		F			
	4(p)	RESTRITA		F ₁			F			F ₁	F ₁		M/F		F			
5	5S	BOA		M/F ₁			M			L ₁	L ₁		F ₁		M/F		SILVICULTURA E/OU PASTAGEM NATURAL	
	5s	REGULAR		F ₁			M/F			L ₁	L ₁		F ₁		F			
	5(s)	RESTRITA		M/F			F			L/M ₁	L/M ₁		M/F		F			
5	5N	BOA		M/F			M/F		M/F						MF		PRESERVAÇÃO DA FLORA E DA FAUNA	
	5n	REGULAR		F			F		F					MF				
	5(n)	RESTRITA		M/F			M/F		F						MF			
6	6	SEM APTIDÃO AGRÍCOLA			-			-			-						-	

NOTAS: ₁ Os algarismos sublinhados correspondem aos níveis de viabilidade de melhoramento

das condições agrícolas das terras. Os demais representam os grupos de aptidão.

– Terras sem aptidão para lavouras em geral, devido ao excesso de água, podem ser indicadas para arroz de inundação.

* No caso de grau forte por susceptibilidade à erosão, o grau de limitação por deficiência de fertilidade não deve ser maior do que ligeiro a moderado para a classe restrita - 3(a).

Graus de Limitação:

N - Nulo

L - Ligeiro

M - Moderado

F - Forte

MF - Muito Forte

I - Intermediário

7.6 – VIABILIDADE DE MELHORAMENTO DAS CONDIÇÕES AGRÍCOLAS DAS TERRAS

A viabilidade de melhoramento das condições agrícolas das terras em suas condições naturais, mediante a adoção dos níveis de manejo B e C, é expressa por algarismos sublinhados que acompanham as letras representativas dos graus de limitação estipulados no quadro guia. Os graus de limitação são atribuídos às terras em condições naturais e também após o emprego de práticas de melhoramento compatíveis com os níveis de manejo B e C. Da mesma forma, no quadro guia estão as classes de aptidão de acordo com a viabilidade ou não de melhoramento da limitação. A irrigação não está incluída entre as práticas de melhoramento previstas para os níveis de manejo B e C.

Consideram-se três classes de melhoramento, conforme as condições especificadas para os níveis de manejo B e C:

- **Classe 1** – Melhoramento viável com práticas simples e pequeno emprego de capital. Essas práticas são suficientes para atingir o grau indicado no quadro-guia.
- **Classe 2** – Melhoramento viável com práticas intensivas e mais sofisticadas e consideráveis aplicação de capital. Essa classe ainda é considerada economicamente compensadora.
- **Classe 3** – Melhoramento viável somente com práticas de grande vulto, aplicadas a projetos de larga escala, que estão normalmente além das possibilidades individuais dos agricultores.
- **Classe 4** – Sem viabilidade técnica ou econômica de melhoramento. A ausência de algarismo sublinhado acompanhando a letra representativa do grau de limitação indica não haver possibilidades de melhoramento daquele fator limitativo.

7.7 – CLASSES DE APTIDÃO AGRÍCOLA SEGUNDO A LEGENDA DE IDENTIFICAÇÃO DOS SOLOS

Na classificação da aptidão agrícola das terras do Projeto SIG Cuiabá, Várzea Grande e Entorno (**Quadro 7.5**), que estão representadas pelas unidades de mapeamento constantes nos mapas de solos em escala 1:100.000 (CPRM, 2006), merece destaque o caráter qualitativo da estimativa da limitação por deficiência de água. Uma vez que a metodologia não prevê o uso da irrigação, essa estimativa, para todos os níveis de manejo, é realizada com base nos tipos climáticos conjugados com a vegetação natural, visando, com isso, a possibilitar inferências sobre as prováveis características do ambiente. Assim, a deficiência de água foi considerada nula para áreas com cobertura original de floresta subperenifólia (Chapada), ligeira para floresta subperenifólia e moderada para Cerradão (Savana florestada), admitindo-se para esse tipo de vegetação limitação um pouco mais acentuada (moderada) quando nas regiões de clima mais seco, porção oeste, enquanto para Cerrado (Savana arborizada) e Campo Cerrado (Savana parque) essa limitação foi considerada como moderada a forte.

Todavia, é importante ressaltar a necessidade de determinações mais precisas da disponibilidade de água nos solos, visando a melhor caracterizar cada ambiente, já que a classificação climática não leva em consideração a variabilidade dos solos, e a vegetação natural devido à diversidade estrutural do sistema radicular, podem não indicar a real disponibilidade de água para lavouras e pastagem.

Quadro 7.5 – Aptidão agrícola das terras do Projeto SIG Cuiabá, Várzea Grande e Entorno.

Unidade de Mapeamento	Componentes	Relevo dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão da Unidade de Mapeamento	Aptidão da Unidade de Mapeamento
PVAd1	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase Cerradão Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado e ondulado.	2(a)bc	Terras com aptidão REGULAR para lavouras nos níveis de manejo B e C e RESTRITA no nível de manejo A.	2(a)bc*	Terras com aptidão REGULAR para lavouras nos níveis de manejo B e C e RESTRITA no nível de manejo A. * Há na associação componente com aptidão inferior.
	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico ou argiloso, textura média/argilosa, A moderado, fase Cerradão Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado e ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.		
PVAd2	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase Cerradão e Floresta Tropical Caducifólia.	ondulado e forte ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.	4(p)*	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada. * Há na associação componente com aptidão inferior.
	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura arenosa e média, A moderado, fase Cerradão Tropical Caducifólio.	relevo forte ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.		
PVAe	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase Floresta Tropical Subcaducifólia.	ondulado e forte ondulado.	1Ab	Terras com aptidão BOA para o nível de manejo A, REGULAR no B e INAPTA no nível C.	1Ab*	Terras com aptidão BOA para o nível de manejo A, REGULAR no B e INAPTA no nível C. * Há na associação componente com aptidão inferior.
	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico e Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta, A moderado, fase Floresta Tropical Subcaducifólia.	relevo ondulado.	4p	Terras com aptidão REGULAR para pastagem plantada.		

Quadro 7.5 (continuação)

Unidade de Mapeamento	Componentes	Relevo dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão da Unidade de Mapeamento	Aptidão da Unidade de Mapeamento
CXbd1	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média cascalhenta, A moderado, fase Campo Cerrado Tropical.	suave ondulado e ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.	4(p)**	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.** Há na associação componente com aptidão superior.
	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Ditrófico típico ou câmbico, textura média, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado.	3(bc)	Terras com aptidão RESTRITA para lavouras nos níveis de manejo B e C e INAPTA no nível A.		
	NEOSSOLO LITÓLICO Ditrófico típico, textura média cascalhenta, A moderado, fase Campo Cerrado Tropical.	ondulado e forte ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.		
CXbd2	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média cascalhenta, A moderado, fase Campo Cerrado Tropical.	ondulado e suave ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.	4(p)*	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada. * Há na associação componente com aptidão inferior.
	NEOSSOLO LITÓLICO Ditrófico típico, textura média cascalhenta, A moderado, fase Campo Cerrado Tropical.	ondulado e forte ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.		
	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Ditrófico típico ou câmbico, textura média, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio	suave ondulado.	3(bc)	Terras com aptidão RESTRITA para lavouras nos níveis de manejo B e C e INAPTA no nível A.		

Quadro 7.5 (continuação)

Unidade de Mapeamento	Componentes	Relevo dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão da Unidade de Mapeamento	Aptidão da Unidade de Mapeamento
CXbd3	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média cascalhenta, fase pedregosa, A moderado, Campo Cerrado Tropical.	forte ondulado e ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.	6	Terras sem aptidão agrícola.
	NEOSSOLO LITÓLICO Ditrófico típico, textura média cascalhenta, fase pedregosa, A moderado, Campo Cerrado Tropical.	forte ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.		
CXbd4	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média, A moderado, fase pedregosa, Campo Cerrado e Cerrado Tropical Subcaducifólio.	forte ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.	6	Terras sem aptidão agrícola.
	NEOSSOLO LITÓLICO Ditrófico típico, textura média cascalhenta, fase pedregosa, A moderado, Campo Cerrado Tropical.	forte ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.		
CXbd5	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico, textura média muito cascalhenta/argilosa muito cascalhenta, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.	4(p)*	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada. * Há na associação componente com aptidão inferior.
	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Ditrófico típico, textura média e argilosa, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado.	2(b)c	Terras com aptidão REGULAR para lavouras no nível de manejo C, RESTRITA no B e INAPTA no A.		

Quadro 7.5 (continuação)

Unidade de Mapeamento	Componentes	Relevo dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão da Unidade de Mapeamento	Aptidão da Unidade de Mapeamento
CXbd6	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico câmbico, textura média muito cascalhenta, A moderado, Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado e ondulado.	5(n)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem natural.	5(n)**	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem natural. ** Há na associação componente com aptidão superior.
	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário distrófico, textura média muito cascalhenta, A moderado, Cerrado Tropical Subcaducifólio.	ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.		
	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico plíntico ou típico, textura média muito cascalhenta, fase pedregosa, relevo ondulado, A moderado, Cerrado Tropical Subcaducifólio.	ondulado.	5(n)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem natural.		
CXbd7	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico, textura média muito cascalhenta e argilosa muito cascalhenta, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado e ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.	4(p)**	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada. Aptidão RESTRITA para pastagem natural. ** Há na associação componente com aptidão superior.
	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média e argilosa, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado.	2(b)c	Terras com aptidão REGULAR para lavouras no nível de manejo C, RESTRITA no B e INAPTA no A.		

Quadro 7.5 (continuação)

Unidade de Mapeamento	Componentes	Relevo dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão da Unidade de Mapeamento	Aptidão da Unidade de Mapeamento
CXbd8	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico, textura média muito cascalhenta e argilosa muito cascalhenta, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	ondulado e suave ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.	4(p)*	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada. * Há na associação componente com aptidão inferior.
	NEOSSOLO LITÓLICO Ditrófico típico, textura média cascalhenta, fase pedregosa, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.		
	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Ditrófico típico, textura média e argilosa, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado.	2(b)c	Terras com aptidão REGULAR para lavouras no nível de manejo C, RESTRITA no B e INAPTA no A.		
CXbd9	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico, textura média muito cascalhenta, A moderado, fase Campo Cerrado Tropical.	ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.	4(p)*	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada. * Há na associação componente com aptidão inferior.
	NEOSSOLO LITÓLICO Ditrófico típico, textura média, relevo forte ondulado, substrato arenito, A moderado, fase Campo Cerrado Tropical.	forte ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.		

Quadro 7.5 (continuação)

Unidade de Mapeamento	Componentes	Relevo dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão da Unidade de Mapeamento	Aptidão da Unidade de Mapeamento
CXbd10	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico plântico, textura média muito cascalhenta, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado e ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.
	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média muito cascalhenta, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	ondulado e suave ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.		
	PLINTOSSOLO PÉTRICO Epiconcrecionário Ditrófico, textura média/argilosa, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.		
CXbe	GLEISSOLO HÁPLICO Tb e Ta Eutrófico, textura argilosa, A moderado, fase Floresta Tropical Hidrófila de Várzea.	plano.	5n	Terras com aptidão REGULAR para pastagem natural.	5n**	Terras com aptidão REGULAR para pastagem natural. ** Há na associação componente com aptidão superior.
	NEOSSOLO FLÚVICO Ta e Tb Eutrófico e Ditrófico vérticos ou típico, textura média/argilosa/arenosa A moderado, fase Floresta Tropical Hidrófila de Várzea.	plano.	4p	Terras com aptidão REGULAR para pastagem plantada.		
	VERTISSOLO HÁPLICO Órtico gleico ou típico, textura argilosa e muito argilosa, A moderado, fase Floresta Tropical Hidrófila de Várzea.	plano.	5n	Terras com aptidão REGULAR para pastagem natural.		

Quadro 7.5 (continuação)

Unidade de Mapeamento	Componentes	Relevo dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão da Unidade de Mapeamento	Aptidão da Unidade de Mapeamento
GXbd	GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa e média, A moderado, fase Floresta Tropical Higrófila de Várzea.	plano.	2(b)c	Terras com aptidão REGULAR para lavouras no nível de manejo C, RESTRITA no B e INAPTA no A.	2(b)c**	Terras com aptidão REGULAR para lavouras no nível de manejo C, RESTRITA no B e INAPTA no A.** Há na associação componente com aptidão superior.
	NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico, textura indiscriminada, A moderado, fase Floresta Tropical Higrófila de Várzea.	plano.	1(a)Bc	Terras com aptidão BOA para lavouras no nível de manejo B, REGULAR no nível C e RESTRITA no A.		
LVd1	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	plano e suave ondulado.	1(b)C	Terras com aptidão BOA para lavouras no nível de manejo C, RESTRITA no B e INAPTA no A.	1(b)C	Terras com aptidão BOA para lavouras no nível de manejo C, RESTRITA no B e INAPTA no A.
	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	plano e suave ondulado.	1(b)C	Terras com aptidão BOA para lavouras no nível de manejo C, RESTRITA no B e INAPTA no A.		
LVAd1	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa e média, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado e plano.	1bC	Terras com aptidão BOA para lavouras no nível de manejo C, REGULAR no B e INAPTA no A.	1bC*	Terras com aptidão BOA para lavouras no nível de manejo C, RESTRITA no B e INAPTA no A. * Há na associação componente com aptidão inferior.
	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico ou latossólico, textura argilosa, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado.	4p	Terras com aptidão REGULAR para pastagem plantada.		

Quadro 7.5 (continuação)

Unidade de Mapeamento	Componentes	Relevo dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão da Unidade de Mapeamento	Aptidão da Unidade de Mapeamento
LVAd2	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa e média, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado e plano.	1bC	Terras com aptidão BOA para lavouras no nível de manejo C, REGULAR no B e INAPTA no A.	1bC*	Terras com aptidão BOA para lavouras no nível de manejo C, RESTRITA no B e INAPTA no A. * Há na associação componente com aptidão inferior.
	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado.	4p	Terras com aptidão REGULAR para pastagem plantada.		
LVAd3	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado e plano.	1bC	Terras com aptidão BOA para lavouras no nível de manejo C, REGULAR no B e INAPTA no A.	1bC*	Terras com aptidão BOA para lavouras no nível de manejo C, RESTRITA no B e INAPTA no A. * Há na associação componente com aptidão inferior.
	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico distrófico, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	plano e suave ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.		
LVAd4	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa e média, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado.	1bC	Terras com aptidão BOA para lavouras no nível de manejo C, REGULAR no B e INAPTA no A.	1bC*	Terras com aptidão BOA para lavouras no nível de manejo C, RESTRITA no B e INAPTA no A. * Há na associação componente com aptidão inferior.
	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico ou argissólico, textura média/argilosa, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.		

Quadro 7.5 (continuação)

Unidade de Mapeamento	Componentes	Relevo dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão da Unidade de Mapeamento	Aptidão da Unidade de Mapeamento
RLd1	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, substrato filitos e arenitos, A moderado, fase pedregosa, Campo Cerrado Tropical.	forte ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.	6	Terras sem aptidão agrícola.
	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média cascalhenta, A moderado, fase pedregosa, Campo Cerrado Tropical.	forte ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.		
RLd2	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, substrato filito e quartzito, A moderado, fase pedregosa, Cerrado Tropical Subcaducifólio.	forte ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.	6	Terras sem aptidão agrícola.
	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média cascalhenta, A moderado, fase pedregosa, Cerrado Tropical Subcaducifólio.	forte ondulado e ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.		
RLd3	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, A moderado, fase pedregosa, Campo Cerrado Tropical.	forte ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.	6	Terras sem aptidão agrícola.
	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média e argilosa cascalhenta, A moderado, fase pedregosa, Campo Cerrado Tropical.	forte ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.		
	AFLORAMENTOS DE ROCHA.	forte ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.		

Quadro 7.5 (continuação)

Unidade de Mapeamento	Componentes	Relevo dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão da Unidade de Mapeamento	Aptidão da Unidade de Mapeamento
RLd4	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média cascalhenta, substrato fílitos; A moderado, fase pedregosa, Floresta e Cerrado Tropical Subcaducifólio,	forte ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.	6	Terras sem aptidão agrícola.
	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média cascalhenta, A moderado, fase pedregosa, Floresta e Cerrado Tropical Subcaducifólio.	forte ondulado e ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.		
RLd5	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, substrato arenito.	forte ondulado e ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.	6	Terras sem aptidão agrícola.
	AFLORAMENTOS DE ROCHA.	forte ondulado e ondulado.	6	Terras sem aptidão agrícola.		
RYbd1	NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico, textura média/ argilosa/ arenosa, A moderado, fase Floresta e Campo Tropical Hidrófila de Várzea.	plano.	1(a)Bc	Terras com aptidão BOA para lavouras no nível de manejo B, REGULAR no C e RESTRITA no A.	1(a)Bc*	Terras com aptidão BOA para lavouras no nível de manejo B, REGULAR no C e RESTRITA no A. * Há na associação componente com aptidão inferior
	GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, textura argilosa, A moderado, fase Floresta e Campo Tropical Hidrófila de Várzea.	plano.	2(bc)	Terras com aptidão REGULAR para lavouras no nível de manejo C, RESTRITA no B e INAPTA no A.		

Quadro 7.5 (continuação)

Unidade de Mapeamento	Componentes	Relevo dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão da Unidade de Mapeamento	Aptidão da Unidade de Mapeamento
RYbd2	NEOSSOLO FLÚVICO Ta e Tb Eutrófico e Distrófico vérticos ou típico, textura média/argilosa/arenosa, A moderado, fase Floresta Tropical Hidrófila de Várzea.	plano.	4p	Terras com aptidão REGULAR para pastagem plantada.	4p**	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.** Há na associação componente com aptidão superior.
	GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico, textura argilosa, A moderado, fase Floresta Tropical Hidrófila de Várzea.	plano.	5n	Terras com aptidão REGULAR para pastagem natural.		
RQo1	VERTISSOLO HÁPLICO Órtico gleico ou típico, textura argilosa e muito argilosa, A moderado, fase Floresta Tropical Hidrófila de Várzea.	plano.	5n	Terras com aptidão REGULAR para pastagem natural.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.
	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.		
RQo2	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	plano e suave ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.	4(p)**	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.** Há na associação componente com aptidão superior.
	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	plano e suave ondulado.	4p	Terras com aptidão REGULAR para pastagem plantada.		

Quadro 7.5 (continuação)

Unidade de Mapeamento	Componentes	Relevo dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão da Unidade de Mapeamento	Aptidão da Unidade de Mapeamento
FFcd1	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico argissólico, textura média muito cascalhenta/ argilosa muito cascalhenta, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.	4(p)**	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.** Há na associação componente com aptidão superior.
	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média e argilosa, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado.	2bC	Terras com aptidão BOA para lavouras no nível de manejo C, REGULAR no B e INAPTA no A.		
FFcd2	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico câmbico, textura média muito cascalhenta, A moderado, Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado e ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.	4(p)*	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada. * Há na associação componente com aptidão inferior.
	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico plântico ou típico, textura média muito cascalhenta, fase pedregosa, A moderado, Cerrado Tropical Subcaducifólio.	ondulado.	5(n)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem natural.		
FFcd3	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico, textura média muito cascalhenta e argilosa muito cascalhenta, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado e ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.	4(p)**	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.** Há na associação componente com aptidão superior.
	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média e argilosa, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado.	2bC	Terras com aptidão BOA para lavouras no nível de manejo C, REGULAR no B e INAPTA no A.		

Quadro 7.5 (continuação)

Unidade de Mapeamento	Componentes	Relevo dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão da Unidade de Mapeamento	Aptidão da Unidade de Mapeamento
FFcd4	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico, textura média muito cascalhenta e argilosa muito cascalhenta, A moderado, fase Campo Cerrado Tropical.	ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.	4(p)*	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada. * Há na associação componente com aptidão inferior.
				Terras sem aptidão agrícola.		
				Terras com aptidão RESTRITA para pastagem natural.		
FFcd5	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, textura média, A moderado, fase Campo Cerrado Tropical. CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média muito cascalhenta, A moderado, fase Campo Cerrado Tropical.	ondulado.	5(m)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem natural.	5(m)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem natural. ** Há na associação componente com aptidão superior.
				suave ondulado e ondulado.		
				ondulado e suave ondulado.		
FFcd5	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico típico ou léptico, textura média muito cascalhenta, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio. CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média muito cascalhenta, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado e ondulado.	5(m)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem natural.	5(m)**	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem natural. ** Há na associação componente com aptidão superior.
				ondulado e suave ondulado.		
				suave ondulado.		
FFcd5	PLINTOSSOLO PÉTRICO Epiconcrecionário Distrófico, textura média/argilosa, A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio.	suave ondulado.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.	4(p)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem plantada.

Quadro 7.5 (continuação)

Unidade de Mapeamento	Componentes	Relevo dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão dos Componentes	Aptidão da Unidade de Mapeamento	Aptidão da Unidade de Mapeamento
FTd1	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico, textura arenosa/média e média/argilosa, A moderado, fase Campo Cerrado (covoal).	plano, com murundus.	5n	Terras com aptidão REGULAR para pastagem natural.	5n*	Terras com aptidão REGULAR para pastagem natural. * Há na associação componente com aptidão inferior.
	PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico e típico, textura média/argilosa, A moderado, fase Floresta Tropical Subcaducifólia.	plano.	6	Terras sem aptidão agrícola.		
FTd2	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico arênico, textura arenosa/média, A moderado, fase Campo Cerrado (covoal).	plano e suave ondulado, com murundus.	5(n)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem natural.	5(n)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem natural.
FTd3	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, fase Campo Cerrado (covoal).	plano, com murundus.	5n	Terras com aptidão REGULAR para pastagem natural.	5n*	Terras com aptidão REGULAR para pastagem natural. * Há na associação componente com aptidão inferior.
	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico arênico, textura arenosa/média, A moderado, fase Campo Cerrado (covoal).	plano, com murundus.	5(n)	Terras com aptidão RESTRITA para pastagem natural.		

7.8 – DESCRIÇÃO DOS SUBGRUPOS DE APTIDÃO AGRÍCOLA

7.8.1 – TERRAS COM APTIDÃO AGRÍCOLA PARA USO COM LAVOURAS NOS SISTEMAS DE MANEJO A, B OU C

Os principais fatores limitantes ao uso das terras com possibilidades de utilização com lavouras em pelo menos um dos três sistemas de manejo referem-se à baixa fertilidade natural para os níveis A e B e ao relevo movimentado para o manejo C, além da deficiência hídrica em áreas mais secas, que impõe restrições para o uso nos três níveis, já que a irrigação não está entre as práticas de redução previstas.

As terras do Projeto SIG Cuiabá, Várzea Grande e Entorno com aptidão para lavouras enquadram-se nos seguintes subgrupos de aptidão: 1(a)Bc*, 1(b)C, 1Ab*, 1bC*, 2(a)bc* e 2(b)c**.

Os subgrupos 1(a)Bc*, 1(b)C e 1bC* correspondem às terras de maior potencial agrícola da região de estudo. Caracteriza-se pela boa profundidade dos solos associada à topografia suave, apesar de apresentar baixa fertilidade natural. Em geral, referem-se a áreas de Latossolos e Argissolos localizados nas áreas de chapadas, patamares e na porção leste da Baixada Cuiabana. O relevo aplainado facilita as operações mecanizadas e as limitações de fertilidade podem ser transpostas pelo nível de manejo mais elevado. São terras, portanto, aptas ao uso com lavouras em qualquer um dos três níveis de manejo, à exceção das unidades 1(b)C, 1bC* e 2(b)c**, onde a limitação de fertilidade é muito limitante.

Nas várzeas, que requerem trabalhos de drenagem para possibilitar usos mais intensivos, a principal limitação diz respeito à deficiência de oxigênio na época chuvosa. Mesmo naquelas já drenadas há vários anos, como é o caso da área de

domínio de Neossolos Flúvicos desenvolvidos sobre sedimentos aluviais, é necessário um controle cuidadoso do nível do lençol freático. Além disso, os riscos de inundação inerentes à posição que ocupam na paisagem incorporam um fator restritivo a mais, que precisa ser considerado quando da implantação de projetos agropecuários. Já as áreas livres de inundação têm como principal limitação a deficiência de água relacionada ao clima seco, além de, em alguns casos, ocorrer também ligeiro impedimento ao emprego de maquinário, em função do relevo suave ondulado.

De qualidade inferior às descritas anteriormente, nas terras enquadradas nos subgrupos 2(a)bc* e 2(b)c**, a baixa fertilidade natural, às vezes associada à alta saturação por alumínio, inviabiliza a utilização no nível de manejo A e restringe acentuadamente as possibilidades de uso no manejo B. As boas condições topográficas (declives abaixo de 8%) são, no entanto, bastante favoráveis ao manejo mais tecnificado, cujas principais limitações referem-se à deficiência de água quando moderada e aos impedimentos à mecanização em grau ligeiro nos relevos um pouco mais declivosos. A essas restrições acresce-se a susceptibilidade à erosão no caso dos solos com gradiente textural acentuado.

O subgrupo 1Ab corresponde preferencialmente a terras em que a susceptibilidade à erosão e os impedimentos à mecanização constituem as principais limitações ao uso. Refere-se a áreas de solos eutróficos, ou pelo menos com fertilidade natural moderada, e de relevo em geral ondulado (8 a 20% de declive). Deve-se ressaltar ainda a inviabilidade ao uso com culturas anuais nesses dois níveis de manejo, devido ao relevo mais movimentado em que ocorrem, embora com possibilidades restritas para lavouras no manejo primitivo.

7.8.2 – TERRAS COM APTIDÃO AGRÍCOLA PARA USO COM PASTAGEM PLANTADA

As terras que inviáveis ao uso com lavouras apresentam aptidão para pastagem plantada, caracterizam-se em geral pela elevada susceptibilidade à erosão e severas dificuldades de mecanização, ou por forte deficiência de fertilidade associada a condições de má drenagem.

O subgrupo 4p corresponde a terras que apresentam elevada susceptibilidade à erosão, devido ao relevo acidentado, em geral forte ondulado e ondulado, mas com deficiência de fertilidade inferior a moderada a forte. Apresentam também condições regulares para uso com silvicultura. Esse subgrupo refere-se também a várzeas onde a acentuada deficiência de nutrientes, associada a sérias dificuldades de drenagem, impossibilita usos mais intensivos.

Nas terras com aptidão restrita para pastagem plantada, subgrupo 4(p), as principais limitações dizem respeito à acentuada susceptibilidade à erosão verificada para os solos de relevo forte ondulado, que ocorrem em condições de baixa fertilidade natural. Apesar de não indicada na simbologia do subgrupo, essas terras têm ainda como opção o uso com silvicultura, indicação que se baseia no fato dessa atividade auxiliar no controle da erosão. Nessa categoria são enquadradas ainda áreas pouco expressivas de várzeas, com solos de caráter sódico.

7.8.3 – TERRAS COM APTIDÃO AGRÍCOLA PARA USO COM SILVICULTURA

Em grandes áreas do estado verifica-se a ocorrência de terras com aptidão restrita para uso apenas com silvicultura – subgrupo 5(s) – devido às fortes limita-

ções que apresentam, onde a susceptibilidade à erosão é o principal fator que condiciona a indicação para esse tipo de uso. Referem-se, principalmente, a áreas de solos profundos, situados em relevo muito movimentado, predominantemente montanhoso (declives superiores a 45%). O reflorestamento é aqui considerado como o plantio de espécies arbóreas visando à melhoria da qualidade ambiental (estabilização do solo das encostas, recuperação de áreas degradadas, pequenos pomares, arborização de áreas de lazer etc.).

7.8.4 – TERRAS COM APTIDÃO AGRÍCOLA PARA USO COM PASTAGEM NATURAL

Encontra-se na área de estudo terras com aptidão apenas restrita para pastagem natural determinada, principalmente, pela deficiência de fertilidade muito acentuada, pequena profundidade efetiva do solo e presença de pedregosidade e textura muito cascalhenta. Referem-se também as áreas com condições de drenagem onde os impedimentos à mecanização são bastante acentuados.

7.8.5 – TERRAS NÃO-INDICADAS PARA UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA

Esse grupo, representado pelo número 6, corresponde às terras que apresentam fortes limitações ao uso agrícola devido, sobretudo, à elevada susceptibilidade à erosão, inferida pela pouca espessura do horizonte B, condicionada principalmente pelo relevo movimentado. Predominam solos rasos, situados em áreas muito acidentadas, não raro associados a afloramentos rochosos. Em virtude dessas condições, são mais indicadas para preservação do meio ambiente.

7.9 – BIBLIOGRAFIA

- BENNEMA, J.; BEEK, K. J.; CAMARGO, M. N. *Interpretação de levantamento de solos no Brasil: um sistema de classificação de capacidade de uso da terra para levantamentos de reconhecimento de solos*. Rio de Janeiro: DPFS/DPEA/FAO, 1965. 50p. Mimeografado.
- RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E. G.; BEEK, K. J. *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras*. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: SUPLAN/EMBRAPA-SNLCS, 1983. 57p.
- RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E. G.; BEEK, K. J. *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras*. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: SUPLAN/EMBRAPA-SNLCS, 1995. 65p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Os solos do estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: CNPS, 2000. 33p.

8 – GEOQUÍMICA

8.1 – INTRODUÇÃO

Desde a Antiguidade há sinais de luta contra a poluição, mas esta só se tornou realmente um problema com o advento da Revolução Industrial. Já no início do século XIX registraram-se queixas no Reino Unido, contra o ruído ensurdecedor de máquinas e motores. As chaminés das fábricas lançavam no ar quantidades cada vez maiores de cloro, amônia, monóxido de carbono e metano, aumentando a incidência de doenças pulmonares. Os rios foram contaminados com a descarga de grande volume de dejetos, o que provocou epidemias de cólera e febre tifóide.

No século XX surgiram novas fontes de poluição, como a radioativa e, sobretudo, decorrente dos gases lançados por veículos automotores. A poluição e seu controle são, em geral, tratados em três categorias naturais: poluição da água, poluição do ar e poluição do solo. Os depósitos de lixo poluem a terra, mas sua incineração contribui para a poluição do ar. Carregados pela chuva, os poluentes que

estão no solo ou em suspensão no ar vão poluir a água e substâncias sedimentadas na água acabam por poluir a terra.

A degradação das condições ambientais tem aumentado de maneira considerável e preocupante nas regiões mais desenvolvidas do mundo, sobretudo a partir de meados do século XX. E hoje percebe-se a deterioração das condições físicas, químicas e biológicas de um ecossistema, que afeta negativamente a vida humana e de espécies animais e vegetais. A preservação do meio ambiente, ou seja, o sistema de relações no qual a existência de uma espécie depende do mecanismo de equilíbrio da outra, é vital para manter processos naturais destruidores e regeneradores. Do meio ambiente depende a sobrevivência biológica. A atividade clorofiliana produz o oxigênio necessário a animais e vegetais; a ação de animais, plantas e microrganismos garantem a pureza das águas nos rios, lagos e mares; os processos biológicos que ocorrem no solo possibilitam as colheitas. A vida no planeta está ligada ao conjunto desses fenômenos, cuja in-

ter-relação é denominada ecossistema. Mesmo antes da existência do homem, a própria natureza já produzia materiais nocivos ao meio ambiente, como os produtos da erupção de vulcões e das tempestades de poeira.

A coleta de água superficial e sedimentos de corrente é útil, tanto para pesquisa de novos recursos minerais, como também, para prover soluções para problemas ambientais, visto que os metais pesados, durante as épocas de cheia nos rios, são carreados junto com os sedimentos finos, e depositados nas margens dos rios. A história sedimentar desses rios oferece informações sobre o “antes” e o “depois”, tanto em relação à época das enchentes, como em épocas remotas, que podem ser utilizadas para delimitar cargas críticas e bombas químicas potenciais (Ottensen, 1992).

Foram coletadas amostras em 105 estações, espacializadas em um mapa integrado na escala 1:100.000, envolvendo as folhas SD.21-Z-C-II, SD.21-Z-C-III, SD-21-Z-C-IV, SD-21-Z-C-V e SD-21-Z-C-VI, em drenagens com área de captação em torno de 50km², nos córregos e ribeirões que cobrem a área estudada, sendo percorrido um total de 11 mil km.

8.2 – OBJETIVO

O objetivo do Projeto Sistema de Informação Geoambiental de Cuiabá, Várzea Grande e Entorno foi efetuar o reconhecimento geoquímico, através da coleta de amostras de sedimentos de corrente e água no entorno de Cuiabá, com a finalidade de determinar a abundância e dispersão dos elementos químicos nesses meios amostrados, de tal modo que possam ser utilizados como indicadores de contaminação natural ou poluição provocada no meio ambiente, por atividade antrópica, bem como definir áreas para pesquisa mineral.

Os dados geoquímicos (resultados analíticos brutos, dados de campo, etc.) foram armazenados num banco de dados como também, em mapas de distribuição de elementos-traço, disponibilizados para a sociedade, para que possam ser utilizados em outros estudos, quer no âmbito da Geologia, como também, em outras áreas, como agricultura, pecuária, uso e ocupação do solo, saúde pública e saneamento básico.

8.3 – MÉTODOS E MATERIAIS

Previamente aos trabalhos de campo foi elaborado um mapa-base das bacias hidrográficas a serem estudadas, na escala 1:100.000, sobre o qual, após análise da distribuição e extensão das drenagens, foram locados os pontos de amostragem.

8.3.1 – NO CAMPO

Os trabalhos de campo foram realizados em duas etapas: a primeira abrangendo toda a área, com amostragem regional realizada em 03 etapas de campo, durante os meses de agosto a outubro de 2001, e outra mais específica (verificação de anomalias), com reamostragem e reanálise em áreas selecionadas a partir dos resultados da primeira fase.

O procedimento metodológico adotado nas duas campanhas de amostragem geoquímica pode ser assim resumido: uma vez acessado o ponto de amostragem nos cursos de água, a amostra é coletada no canal principal, com o auxílio de seringas descartáveis. Após passar por um processo de filtração, por meio de membrana ultrafina (retenção do material em suspensão), duas amostras de água com 50 ml cada são coletadas em cada ponto: uma para análise dos cátions e outra para análise dos ânions presentes (**Foto 8.1**).



Foto 8.1 – Filtragem utilizando unidades filtrantes e seringa.

Após a coleta da água efetua-se a coleta dos sedimentos de corrente em diversos pontos do leito da drenagem, estabelecendo uma amostra composta (**Foto 8.2**). Este material, após sua descrição, é acondicionado em embalagens plásticas (**Foto 8.3**).

Todos os materiais assim coletados e preparados, depois de devidamente etiquetados e lacrados, eram conservados em baixas temperaturas até sua remessa para o laboratório. As amostras de água destinadas à análise dos cátions foram sempre acidificadas com HNO_3 (1 gota para cada 5ml), antes de seu acondicionamento final.

Cada sítio de coleta é descrito por uma ficha de campo de amostragem geoquímica, onde consta sua exata localização através de GPS, e principais características da drenagem amostrada. O local é identificado através de inscrição com tinta spray em algum ponto bem visível, com vista a facilitar as amostragens futuras (monitoramento).

Simultaneamente à coleta das amostras para análises efetuou-se, em cada ponto, medições instantâneas dos parâmetros físico-químicos de qualidade das águas: pH, condutividade, oxigênio dissolvido, turbidez e temperatura utilizando o pHgâmetro, oxímetro e condutivímetro (**Foto 8.4**).



Foto 8.2 – Coleta de sedimentos de corrente utilizando peneiras para evitar os materiais mais grosseiros.



Foto 8.3 – Detalhe na preparação do sedimento de corrente.



Foto 8.4 – Detalhe dos equipamentos para medir os parâmetros físico-químicos da água.

8.3.2 – NO LABORATÓRIO

Os sedimentos de corrente coletados nas duas etapas de campo foram analisados pelos Laboratórios da UCB – Universidade Católica de Brasília, sendo empregado o método ICP/OES – espectroscopia de emissão atômica por plasma de argônio induzido (**Tabela 8.1**) para os 35 elementos químicos.

Nas amostras de água coletadas nas duas fases e analisadas no Laboratório da UCB, as concentrações são totais, pois as amostras de água foram introduzidas no ICP/OES sem tratamento prévio. As amostras foram filtradas em 0,45 μ no campo. Foram analisadas 29 cátions via ICP/OES – espectrometria de emissão com fonte de plasma, e 7 ânions, através de cromatografia (**Tabela 8.2**).

Obs: entre os cátions, Be, B, Co, Cr, Ni, V e Zn não serão discutidos, em função dos valores serem abaixo do limite de detecção para todas as amostras. Entre os ânions, não serão considerados o NO₂, PO₄ e o Br, pelo mesmo motivo.

8.4 – CONTROLE DE QUALIDADE

Na programação da amostragem, foi prevista a coleta de 10% das amostras para controle de qualidade. As duplicatas para controle da amostragem e as replicatas para monitoramento da variabilidade analítica.

Os procedimentos laboratoriais também incluíram amostras-padrão para controle analítico e “brancos”, para calibração dos equipamentos.

Tabela 8.1 – Elementos analisados nos sedimentos de corrente coletados nas duas fases e respectivos limites de sensibilidade dos métodos analíticos.

Análises realizadas no Laboratório da Universidade Católica de Brasília		
Elementos	Limite de Sensibilidade	Método Analítico
Fe, Al, Mg, Ca, Na, K, Ti	0,01%	ICP/OES
Cd	0,2ppm	
Cu, Zn, Mo, Ni, Co, Mn, Ba, Cr, V, La, Sr, Y, Li, Nb, Zr	1ppm	
Pb, Ga	2ppm	
Bi, As, Sb, Sc	5ppm	
Te, Ta	10ppm	
Sn, W	20ppm	

Tabela 8.2 – Elementos analisados nas amostras de água coletadas nas duas fases e respectivos limites de sensibilidade dos métodos analíticos.

Elementos	Limite de Sensibilidade (mg/L)	Métodos
Al, Ca	0,1	ICP/OES
As, Cu, Mg, Sn, Si, W	0,01	
Ba, B, Co, Fe, Ni	0,002	
Be, Cd, Li, Sr, Zn, Mn, Hg	0,001	
Mo, Pb, Sc	0,005	
Cr, Se, V	0,02	Cromatografia
Ti	0,05	
F ⁻	0,01	
NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ⁻	0,1	
PO ₄ ⁻³	0,2	
Br ⁻ , Cl ⁻	0,05	

8.5 – TRATAMENTO ESTATÍSTICO

O tratamento estatístico e as matrizes de correlação para as amostras coletadas foram desenvolvidos através do *software* OASIS 4.3 – módulo Chimera. A primeira determinação diz respeito à obtenção dos parâmetros estatísticos (média aritmética, desvio-padrão e valores anômalos de 1ª, 2ª e 3ª ordem) de cada elemento, e à construção das matrizes de correlação desses elementos. É a partir dessas determinações que são definidas as associações geoquímicas (afinidades entre elementos) que servem de base para a confecção dos mapas de distribuição regional dos elementos selecionados.

Para confecção dos mapas interpretativos da distribuição dos elementos foi utilizado o *GEOSOFT Mapping and Processing System (MPS)*, associado a um *software* de modelamento, ambos desenvolvidos pela empresa canadense GEOSOFT. Estes mapas estão apresentados na forma de figuras, de acordo com as associações geoquímicas estabelecidas através das matrizes de correlação.

As amostras de sedimentos de correntes foram agrupadas em uma mesma população, tendo em vista que não apresentaram variações litológicas significativas.

8.6 – RESULTADOS OBTIDOS

De posse de todos os resultados procurou-se definir as mais significativas as-

sociações geoquímicas a partir das matrizes de correlação das concentrações dos elementos químicos analisados.

Para efeito de melhor entendimento, divide-se a apresentação dos resultados de acordo com o tipo de material amostrado, sedimentos de corrente e água, e respectivos períodos de amostragem (regional e verificação de anomalia).

8.6.1 – SEDIMENTOS DE CORRENTE

O sumário estatístico dos resultados analíticos das amostras de sedimentos de corrente está apresentado na **Tabela 8.3**. As médias e os desvios-padrão são aritméticos. Nas **tabelas 8.4a a 8.4d** encontram-se as concentrações anômalas de 1ª, 2ª e 3ª ordem para os elementos selecionados.

Os resultados analíticos foram consolidados em arquivos xyz para a confecção dos mapas de distribuição dos elementos selecionados. A partir do tratamento estatístico, foram excluídos os elementos Be, As, Co, Cr, Se e V, por apresentarem todos os resultados analíticos abaixo do limite de sensibilidade. Para os elementos restantes, foi confeccionada uma matriz de correlação (**Figura 8.1**), com o objetivo de definir as principais associações geoquímicas.

A análise da matriz de correlação, considerando o nível de significância de 0,95, estabeleceu as seguintes associações geoquímicas:

Nível de correlação muito forte > 0,84	Mn-Co-Y Ba-Sc-Sr-Al Cd-Fe-Te
Nível de correlação forte > 0,5 < 0,84	Zn-Cu-Li Mn-Au-Pb K-Mg

Tabela 8.3 – Sumário estatístico dos sedimentos de corrente.

Elem.	Valores				1ª Ordem	2ª Ordem		3ª Ordem	
	X_{\min}	X_{\max}	X	S	>X+3S	entre X+2S e X+3S		entre X+S e X+2S	
Al	347	26.020	4.249	3.725	15.424	11.699	15.424	7.974	11.699
As	0	34,1	5,3	7,2	26,9	19,7	26,9	12,5	19,7
Au	0,03	6,28	1,5	1,3	5,4	4,1	5,4	2,8	4,1
Ba	3	290	41,7	38,8	158,1	119,3	158,1	80,5	119,3
Ca	113,7	13.815	780	1.373	4.899	3.526	4.899	2.153	3.526
Cd	0,35	31,2	6,0	6,4	25,2	18,8	25,2	12,4	18,8
Co	0,002	33,7	4,3	5,6	21,1	15,5	21,1	9,9	15,5
Cr	0,7	48,6	11,7	10,2	42,3	32,1	42,3	21,9	32,1
Cu	0,13	25,1	5,3	4,9	20	15,1	20,0	10,2	15,1
Fe	695	5.037	13.690	9.859	43.267	33.408	43.267	23.549	33.408
Ga	0,44	11,54	2,9	2,2	9,5	7,3	9,5	5,1	7,3
Hg	0	2,7	0,2	0,4	1,4	1,0	1,4	0,6	1,0
K	3,5	2.398	406	399	1.603	1.204	1.603	805	1.204
La	1,0	119	21	17	72	55,0	72,0	38,0	55,0
Li	0,01	30	1,8	3,7	12,9	9,2	12,9	5,5	9,2
Mg	5,9	3.502	453	561	2.136	1.575	2.136	1.014	1.575
Mn	6,0	1.058	203	209	830	621	830	412	621
Na	0,05	69,1	10,6	11,8	46	34,2	46,0	22,4	34,2
Pb	0,4	44,5	11,3	9,0	38,3	29,3	38,3	20,3	29,3
Sc	0,11	5,0	0,9	0,8	3,3	2,5	3,3	1,7	2,5
Se	0,01	0,35	0,09	0,09	0,36	0,3	0,4	0,2	0,3
Sr	0,32	29,1	4,2	3,9	15,9	12,0	15,9	8,1	12,0
Ta	0,01	72,5	26,5	16,8	76,9	60,1	76,9	43,3	60,1
Te	0,01	18,5	3,9	3,9	15,6	11,7	15,6	7,8	11,7
Ti	5,5	3.630	391	661,8	2.376,4	1.714,6	2.376,4	1.052,8	1.714,6
V	1,2	84,9	17,7	16,8	68,1	51,3	68,1	34,5	51,3
W	0,03	2,8	0,8	0,6	2,6	2,0	2,6	1,4	2,0
Y	0,48	15,8	3,1	2,3	10	7,7	10,0	5,4	7,7
Zn	0,8	155	23,4	28,5	108,9	80,4	108,9	51,9	80,4
Zr	0,21	15,7	3,2	2,7	11,3	8,6	11,3	5,90	8,6
Ni	0,29	21,2	4,26	4,18	16,8	12,62	16,80	8,44	12,62

Observação:

Sn, Nb, Sb, Ag, Mo e Bi não foram considerados por apresentarem, em todas as amostras, valores abaixo do nível de detecção.

1ª ordem valores > X+ 3S;

2ª ordem valores entre X+2S e X+3S;

3ª ordem valores entre X+S e X+2S.

X – Média aritmética

S – Desvio-padrão aritmético

Tabela 8.4a – Amostras selecionadas com concentrações de 1ª, 2ª e 3ª ordem (sedimento de corrente).

AMOSTRA	COORDENADAS		TOPONÍMIA	ELEMENTOS QUÍMICOS														
	X	Y		Al	As	Au	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ga	Hg	K	La	Li
CF-S-002C	647125	8267443	Cór. Tamandúá															
CF-S-003C	648507	8268502	Cór. Angical												847.26			
CF-S-005C	653892	8273580	Rio Aricá-Açu								16.52							9.02
CF-S-008C	643773	8275661	Cór. Iaguanussú															
CF-S-010C	644333	8280306	Cór. Chagas															
CF-S-013C	636795	8267102	Faz. Arica Açu	26022.68	4.58	290.84	13815.88		25.56	48.66	23.49		9.00		1685.08	40.74	30.98	
CF-S-014C	632181	8277269	Cór. Sumidouro															
CF-S-017C	628404	8275506	Cór. do Médico	23.57				12.48		37.41		29145.36						
CF-S-022C	626490	8296368	Cór. Coxipozinho?								26.36							
CF-S-025C	617698	8272883	Córrego Água Limpa	11247.36		143.10		28.56	13.28	26.06	25.13	43904.31	6.63		984.75		8.62	
CF-S-026C	616812	8274997	Cór. Bêbado															
CF-S-028C	617559	8287749	Rio Aricazinho															
CF-S-029C	616465	8287618	Afl.marg.dir.Rio Aricazinho															
CF-S-031C	618915	8301379	Chacara Sispuc				2226.11				10.79					1251.27		
CF-S-033C	614319	8262399	Ribeirão dos Cágados	8091.31		93.82												
CF-S-034C	615257	8283019	Córrego Pires	11534.40	4.70	100.19		31.26	15.22	38.57	13.00	50732.66	6.62		1038.79		5.81	
CF-S-035C	612597	8301410	xxxx												0.67			
CF-S-045C	603489	8277461	Córrego Gomital				2210.39					26310.51						
CF-S-048C	608618	8257646	Cór. Aricazinho							22.51								
CF-S-049C	607560	8252708	Cór. Almoço															
CF-S-051C	597219	8248147	xxx		32.82			24.01		25.97		35753.96						
CF-S-052C	596000	8259449	Cór. Morrinho	13686.27	20.73	4.86	130.81		29.42	33.75	41.95	14.76	45899.74	7.40	923.55		16.86	
CF-S-053C	596508	8262220	Faz. Quinta Boa Vista		13.36				26.66	26.81	29.92	17.20	35941.49				6.59	
CF-S-057C	602593	8273473	Córrego Moimho															
CF-S-058C	598765	8271833	Córrego Barbado				2325.73											
CF-S-061C	603859	8297815	2.2 km a NE do Bal. Letícia			4.01					11.72							
CF-S-064C	596846	8278078	Córrego Quarta Feira		14.99													
CF-S-065C	592458	8272118	Córrego General	8634.53		5.05	95.00		10.08									
CF-S-066C	595190	8265536	Córrego Água Limpa		22.61													
CF-S-071C	590759	8247586	xxx		34.16						30.11							



Tabela 8.4b – Amostras selecionadas com concentrações de 1ª, 2ª e 3ª ordem (sedimento de corrente).

AMOSTRA	COORDENADAS		TOPONÍMIA	ELEMENTOS QUÍMICOS															
	X	Y		Mg	Mn	Ni	Na	Pb	Sc	Se	Sr	Ta	Te	Ti	V	W	Yt	Zn	Zr
CF-S-002C	647125	8267443	Cór. Tamandúá															71.32	
CF-S-003C	648507	8268502	Cór. Angical		8.87											5.61		83.71	
CF-S-005C	653892	8273580	Rio Aricá-Açu		10.67													118.87	
CF-S-008C	643773	8275661	Cór. Taguarussú															55.43	
CF-S-010C	644333	8280306	Cór. Chagas																
CF-S-013C	636795	8267102	Faz. Arica Açu	1035.36	21.19	26.61	25.58	5.06		29.15				50.72	1.79	15.82	155.46		
CF-S-014C	632181	8277269	Cór. Sumidouro	475.14															
CF-S-017C	628404	8275506	Cór. do Médico					0.26				8.87		84.94					
CF-S-022C	626490	8296368	Cór. Coxipozinho?											47.88			54.30		
CF-S-025C	617698	8272883	Córrego Água Limpa		518.68	12.43		3.57				12.73		59.16	1.65	7.53	89.20		
CF-S-026C	616812	8274997	Cór. Bêbado	428.48															
CF-S-028C	617559	8287749	Rio Aricazinho														70.33		
CF-S-029C	616465	8287618	Afl. marg. dir. Rio Aricazinho														52.63		
CF-S-031C	618915	8301379	Chacara Sispuc		10.17			0.24		8.27							89.48		
CF-S-033C	614319	8262399	Ribeirão dos Gãgados	518.43				3.26						50.18		5.58			
CF-S-034C	615257	8283019	Córrego Pires	1009.37			22.53	1.97				14.43		77.34		5.84	78.73		
CF-S-035C	612597	8301410	xxxxx	1022.71												5.48		9.42	
CF-S-045C	603489	8277461	Córrego Gomital			24.20	27.74								1.52				5.97
CF-S-048C	608618	8257646	Cór. Aricazinho											37.38					
CF-S-049C	607560	8252708	Cór. Almoço											38.74					
CF-S-051C	597219	8248147	xxx											37.25					
CF-S-052C	596000	8259449	Cór. Morrinho	1058.64	13.84		21.88	4.97	0.35	8.98				11.42					
CF-S-053C	596508	8262220	Faz. Quinta Boa Vista	570.81	13.80		25.62	3.16		9.81				13.74	2.55	11.60	112.67		
CF-S-057C	602593	8273473	Córrego Moimho											11.94	49.40	9.51	82.29	6.87	
CF-S-058C	598765	8271833	Córrego Barbado							8.21					1.59				
CF-S-061C	603859	8297815	2.2 km a NE do Bal. Leílicia		9.49										1.95				
CF-S-064C	596846	8278078	Córrego Quarta Feira				35.18									1.46			
CF-S-065C	592458	8272118	Córrego General	1263.35	547.89	10.40	61.38	33.72	2.36	12.61					35.26	1.93	7.65		8.98
CF-S-066C	595190	8265536	Córrego Água Limpa								60.08								
CF-S-071C	590759	8247586	xxx												41.71				



1ª ORDEM
2ª ORDEM
3ª ORDEM

Tabela 8.4c – Amostras selecionadas com concentrações de 1ª, 2ª e 3ª ordem (sedimento de corrente).

AMOSTRA	COORDENADAS		TOPONÍMIA	ELEMENTOS QUÍMICOS														
	X	Y		Al	As	Au	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ga	Hg	K	La	Li
CF-S-072C	588872	8239218	Rib. São Lourenço		16.90													
CF-S-075C	583179	8273179	Córrego Pitomba			6.28						26595.83	5.67				49.40	
CF-S-076C	585002	8275312	Córrego Rodeio		21.27						22.92	11.37	26568.19	6.05				
CF-S-080C	587854	8292769	Ribeirão Dois Córrego															
CF-S-083C	575940	8287235	Córrego Guanandi															
CF-S-086C	577432	8277026	Fazenda São José											11.54	1.53		119.02	
CF-S-087C	577219	8272700	Córrego Texeirinha		23.92	3.28											60.51	
CF-S-088C	577350	8272454	Córrego Fazendinha														69.60	
CF-S-089C	580017	8258673	Córrego Barbeiro															
CF-S-090C	580979	8259373	Córrego Aguaçu															
CF-S-093C	572364	8256439	Córrego Leme	11470.69	17.36		101.06						25875.24		884.57			
CF-S-095C	563734	8272495	Córrego Pirapora			3.50												
CF-S-096C	564918	8283662	Córrego das Antas															
CF-S-097C	563856	8284694	Córrego Salinas	11463.32		3.10	157.57								2.73		46.61	
CF-S-099C	562251	8283709	Córrego Esmeril														59.10	
CF-S-100C	560308	8274219	Córrego Fundo	11097.89		5.32	90.14		14.90	13.45	30.21	13.97	26210.96	7.68	877.22	38.70		
CF-S-101C	557025	8269981	Córrego dos Macacos															
CF-S-102C	555778	8271234	Córrego Jacaré		17.41													
CF-S-103C	553327	8274537	Córrego do Lopes	11135.86		3.86	93.55						26613.57	5.34		1505.80		
CF-S-104C	552559	8274016	Córrego Aguaçu	11429.14		3.51	117.00		27.94	20.20	41.72	15.35	26531.01	11.06	2398.24			
CF-S-105C	552347	8273020	Córrego das Onças	9893.74		3.55				10.36			26555.46	5.19	1025.89	39.83		
CF-S-106C	550561	8264147	Córrego Maciel	11431.30		3.20	81.41		21.23	16.87	42.55	18.45	26530.53	10.20	937.38	51.16		
CF-S-107C	546936	8262622	Córrego Fundo						14.63				26549.81	5.28				
CF-S-108C	541822	8264810	Cór. Aguaçu do Monjolo	10985.21											1538.57			
CF-S-109C	537815	8259865	xxxxx		15.22													
CF-S-110C	537519	8258147	Córrego Parizinho														46.31	
CF-S-112C	571634	8276035	xxxxx			2.94												
CF-S-113C	565521	8276604	Fazenda Canindé			3.99												
CF-S-114C	608107	8288938	Balneário Rio do Ouro															
CF-S-115C	604252	8278488	Córrego Três Pontas															
CF-S-116C	606521	8275812	xxxxxx		17.03													

1ª ORDEM
2ª ORDEM
3ª ORDEM



Tabela 8.4d – Amostras selecionadas com concentrações de 1ª, 2ª e 3ª ordem (sedimentos de corrente).

AMOSTRA	COORDENADAS		TOPONÍMIA	ELEMENTOS QUÍMICOS																
	X	Y		Mg	Mn	Ni	Na	Pb	Sc	Se	Sr	Ta	Te	Ti	V	W	Yt	Zn	Zr	
CF-S-072C	588872	8239218	Rib. São Lourenço																	
CF-S-075C	583179	8273179	Córrego Pitomba	637.23																
CF-S-076C	585002	8275312	Córrego Rodeio					34.17							1.59					8.15
CF-S-080C	587854	8292769	Ribeirão Dois Córrego					25.55			47.43									7.48
CF-S-083C	575940	8287235	Córrego Guanandi																	
CF-S-086C	577432	8277026	Fazenda São José					2.56								1.46				6.65
CF-S-087C	577219	8272700	Córrego Texeirinha								43.53									
CF-S-088C	577350	8272454	Córrego Fazendinha								51.84									
CF-S-089C	580017	8258673	Córrego Barbeiro								61.02									
CF-S-090C	580979	8259373	Córrego Aguaçu								70.91			1446.72						
CF-S-093C	572364	8256439	Córrego Leme	1644.12					69.17	21.23										7.61
CF-S-095C	563734	8272495	Córrego Pirapora	1089.04										11.05	1228.55					5.59
CF-S-096C	564918	8283662	Córrego das Antas																	6.85
CF-S-097C	563856	8284694	Córrego Salinas	1236.45					47.87											
CF-S-099C	562251	8283709	Córrego Esmeril																	
CF-S-100C	560308	8274219	Córrego Fundo	1499.52	662.37	13.33								11.33	1701.67					5.44
CF-S-101C	557025	8269981	Córrego dos Macacos						24.79											
CF-S-102C	555778	8271234	Córrego Jacaré																	
CF-S-103C	553327	8274537	Córrego do Lopes	1632.06	467.22	8.66														
CF-S-104C	552559	8274016	Córrego Aguaçu	3502.69	483.07	19.09														
CF-S-105C	552347	8273020	Córrego das Onças	1704.64	430.44	10.17														
CF-S-106C	550561	8264147	Córrego Maciel	2285.63	468.56	19.94														
CF-S-107C	546936	8262622	Córrego Fundo																	
CF-S-108C	541822	8264810	Córrego Aguaçu do Monjolo	2346.18		9.14														
CF-S-109C	537815	8259865	xxxxx																	
CF-S-110C	537519	8258147	Córrego Parizinho																	
CF-S-112C	571634	8276035	xxxxx																	
CF-S-113C	565521	8276604	Fazenda Canindé																	
CF-S-114C	608107	8288938	Balneário Rio do Ouro	1198.99																
CF-S-115C	604252	8278488	Córrego Três Pontas																	
CF-S-116C	606521	8275812	xxxxxx																	

1ª ORDEM
2ª ORDEM
3ª ORDEM



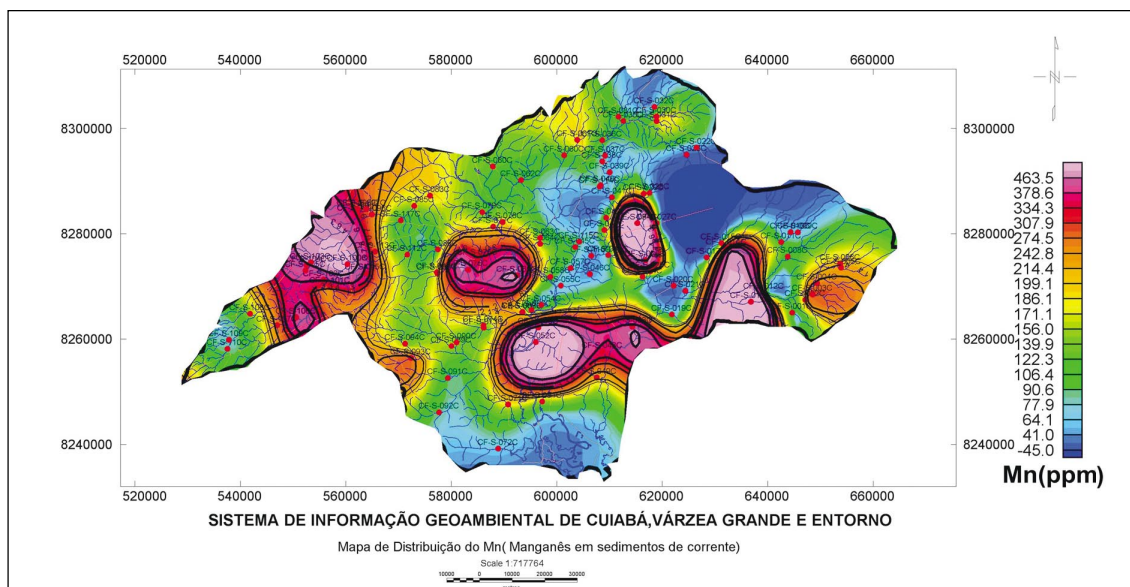


Figura 8.2 – Mapa de distribuição do Mn (ppm) em sedimentos de corrente.

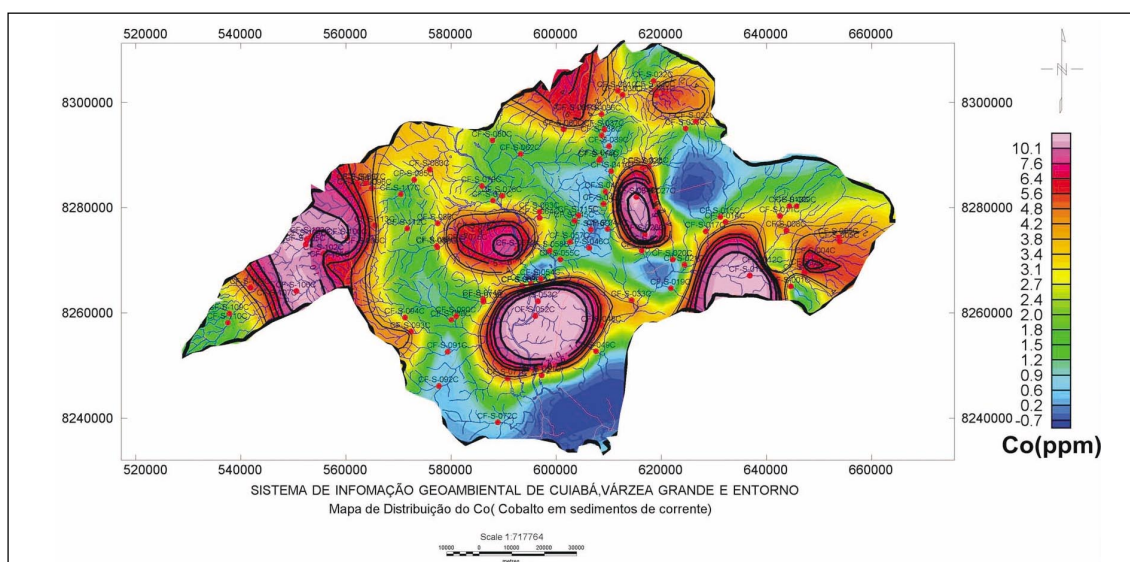


Figura 8.3 – Mapa de distribuição do Co (ppm) em sedimentos de corrente.

sendo aqueles não paralelos à foliação mineralizados em ouro. Esta mesma associação no extremo-oeste está enquadrada além da Subunidade 5 na Unidade 3, composta predominantemente de filitos com veios de quartzo. Nas proximidades existem ainda garimpos intermitentes com intercalações de quartzito e veios de quartzo.

A nordeste de Cuiabá esta associação está relacionada com corpos lateríticos e veios residuais, constituindo as “cascaheiras”. Na região noroeste esta mesma associação está relacionada com afluen-

tes do rio Pari, que está encaixado na Subunidade 5 do Grupo Cuiabá, onde é comum a presença de corpos lateríticos.

A associação Ba-Sc-Sr-Al (figuras 8.5, 8.6, 8.7 e 8.8), também está distribuída preferencialmente na Subunidade 5 do Grupo Cuiabá, apresentando concentrações menos significativas. Chamou atenção uma anomalia no extremo-nordeste, principalmente para Ba-Sc e Sr.

A associação Cd-Fe-Te (figuras 8.9, 8.10 e 8.11) está representada por afluentes do rio Pari (amostras CF-S-052, CF-S-053 e CF-S-051), ao sul da Gran-

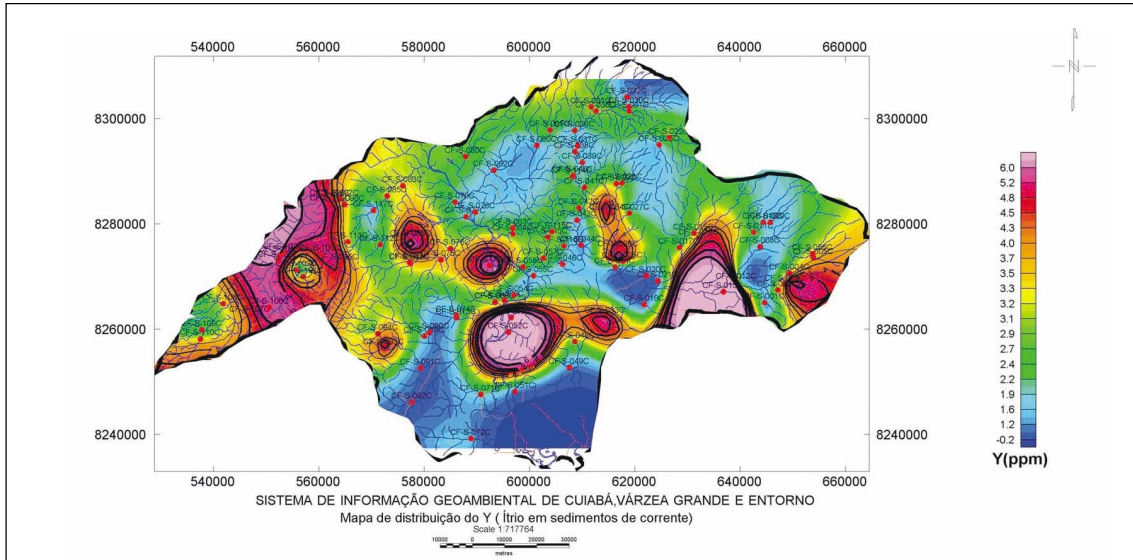


Figura 8.4 – Mapa de distribuição do Y (ppm) em sedimentos de corrente.

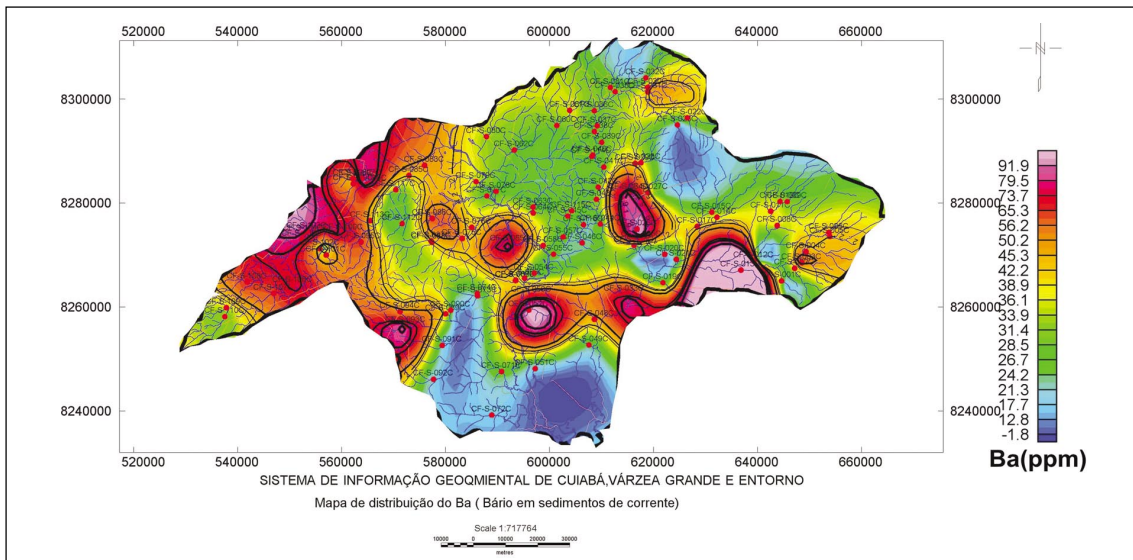


Figura 8.5 – Mapa de distribuição do Ba (ppm) em sedimentos de corrente.

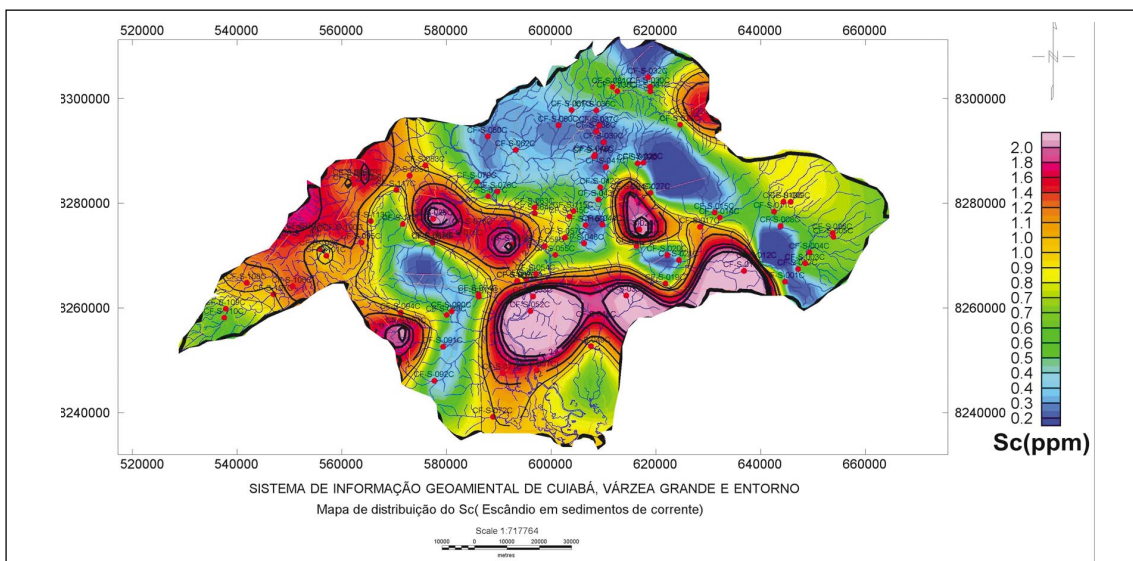


Figura 8.6 – Mapa de distribuição do Sc (ppm) em sedimentos de corrente.

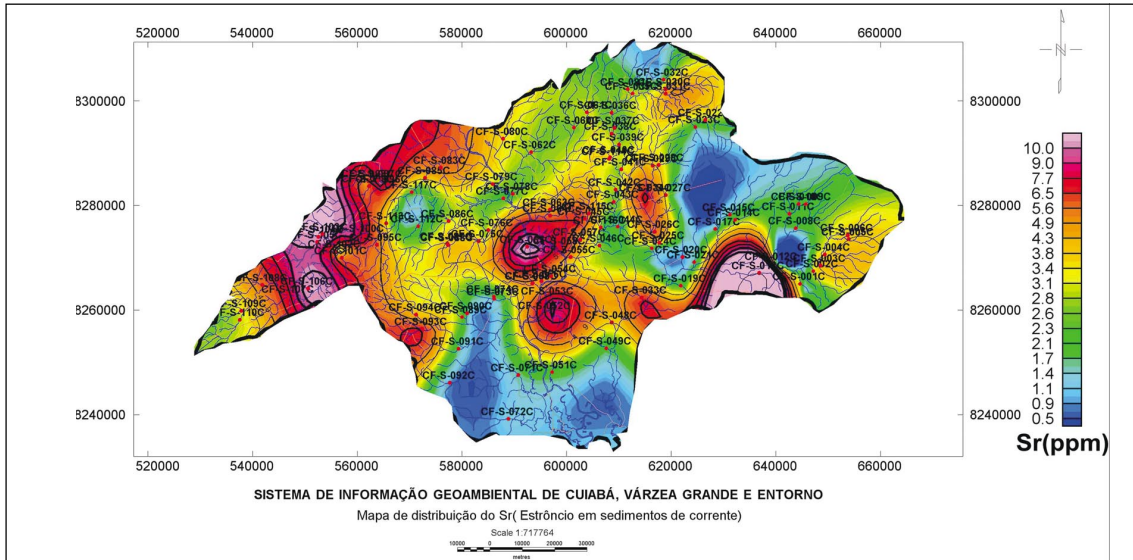


Figura 8.7 – Mapa de distribuição do Sr (ppm) em sedimentos de corrente.

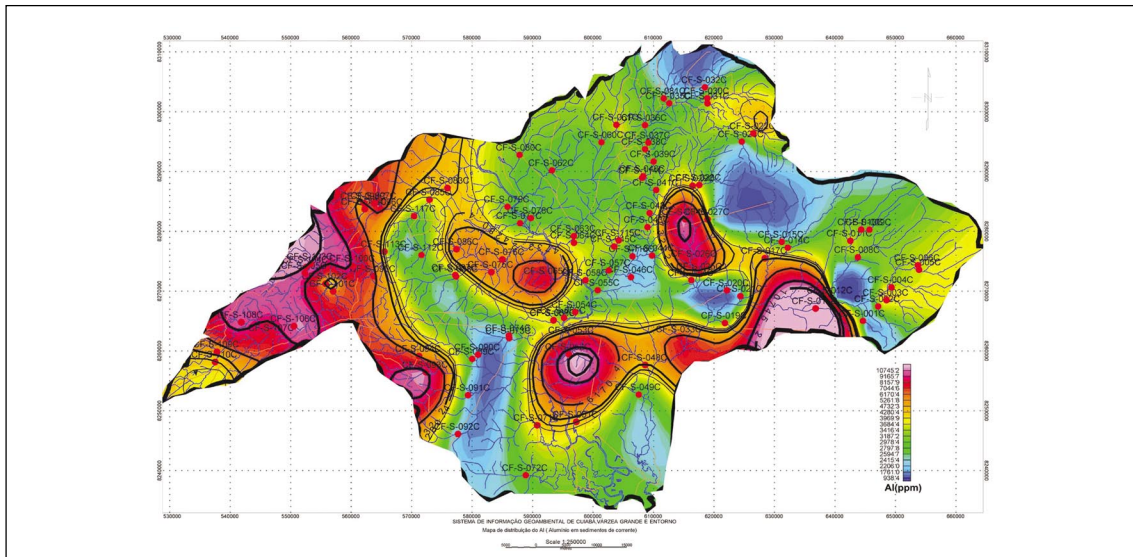


Figura 8.8 – Mapa de distribuição do Al (ppm) em sedimentos de corrente.

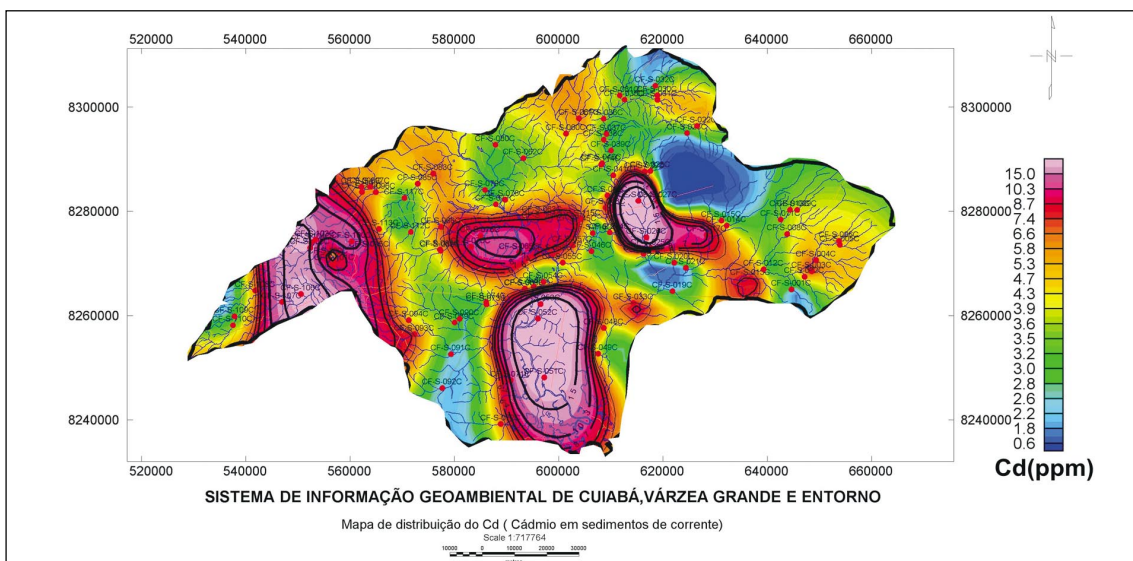


Figura 8.9 – Mapa de distribuição do Cd (ppm) em sedimentos de corrente.

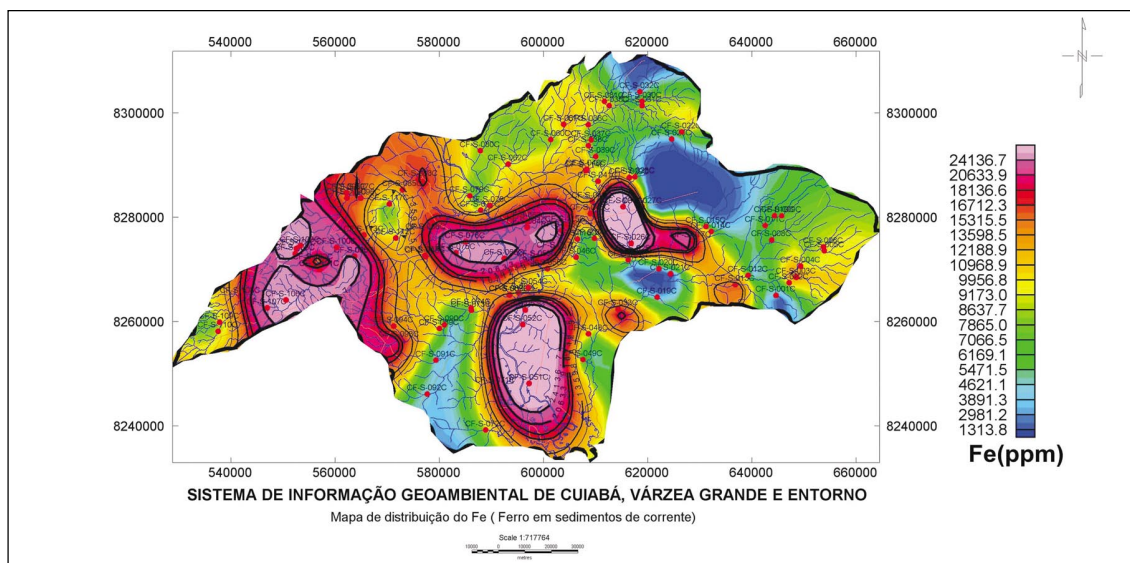


Figura 8.10 – Mapa de distribuição do Fe (ppm) em sedimentos de corrente.

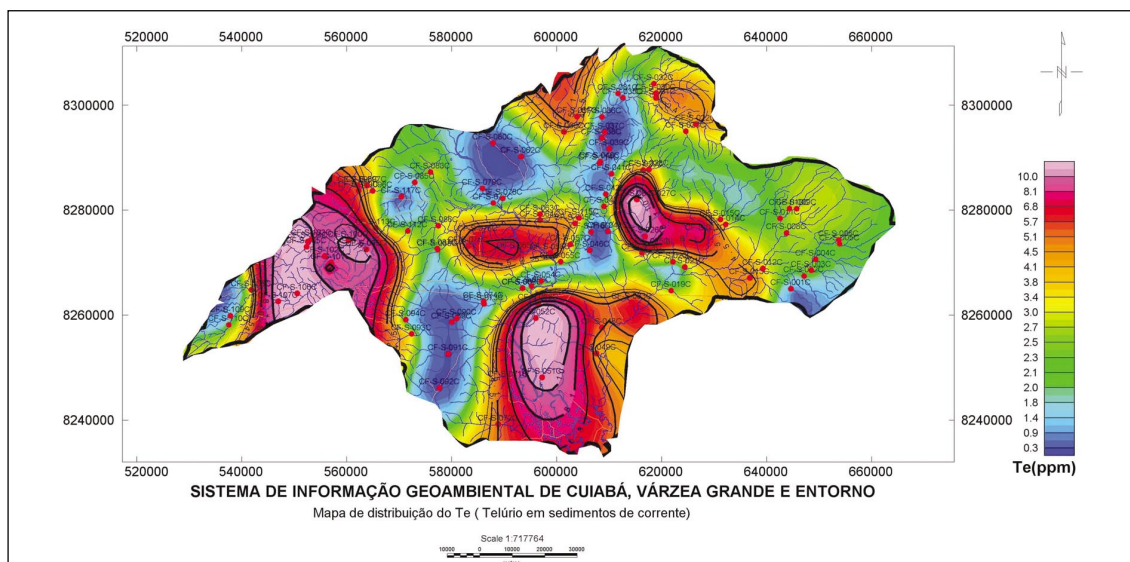


Figura 8.11 – Mapa de distribuição do Te (ppm) em sedimentos de corrente.

de Cuiabá. Nesta região a geologia está caracterizada pela Subunidade 5 do Grupo Cuiabá com a presença de filitos e filitos sericíticos, ocorrendo subordinadamente intercalações de metarcóseos, metarenitos, quartzitos e mais raramente metamicroconglomerados. Os filitos e filitos sericíticos mostram cores variando de cinza-prateado a cinza-escuro quando inalterados e, tonalidades avermelhadas e amarronzadas quando alterados.

Já a associação Cr-V (figuras 8.12 e 8.13), no extremo-noroeste da área, está

inserida nas subunidades 3 e 4 do Grupo Cuiabá. A Subunidade 3 caracteriza-se por filitos, filitos conglomeráticos, metarcóseos, metarenitos, quartzitos e lentes de metacalcáreos. Os filitos são as rochas mais abundantes, com variações faciológicas para metarenitos e metarcóseos. Em geral, os filitos são de cor cinza-claro a cinza-esverdeado quando inalterados, e avermelhados a amarronzados quando alterados.

Ao sul de Cuiabá a associação ocorre na Subunidade 5. As rochas principais são filitos e filitos sericíticos ocorrendo su-

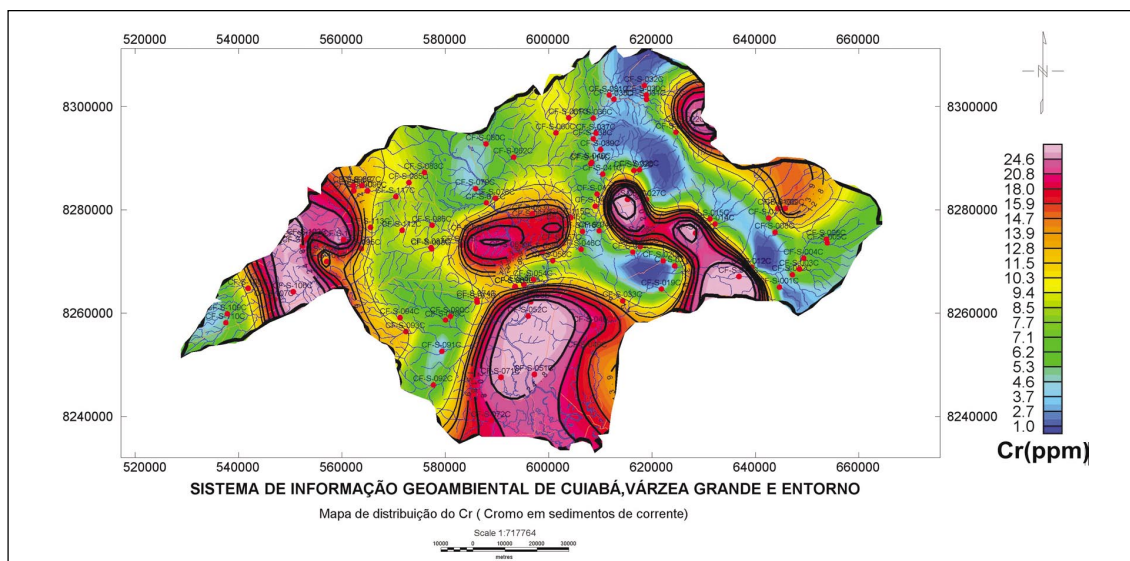


Figura 8.12 – Mapa de distribuição do Cr (ppm) em sedimentos de corrente.

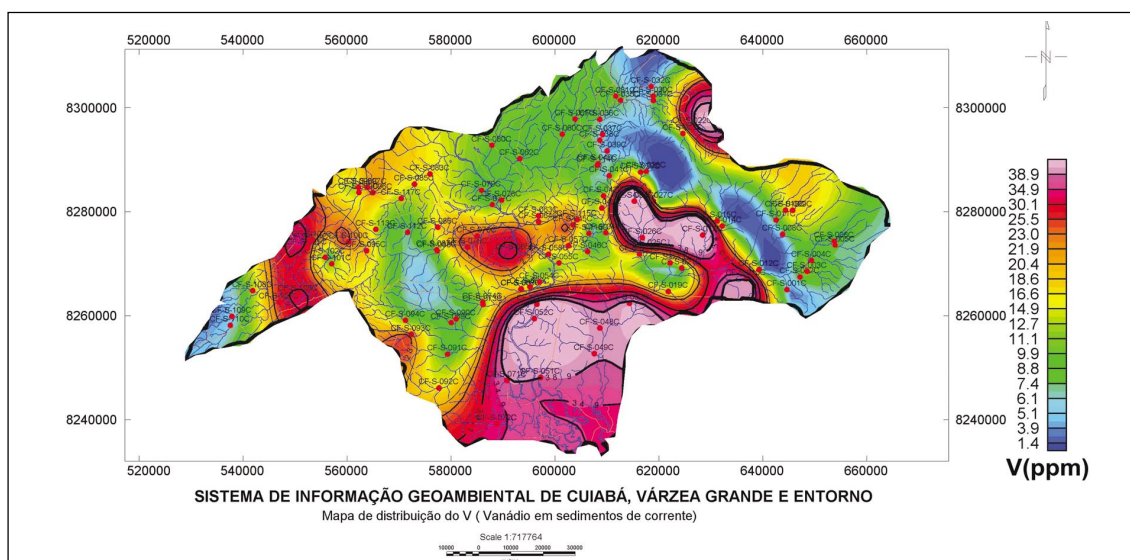


Figura 8.13 – Mapa de distribuição do V (ppm) em sedimentos de corrente.

bordinadamente intercalações de metarcóseos, metarenitos, quartzitos e mais raramente metamicroconglomerados. Os filitos e filitos sericíticos mostram cores variando de cinza-prateado a cinza-escuro quando inalterados, e tonalidades avermelhadas e amarronzadas quando alterados.

A associação Zn-Cu-Li (figuras 8.14, 8.15 e 8.16) é mais representativa no extremo-leste da área (amostras CF-S-001, CF-S-002, CF-S-003, CF-S-004, CF-S-005 e CF-S-006). Na região norte-noroeste a anomalia está representada pela

amostra CF-S-080 e, ao sul de Cuiabá, pela amostra CF-S-052.

Na primeira área a litologia predominante é constituída por metaparaconglomerados petromíticos (diamictitos), com raríssimas intercalações de filitos e metarenitos pertencentes a Subunidade 7 do Grupo Cuiabá.

Na região norte-noroeste a amostra encontra-se na Subunidade 6 do Grupo Cuiabá, onde predominam filitos conglomeráticos com intercalações de metarenitos e mais raramente de quartzitos. Ao sul de Cuiabá, predomina Subunidade 5 com

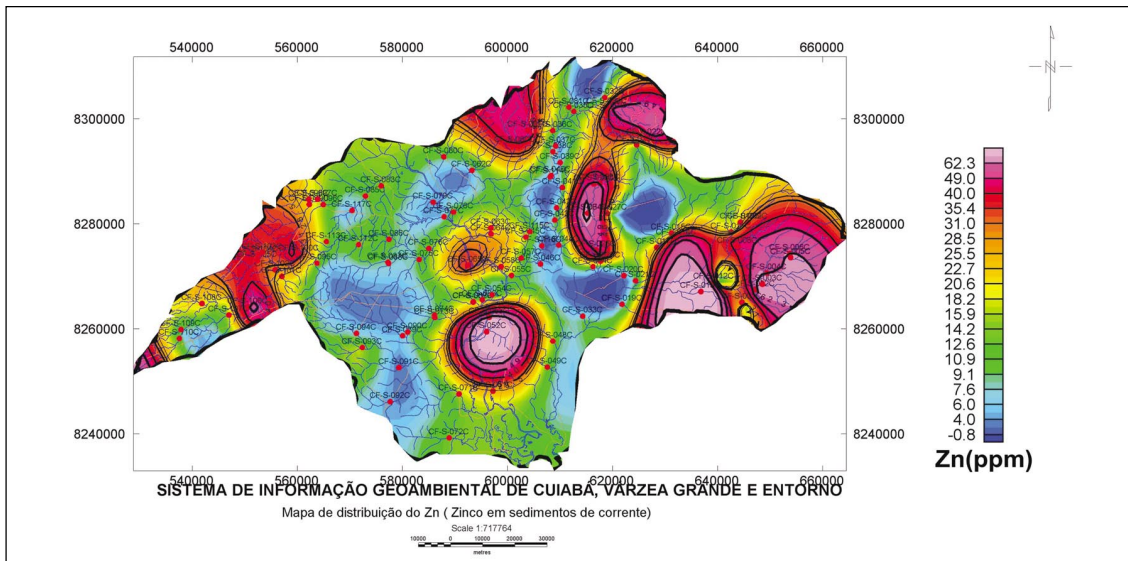


Figura 8.14 – Mapa de distribuição do Zn (ppm) em sedimentos de corrente.

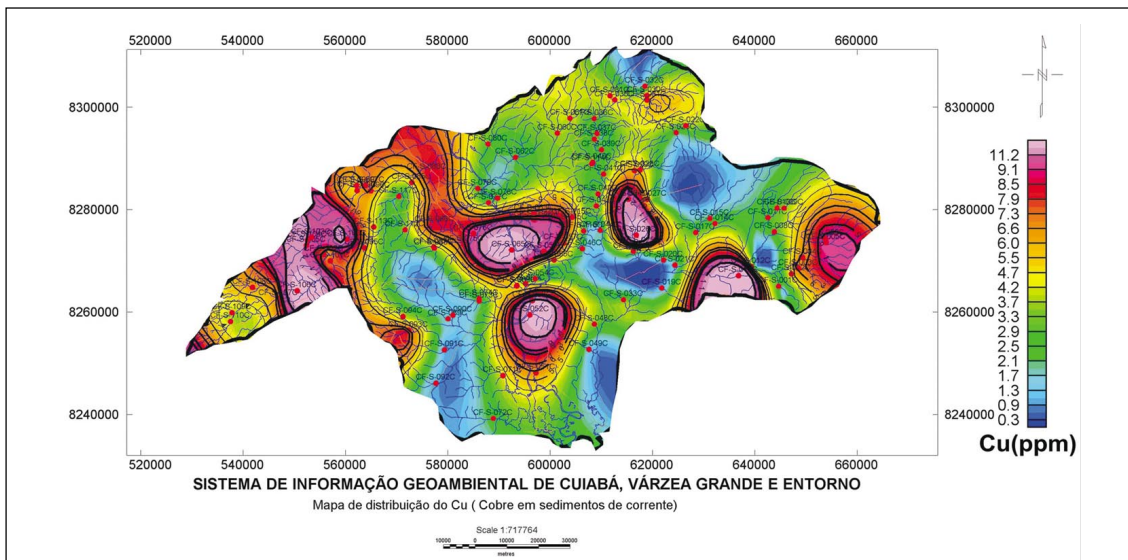


Figura 8.15 – Mapa de distribuição do Cu (ppm) em sedimentos de corrente.

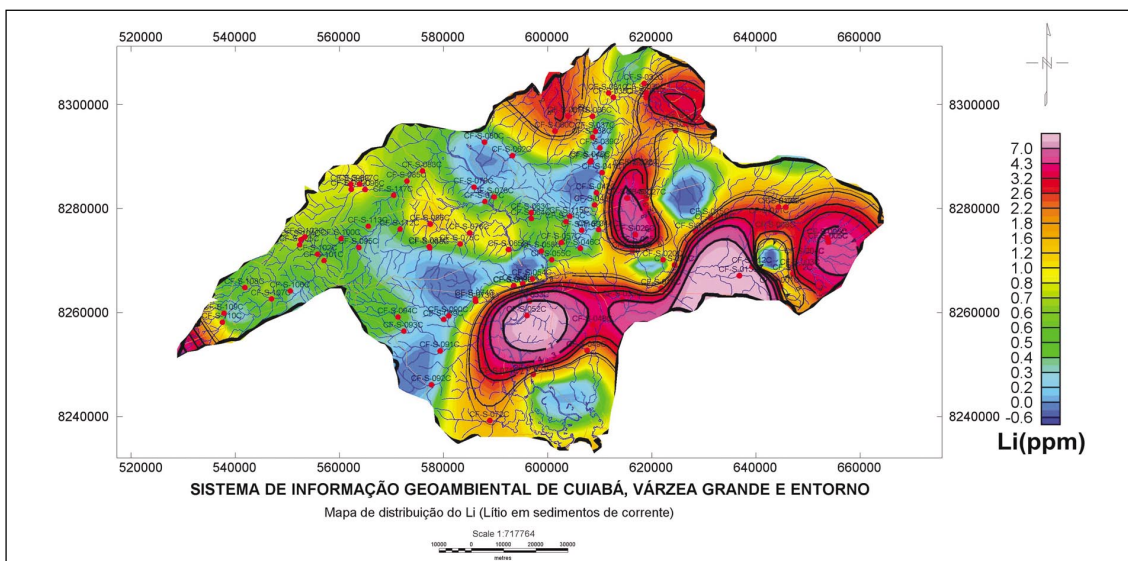


Figura 8.16 – Mapa de distribuição do Li (ppm) em sedimentos de corrente.

filitos e filitos sericíticos ocorrendo, subordinadamente, intercalações de metarcóseos, metarenitos, quartzitos e, mais raramente, metamicroconglomerados.

A associação Pb-Au (**figuras 8.17 e 8.18**) é mais evidente ao norte de Cuiabá. O ouro na região NE de Cuiabá está relacionado com os corpos lateríticos. Em afluentes do ribeirão Pari, no córrego Pirapora (amostra CF-S-095), apesar de não se ter informações sobre garimpos, ocorre uma forte anomalia para ouro. Este fato também foi observado no córrego Jacaré (amostra CF-S-102).

A associação K-Mg (**figuras 8.19 e 8.20**) é mais significativa no extremo-oeste da área com a presença das subunidades 3, 4 e 5. As subunidades 3 e 5 já foram caracterizadas anteriormente. A Subunidade 4 é constituída principalmente de paraconglomerados petromíticos (metadiamicritos) com raras intercalações de filitos e metarenitos.

A associação Ga-W (**figuras 8.21 e 8.22**) está inserida na região do extremo-oeste nas subunidades 5 e 6 do Grupo Cuiabá e a parte central nas subunidades 5 e 6 já caracterizadas.

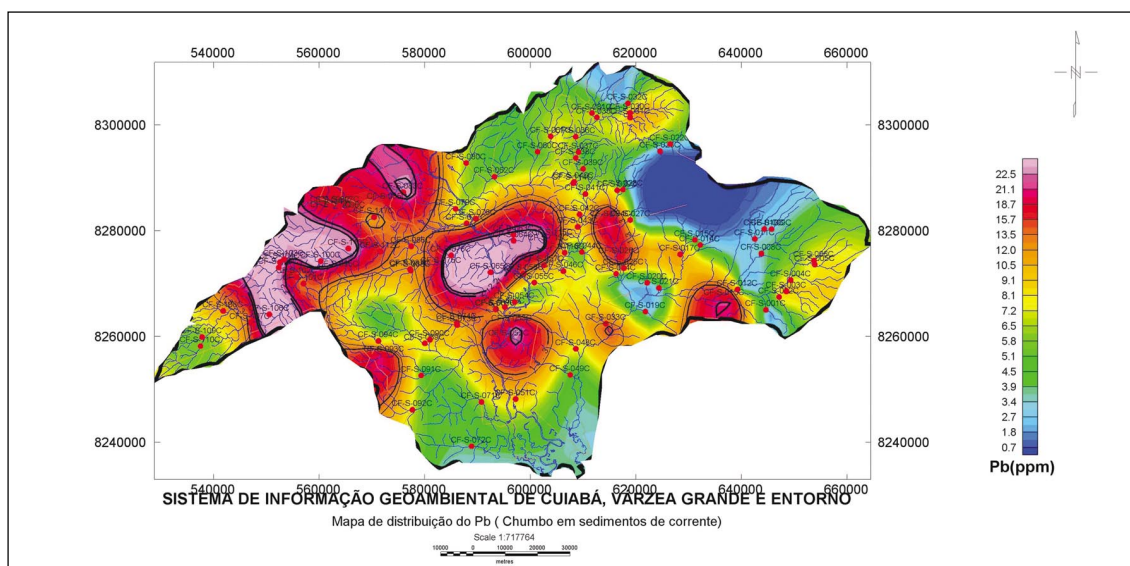


Figura 8.17 – Mapa de distribuição do Pb (ppm) em sedimentos de corrente.

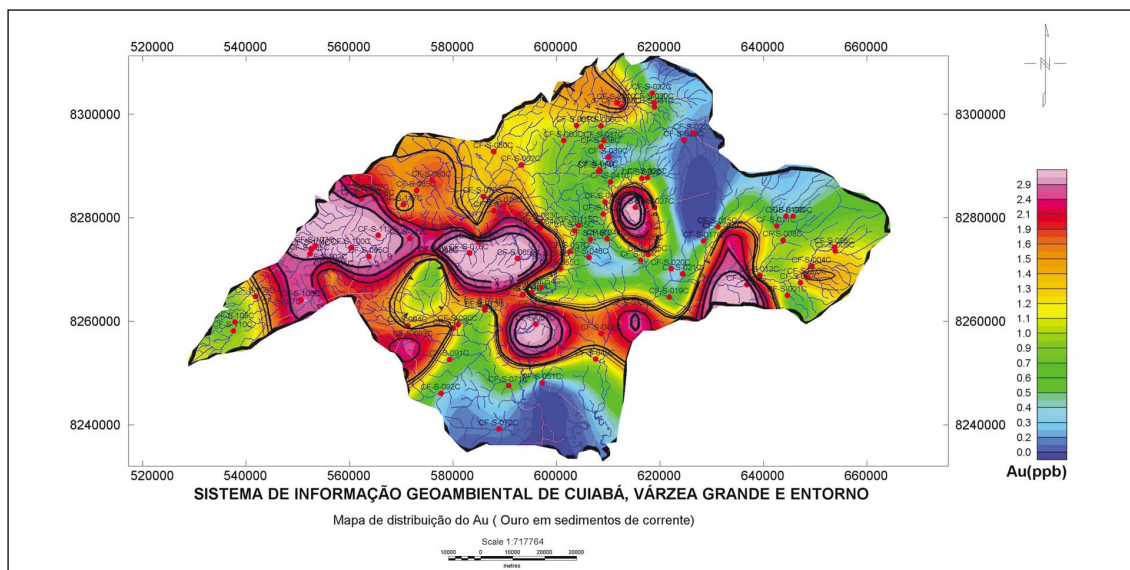


Figura 8.18 – Mapa de distribuição do Au (ppm) em sedimentos de corrente.

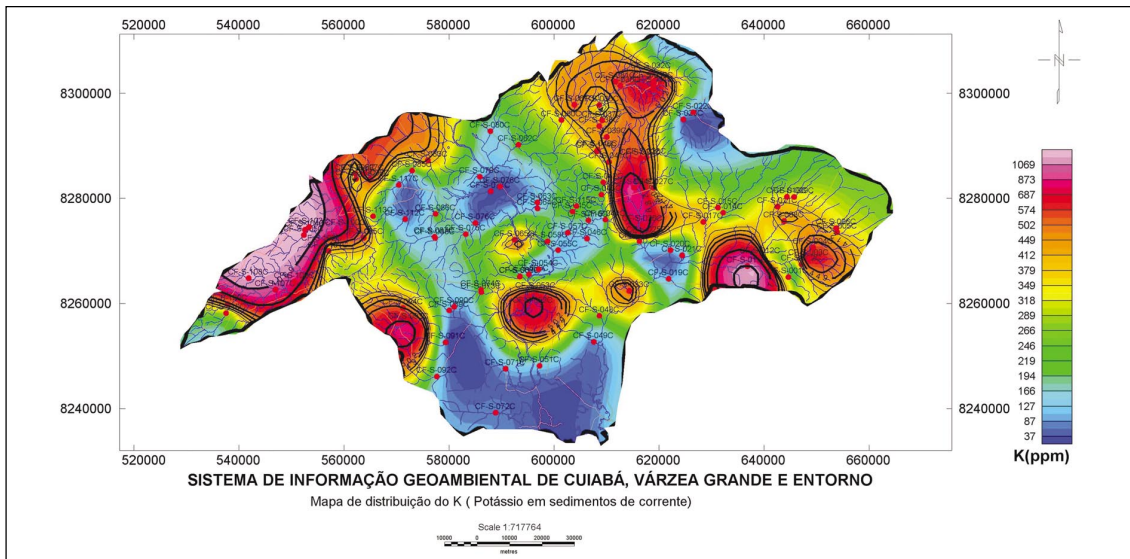


Figura 8.19 – Mapa de distribuição do K (ppm) em sedimentos de corrente.

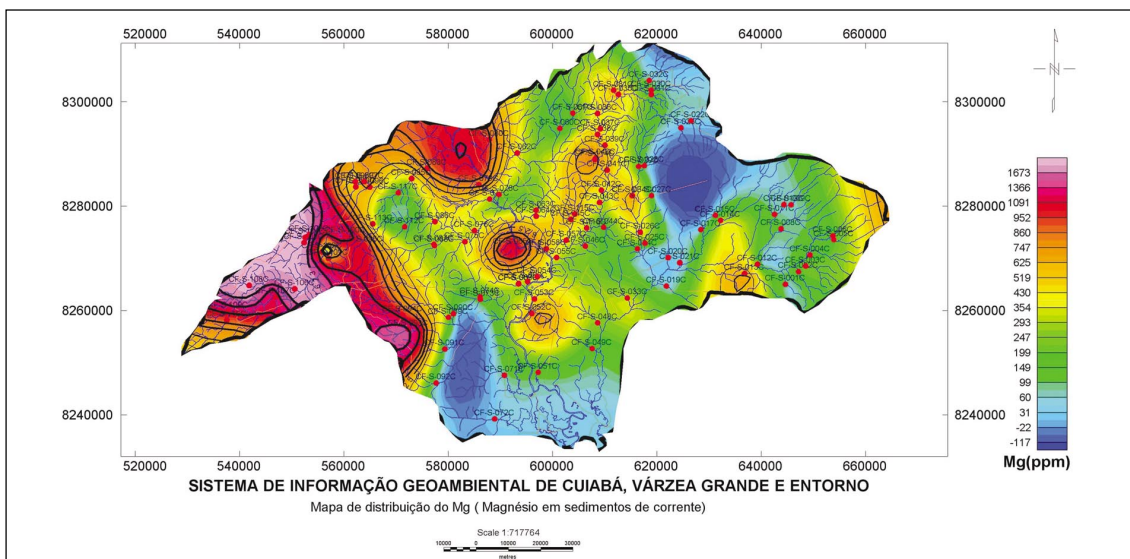


Figura 8.20 – Mapa de distribuição do Mg (ppm) em sedimentos de corrente.

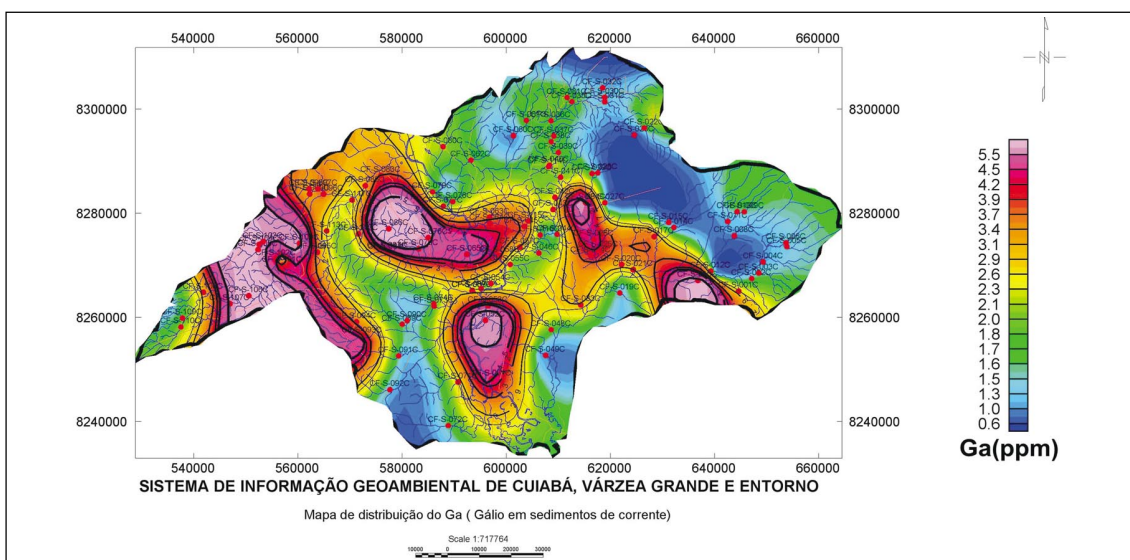


Figura 8.21 – Mapa de distribuição do Ga (ppm) em sedimentos de corrente.

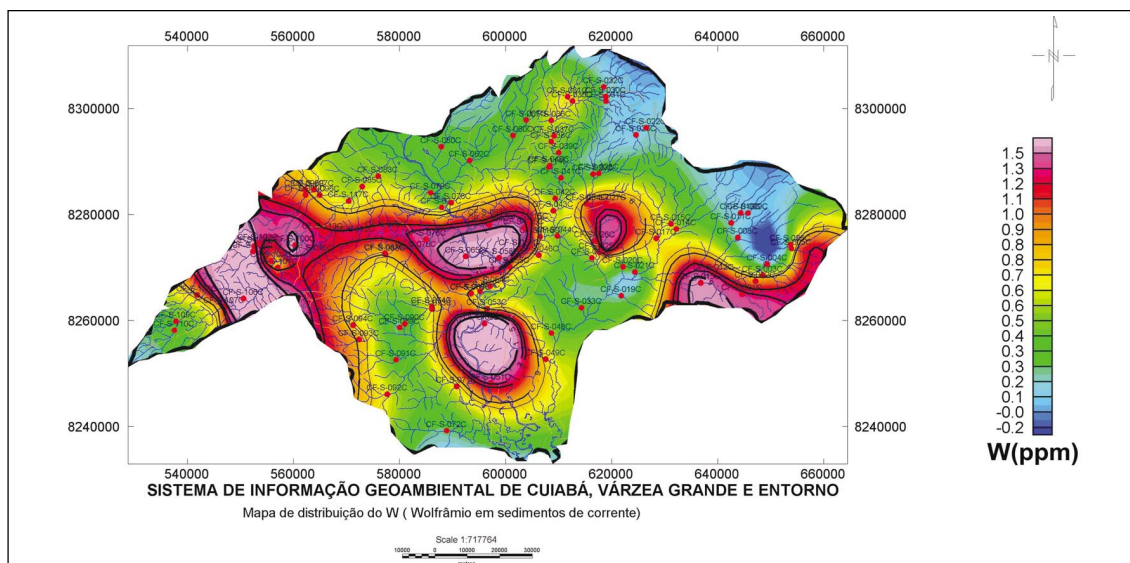


Figura 8.22 – Mapa de distribuição do W (ppm) em sedimentos de corrente.

8.6.2 – ÁGUA

As águas coletadas no entorno de Cuiabá podem ser consideradas pelo CONAMA (2005), segundo a classificação para utilização, como da Classe 1, ou seja, águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

Na Tabela 8.5 encontram-se os principais parâmetros e os valores máximos permitidos (VMP), segundo a Resolução CONAMA nº 537 (março 2005).

A partir dos resultados analíticos foi confeccionada a matriz de correlação (Figura 8.23) e definidas as associações geoquímicas mais expressivas em função dos maiores níveis de significância.

A análise da matriz de correlação, considerando o nível de significância de 0,95, estabeleceu as seguintes associações geoquímicas:

Nível de correlação muito forte > 0,84	Cd-Cu-Pb Ca-Ba-Sr-Fe Sc-Si
Nível de correlação forte > 0,5 < 8	SO ₄ -Cl-F Li-Sc-Si Mg-Sr

- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas, que se desenvolvam rentes ao solo, e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.

Entre os elementos selecionados, as correlações mais significativas foram estabelecidas entre $C_{Cd-Pb} = 0,97$, $C_{Cu-Pb} = 0,97$, $C_{Ba-Sr} = 0,86$, $C_{Sc-Si} = 0,85$.

A partir dos resultados das concentrações foram calculados os parâmetros estatísticos para definir as amostras de

Tabela 8.5 – Valores máximos permitidos das concentrações na água.

VMP (Valor Máximo Permitido – mg/L)	Parâmetro
0,1	Al (dissolvido)
0,01	As (total)
0,7	Ba (total)
(–)	Ca
0,001	Cd (total)
0,05	Cr (total)
0,009	Cu (dissolvido)
0,3	Fe (dissolvido)
0,0002	Hg (total)
(–)	K
2,5	Li (total)
(–)	Mg
0,1	Mn (total)
(–)	Mo
(–)	Na
0,025	Ni (total)
(–)	Pb
(–)	Sc
0,01	Se (total)
(–)	Sn
(–)	Sr
0,1	V (total)
(–)	W
0,18	Zn (total)
250	Cl (total)
1,4	F (total)
10,0	NO ₃
250	SO ₄ (total)

Obs.: Para os VMP assinalados com (–), não existem padrões para comparação.

1^a, 2^a e 3^a ordem, apresentados na **Tabela 8.6**.

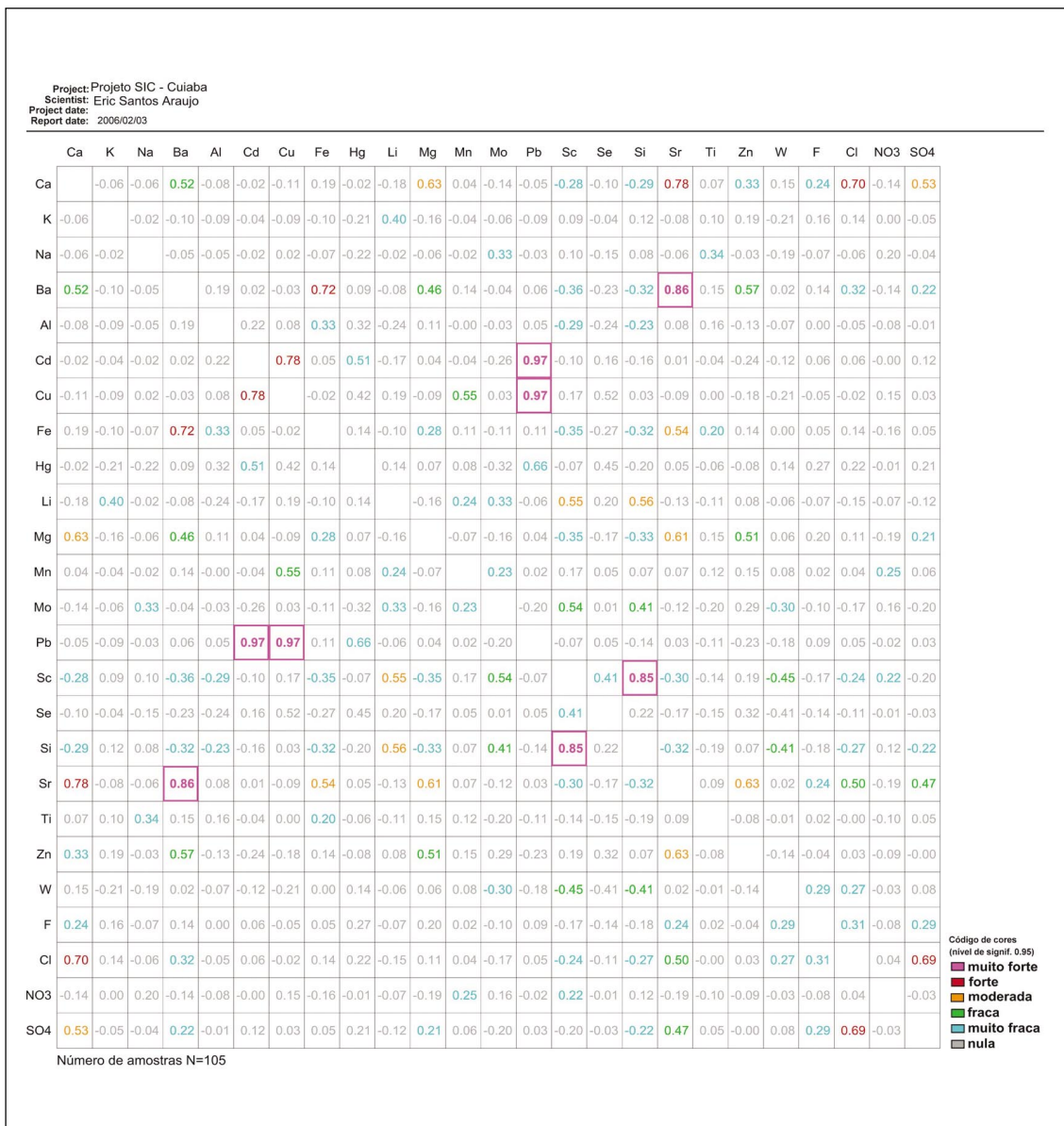
Nas **tabelas 8.7a a 8.7f** encontram-se os valores de 1^a, 2^a e 3^a ordem das concentrações nas amostras de água.

Definidas as associações geoquímicas foi realizada uma integração com a geologia, observando-se que a associação Cd-Cu-Pb (**figuras 8.24, 8.25 e 8.26**), encontra-se predominantemente

na Subunidade 6, constituída litologicamente por filitos conglomeráticos com intercalações de metarenitos e mais raramente de quartzitos. É provável que a anomalia de Pb esteja relacionada a alguma lente de calcário.

A associação Ca-Sr-Ba-Fe encontra-se na área metropolitana de Cuiabá sugerindo uma contaminação antrópica. Para o Ca-Ba e Sr, no extremo-noroeste,

Figura 8.23 – Matriz de correlação das concentrações na água.



a anomalia está relacionada com a Subunidade 3, constituída por filitos, filitos conglomeráticos, metarcóseos, metarenitos, quartzitos e lentes de metacalcáreos.

A associação Sc-Si ocorre na região sudeste da área estudada e é pouca representativa.

Já a associação SO₄-Cl-F, no entorno de Cuiabá, caracteriza uma contaminação extremamente antrópica e deve estar relacionada a esgotos *in natura*. A cidade de Cuiabá não apresenta saneamento básico e um dos córregos mais poluídos é o Barbado, no qual foi

coletada a amostra CF-A-058. No córrego Gomital, na grande Cuiabá, foi registrado uma concentração para Cl (cloro) de 13,9mg/L na amostra CF-A-045. O córrego São João, dentro da grande Várzea Grande, também apresentou valores altos para Cl (17,5mg/L) e SO₄ (26,3mg/L). Embora estes valores estejam acima da média, apresentam-se abaixo dos valores máximos permitidos pelo CONAMA. A amostra CF-A-073 no córrego Carandazinho encontra-se fora da área metropolitana de Cuiabá e apresentou uma concentração de

Tabela 8.6 – Sumário estatístico das amostras de água.

Elem.	X_{\min}	X_{\max}	X	S	1ª Ordem >X+3S	2ª Ordem entre X+2S e X+3S	3ª Ordem entre X+S e X+2S
Al	0,003	0,419	0,043	0,06	> 0,223	0,163-0,223	0,103-0,162
As	0,014	0,046	0,028	0,013	> 0,067	0,054-0,067	0,041-0,053
Ba	0,0	0,083	0,014	0,015	> 0,059	0,044-0,059	0,029-0,043
Ca	0,011	25,829	3,340	5,750	> 20,590	14,84-20,59	9,09-14,83
Cd	0,001	0,318	0,018	0,067	> 0,219	0,152-0,219	0,085-0,151
Cr	0,002	0,007	0,004	0,001	> 0,007	0,006-0,007	0,002-0,005
Cu	0,0	0,292	0,003	0,08	> 0,243	0,163-0,243	0,083-0,162
Fe	0,003	3,173	0,422	0,528	> 2,006	1,478-2,006	0,950-1,477
Hg	0,002	0,024	0,011	0,006	> 0,029	0,023-0,029	0,017-0,022
K	0,005	8,847	2,250	2,094	> 8,532	6,438-8,532	4,344-6,437
Li	0,0	0,008	0,003	0,001	> 0,006	0,005-0,006	0,004-0,005
Mg	0,06	14,455	2,462	2,524	> 10,034	7,510-10,034	4,986-7,509
Mn	0,0	2,548	0,083	0,349	> 1,130	0,781-1,130	0,432-0,780
Mo	0,001	0,021	0,007	0,004	> 0,019	0,015-0,019	0,011-0,014
Na	0,118	27,359	9,118	9,236	> 36,826	27,590-36,826	18,416-27,589
Ni	0,001	0,062	0,045	0,010	> 0,075	0,065-0,075	0,055-0,064
Pb	0,0	0,274	0,034	0,065	> 0,229	0,164-0,229	0,099-0,163
Sc	0,0	0,004	0,002	0,001	> 0,005	0,004-0,005	0,003-0,004
Se	0,004	0,130	0,003	0,026	> 0,081	0,055-0,081	0,029-0,054
Si	0,77	5,195	1,354	1,487	> 5,815	4,328-5,815	2,841-4,327
Sn	0,001	0,081	0,027	0,021	> 0,090	0,069-0,090	0,048-0,068
Sr	0,0	0,236	0,030	0,043	> 0,159	0,116-0,159	0,077-0,115
V	0,0	0,005	0,001	0,001	> 0,004	0,003-0,004	0,002-0,003
W	0,02	0,029	0,013	0,006	> 0,031	0,025-0,031	0,019-0,024
Zn	0,001	0,144	0,026	0,024	> 0,098	0,074-0,098	0,050-0,073
Cl	0,02	17,50	2,11	3,76	> 13,39	9,63-13,39	5,87-9,62
F	0,01	1,76	0,096	0,195	> 0,681	0,486-0,681	0,291-0,485
NO ₃	0,02	714,0	37,883	94,377	> 321,014	226,637-321,014	132,260-226,636
SO ₄	0,02	26,3	1,196	3,171	> 10,709	7,538-10,709	4,367-7,537

17,2mg/L de cloro, indicando também uma contaminação antrópica. A concentração para NO₃ também foi muito alta (325mg/L), confirmando uma contaminação antrópica.

A amostra CF-A-104 coletada no córrego Aguaçú apresentou uma concentração para flúor de 1,76mg/L, acima do VMP pelo CONAMA, que é de 1,4mg/L.

Embora o NO₃ (nitrito) não tenha apresentado correlação com nenhum dos elementos analisados, a sua concen-

tração nas amostras em algumas vezes é extremamente elevada.

O nitrito é um bom indicativo de poluição e contaminação de origem antrópica (lixões, aterros sanitários, esgotos, fossas sépticas, dejetos animais, etc.), e sua distribuição regional nas águas das bacias estudadas também foi analisada neste estudo. Os teores de nitrito obtidos nas análises químicas das amostras de água resultaram em valores muito altos, chegando até 714mg/L na amostra CF-A-53 coletada

Tabela 8.7a – Amostras selecionadas com concentrações de 1ª, 2ª e 3ª ordem (água).

AMOSTRA	COORDENADAS		TOPONÍMIA	ELEMENTOS QUÍMICOS														
	X	Y		Al	As	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Li	Mg	Mn	Mo	
CF-A-001C	644618	8265019	Córrego Conceição															0.021
CF-A-002C	647125	8267443	Córrego Tamandú									5.370						0.015
CF-A-003C	648507	8268502	Córrego Angical											0.006				
CF-A-004C	649333	8270640	xxx									6.462		0.006				
CF-A-005C	653892	8273580	Rio Arica-Açu															
CF-A-006C	653717	8274321	Rio Aguassú											0.004				0.012
CF-A-008C	643773	8275661	Córrego Taguarussú															
CF-A-009C	645697	8280272	Córrego Urubamba											0.007				
CF-A-010C	644333	8280306	Córrego Chagas															
CF-A-011C	642542	8278409	Córrego Formosa											0.004				0.011
CF-A-012C	639272	8268889	xxx															0.015
CF-A-013C	636795	8267102	Fazenda Arica Açu															
CF-A-014C	632181	8277269	Córrego Sumidouro											0.005				
CF-A-015C	631196	8278232	Fazenda Rosa															
CF-A-017C	628404	8275506	Córrego do Médico											0.006				
CF-A-019C	621798	8264672	Córrego Marcação											0.006				0.019
CF-A-020C	622134	8270138	Córrego Acorizal															
CF-A-021C	624374	8269162	Córrego Leonor															
CF-A-022C	626490	8296368	Córrego Coxipozinho?															0.013
CF-A-023C	624591	8295010	Córrego Independência											0.004				0.011
CF-A-024C	616256	8271815	Bairro Pedra 90											0.004				
CF-A-025C	617698	8272883	Córrego Água Limpa											0.005				
CF-A-026C	616812	8274997	Córrego Bêbado											0.005				
CF-A-027C	618940	8282005	Córrego Fundo											0.004				
CF-A-028C	617559	8287749	Rio Aricazinho											0.005				0.013
CF-A-029C	616465	8287618	Afl.Marg.Dir.Rio Aricazinho											0.006				0.013
CF-A-030C	618895	8302235	Córrego Salgadeira									0.018		0.004				0.013
CF-A-031C	618915	8301379	Chacara Sispuc											0.006				
CF-A-032C	618503	8304066	Rio Claro											0.006				
CF-A-033C	614319	8262399	Ribeirão dos Cágados									0.003						0.008



1ª ORDEM
2ª ORDEM
3ª ORDEM

Tabela 8.7b – Amostras selecionadas com concentrações de 1ª, 2ª e 3ª ordem (água).

AMOSTRA	COORDENADAS		TOPONÍMIA	ELEMENTOS QUÍMICOS														
	X	Y		Na	Ni	Pb	Sc	Se	Si	Sn	Sr	V	W	Zn	Cl	F	NO3	SO4
CF-A-001C	644618	8265019	Córrego Conceição				0.004				0.002							
CF-A-002C	647125	8267443	Córrego Tamanduiá				0.003			3.697							280.0	
CF-A-003C	648507	8268502	Córrego Angical			22.533	0.003	0.130										
CF-A-004C	649333	8270640	xxx				0.003			4.446								
CF-A-005C	653892	8273580	Rio Aricá-Açu			22.224	0.004											
CF-A-006C	653717	8274321	Rio Aguassú				0.003			3.731								
CF-A-008C	643773	8275661	Córrego Itaguassú				0.003			3.098							348.0	
CF-A-009C	645697	8280272	Córrego Urubamba				0.003											
CF-A-010C	644333	8280306	Córrego Chagas				0.003											
CF-A-011C	642542	8278409	Córrego Formosa				0.004			3.869								
CF-A-012C	639272	8268889	xxx				0.003				0.002						152.0	
CF-A-013C	636795	8267102	Fazenda Arica Açu				0.003			3.292								
CF-A-014C	632181	8277269	Córrego Sumidouro				0.003	0.032		4.292								
CF-A-015C	631196	8278232	Fazenda Rosa				0.003			2.973								
CF-A-017C	628404	8275506	Córrego do Médico				0.003			3.132							191.0	
CF-A-019C	621798	8264672	Córrego Marcação				0.004			3.029								
CF-A-020C	622134	8270138	Córrego Acorizal				0.003					0.021						
CF-A-021C	624374	8269162	Córrego Leonor			26.563	0.003											
CF-A-022C	626490	8296368	Córrego Coxipozinho?				0.003	0.033										
CF-A-023C	624591	8295010	Córrego Independência				0.003	0.029										
CF-A-024C	616256	8271815	Bairro Pedra 90				0.003							8.07				
CF-A-025C	617698	8272883	Córrego Água Limpa			24.278	0.003											
CF-A-026C	616812	8274997	Córrego Bêbado			23.896	0.003	0.030		3.708								
CF-A-027C	618940	8282005	Córrego Fundo			24.097	0.004											
CF-A-028C	617559	8287749	Rio Aricazinho			24.438	0.003			3.110								
CF-A-029C	616465	8287618	Afl. Marg. Dir. Rio Aricazinho			22.270	0.003			4.610			0.004				148.0	
CF-A-030C	618895	8302235	Córrego Salgadeira			23.613	0.003			2.936								
CF-A-031C	618915	8301379	Chacara Sispuc			24.631	0.003	0.053										
CF-A-032C	618503	8304066	Rio Claro			22.528	0.003			5.195								
CF-A-033C	614319	8262399	Ribeirão dos Cágados			22.139	0.003			3.139								
						26.366	0.004			3.313								

1ª ORDEM
2ª ORDEM
3ª ORDEM



Tabela 8.7c – Amostras selecionadas com concentrações de 1^a, 2^a e 3^a ordem (água).

AMOSTRA	COORDENADAS		TOPONÍMIA	ELEMENTOS QUÍMICOS													
	X	Y		Al	As	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Li	Mg	Mn	Mo
CF-A-034C	615257	8283019	Córrego Pires						0.007	0.288				0.006		2.509	0.018
CF-A-039C	610014	8291665	Ponte Dr. Virgílio										0.004				
CF-A-040C	608287	8289221	Balneário do Coxipó		0.046												0.012
CF-A-042C	609343	8283051	Córrego do Doutor	0.238													
CF-A-044C	609758	8275951	Coxipó Mirim												4.999		
CF-A-045C	603489	8277461	Córrego Gomital				20.377				1.249	5.112					
CF-A-046C	606268	8272336	Córrego Castelinho			0.040	9.305				1.080						
CF-A-048C	608618	8257646	Córrego Aricazinho														
CF-A-049C	607560	8252708	Córrego Almoço									6.762	0.005				
CF-A-051C	597219	8248147	xxx														
CF-A-052C	596000	8259449	Córrego Morrinho														0.012
CF-A-053C	596508	8262220	Fazenda Quinta Boa Vista														
CF-A-054C	597044	8266492	Córrego São João				18.056								6.339		
CF-A-055C	600756	8270155	Córrego São Gonçalo			0.074	25.829								6.481		
CF-A-057C	602593	8273473	Córrego Moinho														
CF-A-058C	598765	8271833	Córrego Barbado					0.313		0.292	0.024						
CF-A-060C	601388	8294888	Córrego do Cocho									4.394	0.005				
CF-A-061C	603859	8297815	2.2 km a NE do Bal. Leticia									4.765	0.004				
CF-A-062C	593207	8290187	Córrego do Ouro														
CF-A-063C	596822	8279212	Ribeirão da Ponte														0.014
CF-A-064C	596846	8278078	Córrego Quarta Feira			0.059	21.047				2.262					0.560	
CF-A-065C	592458	8272118	Córrego General			0.037	23.623					4.625			5.197		
CF-A-066C	595190	8265536	Córrego Água Limpa														
CF-A-067C	593490	8265158	Córrego Traira				16.147						0.005				
CF-A-068C	593450	8265096	Córrego Piçarrão			0.083					2.377						
CF-A-071C	590759	8247586	xxx														0.014
CF-A-072C	588872	8239218	Ribeirão São Lourenço														0.014
CF-A-073C	586136	8262142	Córrego Carandazinho														
CF-A-074C	586097	8262590	Córrego Formigueiro		0.042												
CF-A-075C	583179	8273179	Córrego Pitomba														
CF-A-078C	589717	8282218	Córrego Sucuri										0.004				

1^a ORDEM
2^a ORDEM
3^a ORDEM



Tabela 8.7d – Amostras selecionadas com concentrações de 1ª, 2ª e 3ª ordem (água).

AMOSTRA	COORDENADAS		TOPONÍMIA	ELEMENTOS QUÍMICOS															
	X	Y		Na	Ni	Pb	Sc	Se	Si	Sn	Sr	V	W	Zn	Cl	F	NO3	SO4	
CF-A-034C	615257	8283019	Córrego Pires	21.237			0.004	0.051									266.0		
CF-A-039C	610014	8291665	Ponte Dr. Virgílio									0.025							
CF-A-040C	608287	8289221	Balneário do Coxipó																
CF-A-042C	609343	8283051	Córrego do Doutor																
CF-A-044C	609758	8275951	Coxipó Mirim						0.062										
CF-A-045C	603489	8277461	Córrego Gomital							0.080				13.9				4.52	
CF-A-046C	606268	8272336	Córrego Castelinho							0.128		0.021	0.067	6.21					
CF-A-048C	608618	8257646	Córrego Aricazinho	22.891			0.004												
CF-A-049C	607560	8252708	Córrego Almoço	27.477			0.004	0.053	4.728										
CF-A-051C	597219	8248147	xxx	19.428															
CF-A-052C	596000	8259449	Córrego Morrinho	26.917			0.003												
CF-A-053C	596508	8262220	Fazenda Quinta Boa Vista	21.827			0.003									714.0			
CF-A-054C	597044	8266492	Córrego São João							0.118	0.002			17.5			26.3		
CF-A-055C	600756	8270155	Córrego São Gonçalves							0.236			0.064	13.6			7.23		
CF-A-057C	602593	8273473	Córrego Moinho											60			5.55		
CF-A-058C	598765	8271833	Córrego Barbado							0.274				8.89			7.69		
CF-A-060C	601388	8294888	Córrego do Cocho	24.358							4.667								
CF-A-061C	603859	8297815	2.2 km a NE do Bal. Letícia	22.295			0.004	0.060	4.309										
CF-A-062C	593207	8290187	Córrego do Ouro									0.020							
CF-A-063C	596822	8279212	Ribeirão da Ponte																
CF-A-064C	596846	8278078	Córrego Quarta Feita												10.6	0.62		8.90	
CF-A-065C	592458	8272118	Córrego General							0.110				10.1				5.42	
CF-A-066C	595190	8265536	Córrego Água Limpa					0.030											
CF-A-067C	593490	8265158	Córrego Traira								0.064			12.0	0.44			5.55	
CF-A-068C	593450	8265096	Córrego Piçarrão								0.121		0.021	8.21					
CF-A-071C	590759	8247586	xxx	23.760			0.003		3.223	0.081									
CF-A-072C	588872	8239218	Ribeirão São Lourenço	24.393			0.004	0.081	3.940										
CF-A-073C	586136	8262142	Córrego Carandazinho										0.029	17.2			325.0		
CF-A-074C	586097	8262590	Córrego Formigueiro											12.5					
CF-A-075C	583179	8273179	Córrego Pitomba								0.060								
CF-A-078C	589717	8282218	Córrego Sucuri								0.063								

1ª ORDEM
2ª ORDEM
3ª ORDEM

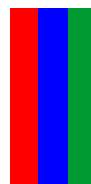


Tabela 8.7e – Amostras selecionadas com concentrações de 1ª, 2ª e 3ª ordem (água).

AMOSTRA	COORDENADAS		TOPONÍMIA	ELEMENTOS QUÍMICOS													
	X	Y		Al	As	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Li	Mg	Mn	Mo
CF-A-079C	585855	8284102	Córrego Gaspar								1.064			0.006			
CF-A-080C	587854	8292769	Ribeirão Dois Córrego					0.318		0.286		0.022					
CF-A-081C	611691	8302211	Córrego Mutuca									0.019					
CF-A-083C	575940	8287235	Córrego Guanandi								1.213						
CF-A-085C	572942	8285291	Córrego Esmeril								1.395	0.022					
CF-A-086C	577432	8277026	Fazenda São José	0.283							0.982						
CF-A-087C	577219	8272700	Córrego Texeirinha														
CF-A-088C	577350	8272454	Córrego Fazendinha														
CF-A-089C	580017	8258673	Córrego Barbeiro														
CF-A-090C	580979	8259373	Córrego Aguaçu								1.056						
CF-A-092C	577659	8246110	Ribeirão Pescaria														
CF-A-093C	572364	8256439	Córrego Leme			0.056					1.558						
CF-A-094C	571228	8259134	Córrego Cacaís														
CF-A-095C	563734	8272495	Córrego Pirapora									0.020		0.005			
CF-A-096C	564918	8283662	Córrego das Antas														
CF-A-097C	563856	8284694	Córrego Salinas					0.305		0.275							
CF-A-100C	560308	8274219	Córrego Fundo	0.154							3.173						
CF-A-101C	557025	8269981	Córrego dos Macacos													8.264	
CF-A-102C	555778	8271234	Córrego Jacaré	0.179							0.992						
CF-A-103C	553327	8274537	Córrego do Lopes	0.110												5.320	
CF-A-104C	552559	8274016	Córrego Aguaçu														
CF-A-105C	552347	8273020	Córrego das Onças	0.105													
CF-A-106C	550561	8264147	Córrego Maciel														
CF-A-107C	546936	8262622	Córrego Fundo														8.663
CF-A-108C	541822	8264810	Córrego Aguaçu do Monjolo														14.455
CF-A-109C	537815	8259865	xxx														13.669
CF-A-110C	537519	8258147	Córrego Parizinho			0.047	10.136										10.964
CF-A-112C	571634	8276035	xxx								1.138						
CF-A-113C	565521	8276604	Fazenda Canindé					0.296		0.275							
CF-A-114C	608107	8288938	Balneário Rio do Ouro														0.004
CF-A-116C	606521	8275812	xxx	0.419		0.045											1.355
CF-A-117C	570398	8282545	xxx			0.040					1.697						0.011

1ª ORDEM
2ª ORDEM
3ª ORDEM



Tabela 8.7f – Amostras selecionadas com concentrações de 1ª, 2ª e 3ª ordem (água).

AMOSTRA	COORDENADAS		TOPONÍMIA	ELEMENTOS QUÍMICOS															
	X	Y		Na	Ni	Pb	Sc	Se	Si	Sn	Sr	V	W	Zn	Cl	F	NO3	SO4	
CF-A-079C	585855	8284102	Córrego Gaspar																
CF-A-080C	587854	8292769	Ribeirão Dois Córrego	0.055	0.263						0.005								
CF-A-081C	611691	8302211	Córrego Mutuca									0.027							
CF-A-083C	575940	8287235	Córrego Guanandi																
CF-A-085C	572942	8285291	Córrego Esmeril																
CF-A-086C	577432	8277026	Fazenda São José																
CF-A-087C	577219	8272700	Córrego Teixeira									0.023							
CF-A-088C	577350	8272454	Córrego Fazendinha	0.058															
CF-A-089C	580017	8258673	Córrego Barbeiro									0.020					139.0		
CF-A-090C	580979	8259373	Córrego Aguaçu																
CF-A-092C	577659	8246110	Ribeirão Pescaria									0.024							
CF-A-093C	572364	8256439	Córrego Leme		0.122						0.002								
CF-A-094C	571228	8259134	Córrego Cacaís								0.068	0.077							
CF-A-095C	563734	8272495	Córrego Pirapora									0.019							
CF-A-096C	564918	8283662	Córrego das Antas									0.004	0.020						
CF-A-097C	563856	8284694	Córrego Salinas		0.267														
CF-A-100C	560308	8274219	Córrego Fundo																
CF-A-101C	557025	8269981	Córrego dos Macacos	0.058							0.002								
CF-A-102C	555778	8271234	Córrego Jacaré																
CF-A-103C	553327	8274537	Córrego do Lopes																8.12
CF-A-104C	552559	8274016	Córrego Aguaçu									0.028		6.84	1.76				
CF-A-105C	552347	8273020	Córrego das Onças												0.30				8.34
CF-A-106C	550561	8264147	Córrego Maciel	0.056								0.026							
CF-A-107C	546936	8262622	Córrego Fundo									0.019							
CF-A-108C	541822	8264810	Córrego Aguaçu do Monjolo	0.057															
CF-A-109C	537815	8259865	xxx	0.058															
CF-A-110C	537519	8258147	Córrego Parizinho	0.057								0.027							
CF-A-112C	571634	8276035	xxx																
CF-A-113C	565521	8276604	Fazenda Canindé		0.270														169.0
CF-A-114C	608107	8288938	Balneário Rio do Ouro	0.062															
CF-A-116C	606521	8275812	xxx																
CF-A-117C	570398	8282545	xxx																

1ª ORDEM
2ª ORDEM
3ª ORDEM



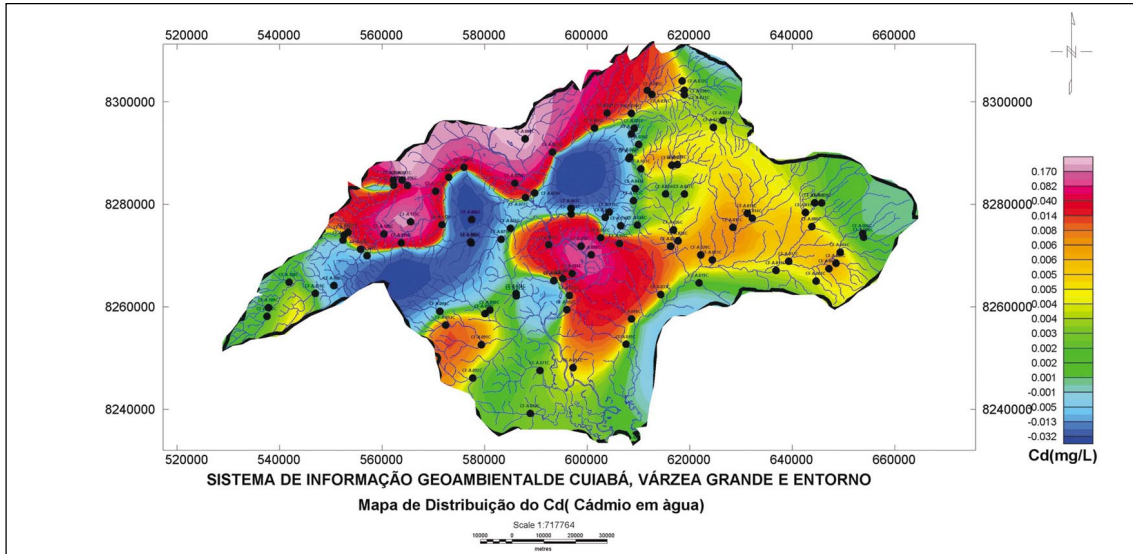


Figura 8.24 – Mapa de distribuição do Cd (cádmio) em água.

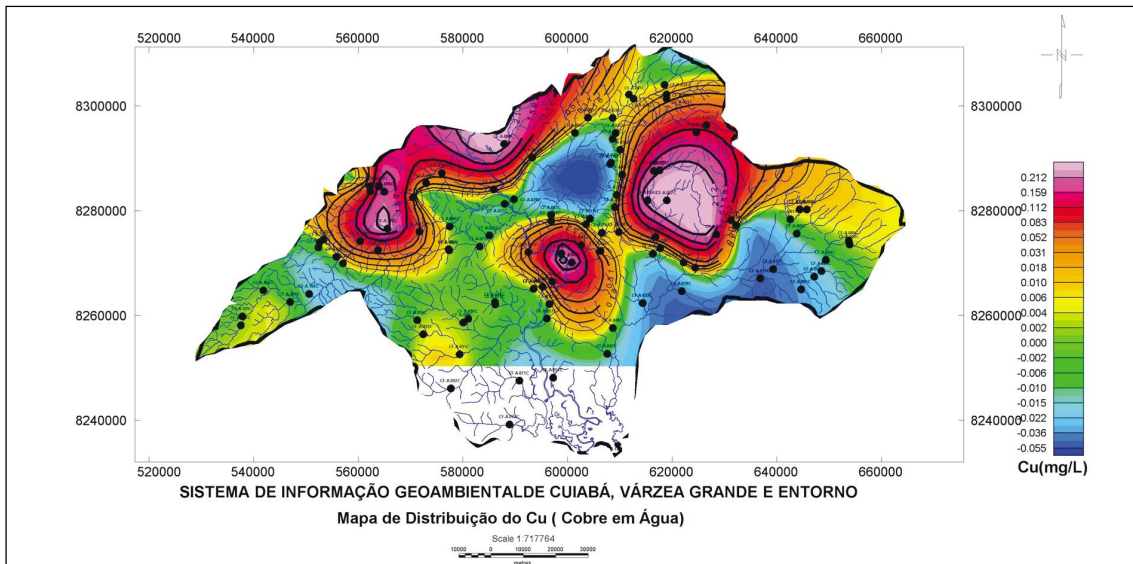


Figura 8.25 – Mapa de distribuição do Cu (cobre) em água.

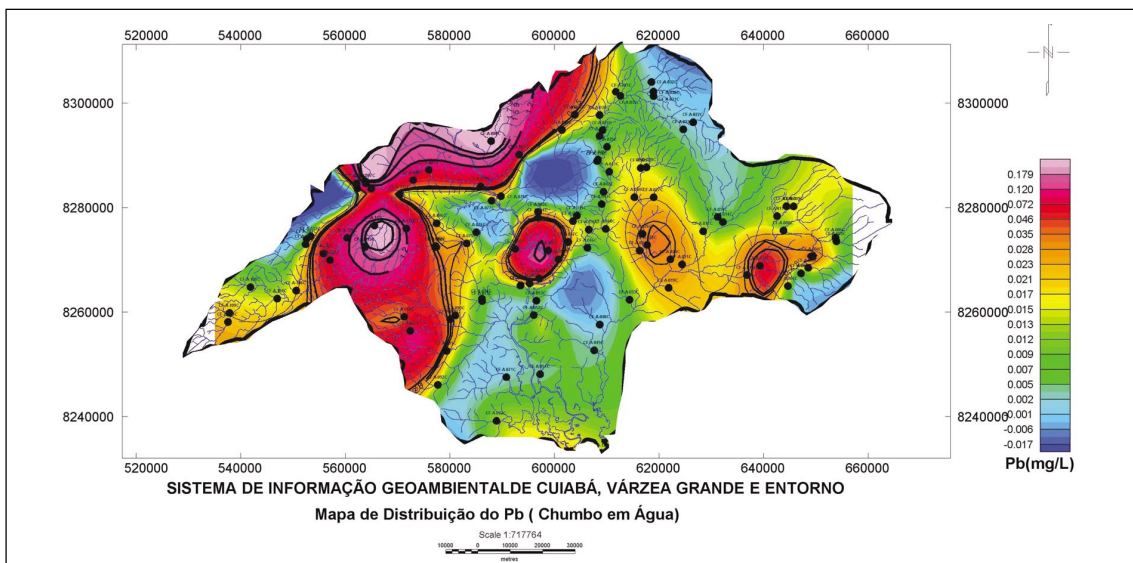


Figura 8.26 – Mapa de distribuição do Pb (chumbo) em água.

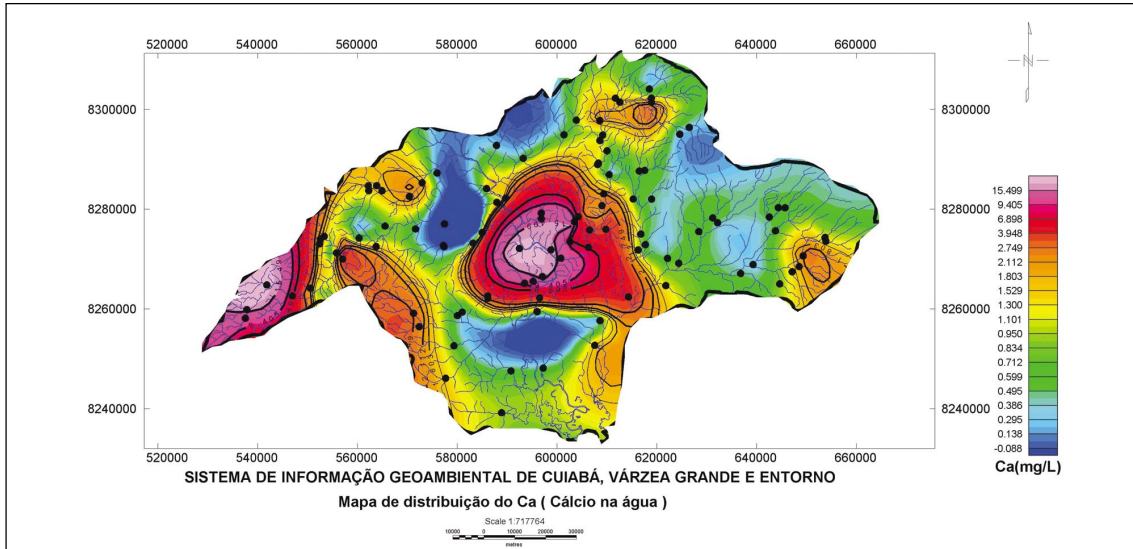


Figura 8.27 – Mapa de distribuição do Ca (cálcio) em água.

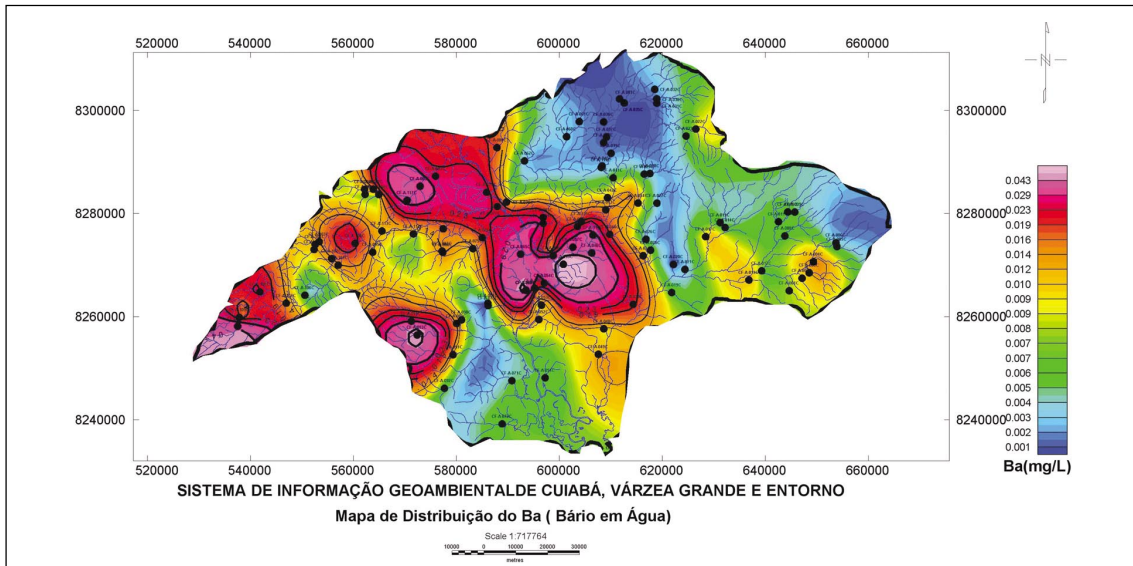


Figura 8.28 – Mapa de distribuição do Ba (bário) em água.

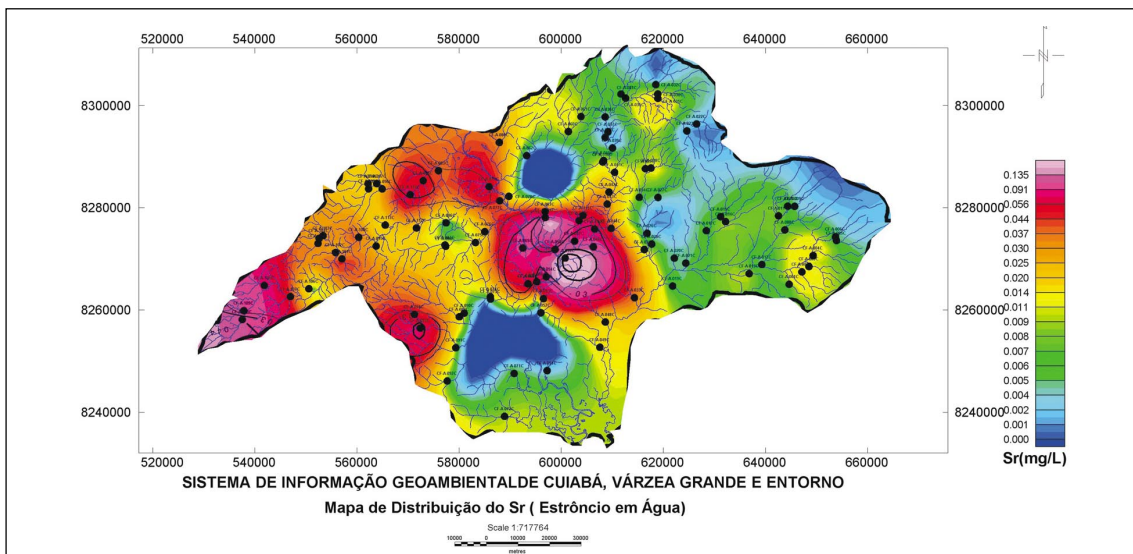


Figura 8.29 – Mapa de distribuição do Sr (estrôncio) em água.

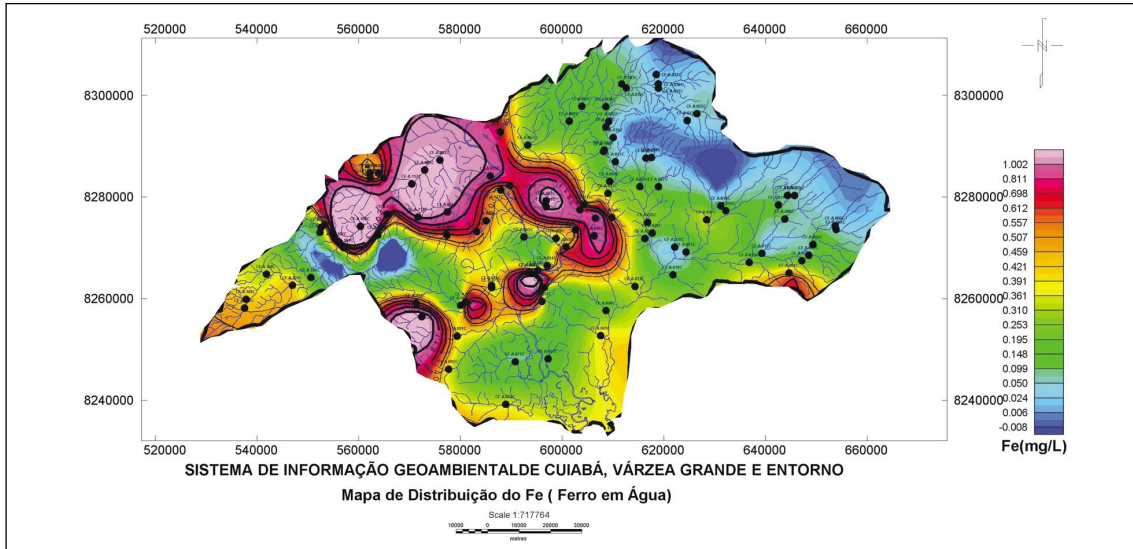


Figura 8.30 – Mapa de distribuição do Fe (ferro) em água.

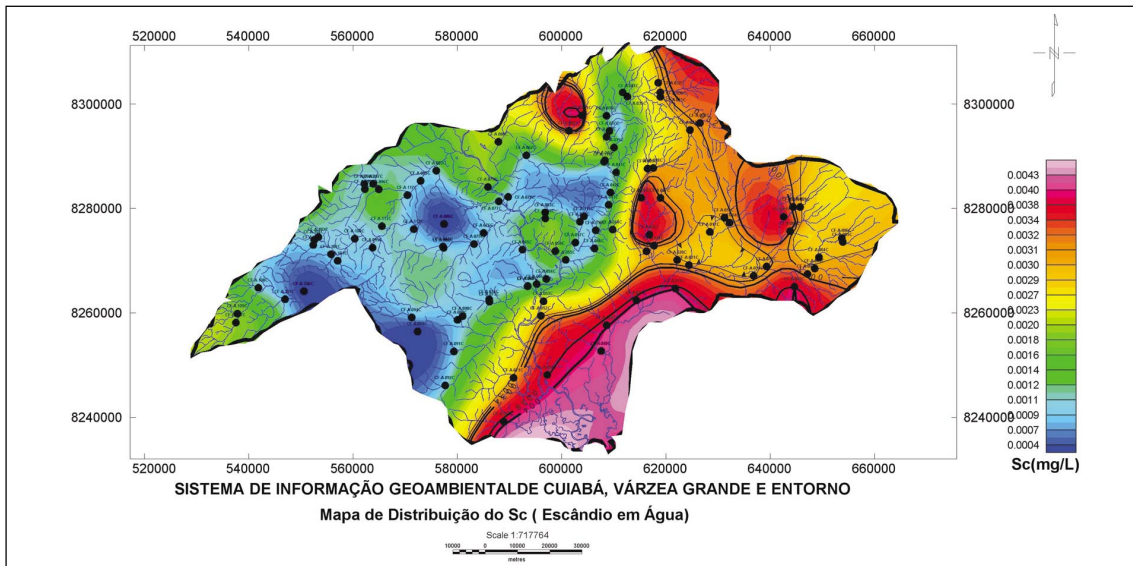


Figura 8.31 – Mapa de distribuição do Sc (escândio) em água.

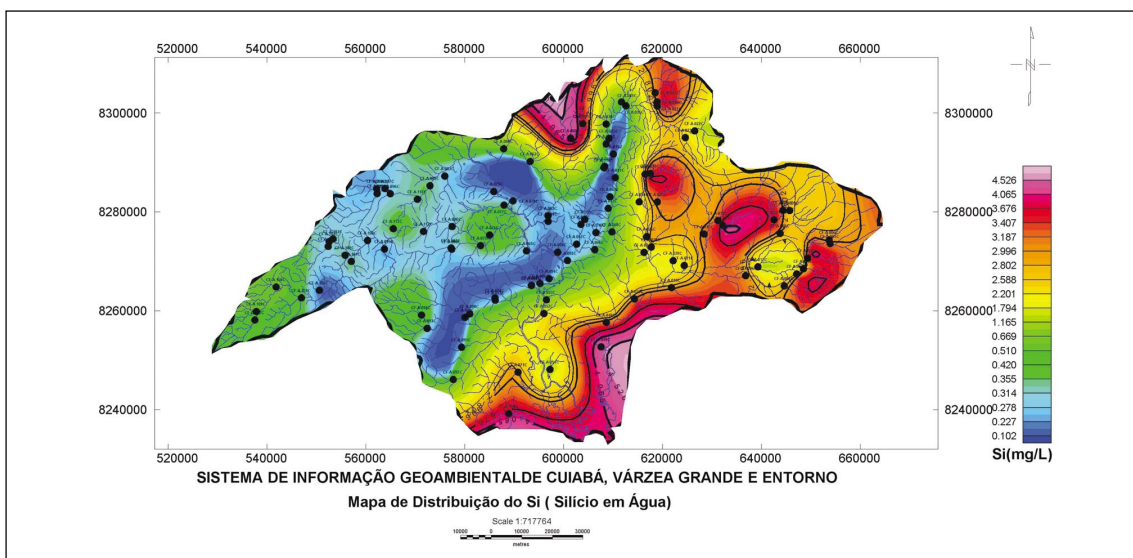


Figura 8.32 – Mapa de distribuição do Si (silício) em água.

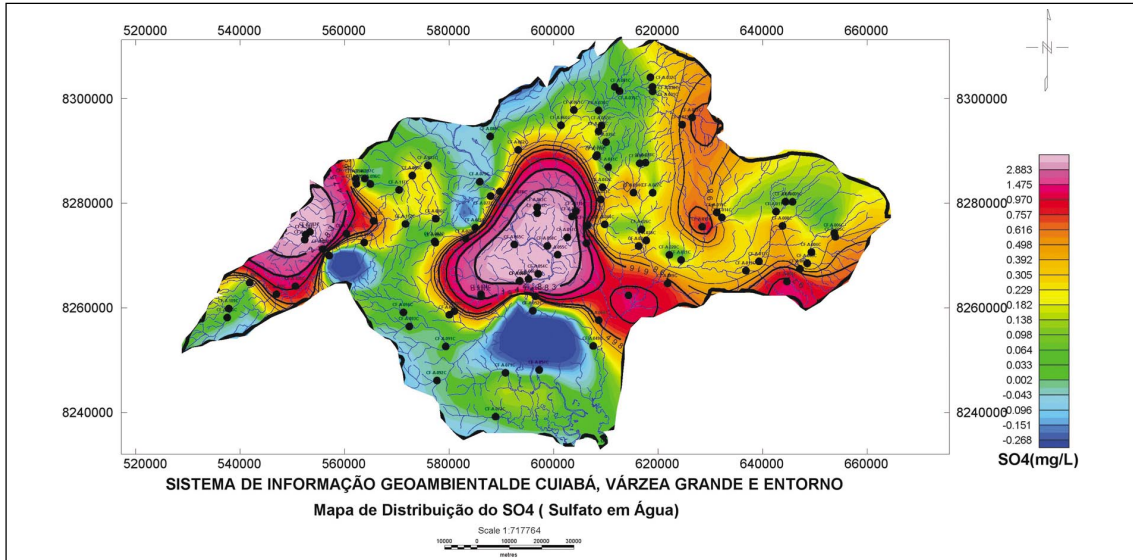


Figura 8.33 – Mapa de distribuição do SO₄ (sulfato) em água.

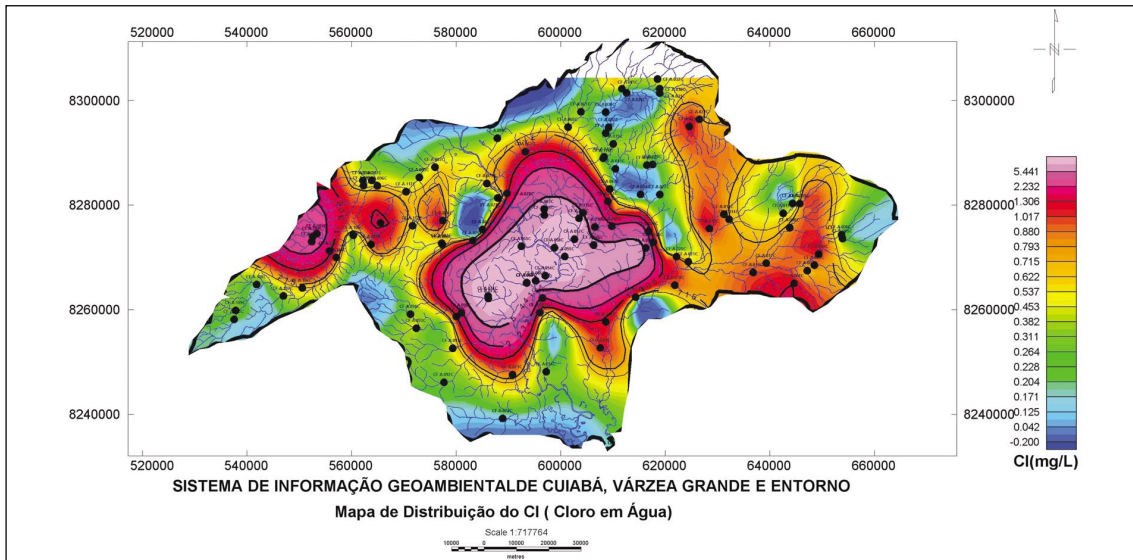


Figura 8.34 – Mapa de distribuição do Cl (cloro) em água.

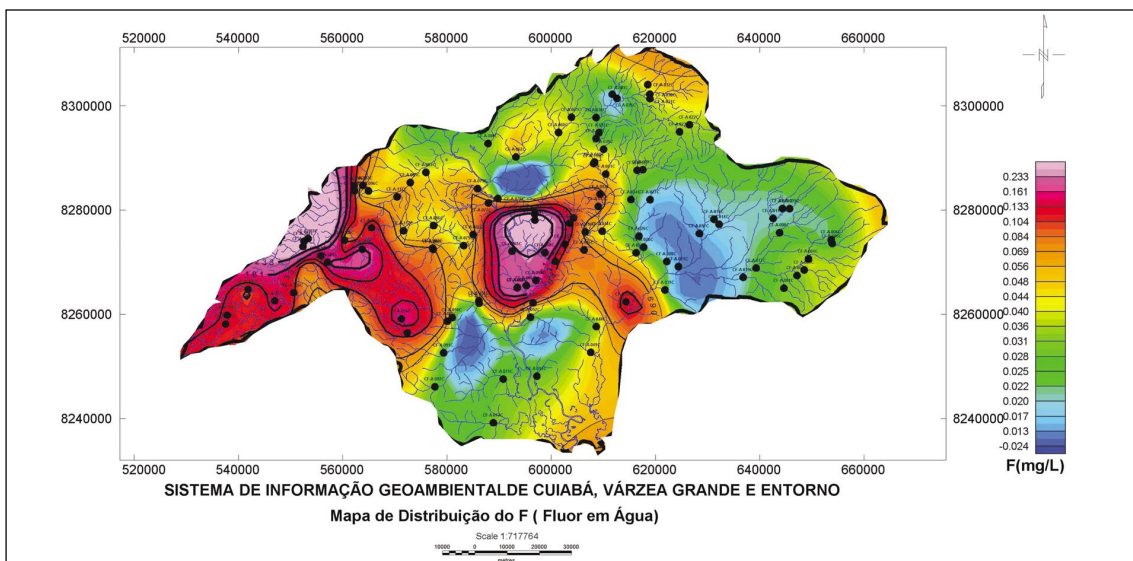


Figura 8.35 – Mapa de distribuição do F (flúor) em água.

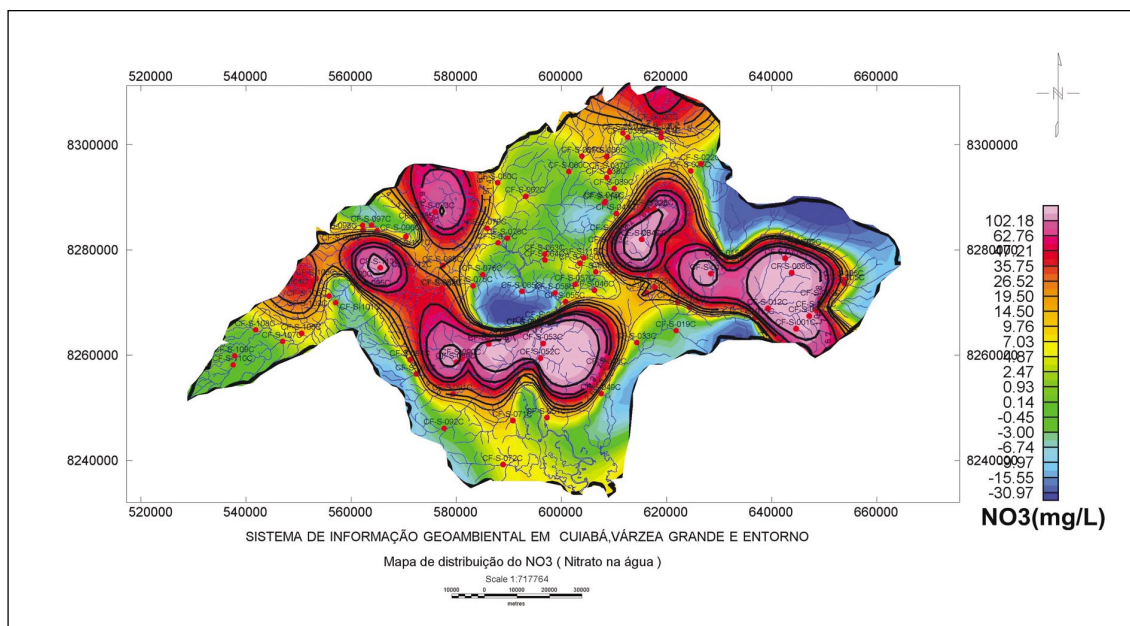


Figura 8.36 – Mapa de distribuição do NO₃ (nitrito) em água.

na Faz. Quinta da Boa Vista. A média aritmética (37,8mg/L) apresenta-se também acima do Valor Máximo Permitido pelo CONAMA (10mg/L). Na **Tabela 8.8** são apresentadas as concentrações para NO₃.

As concentrações de NO₃ estabelecem duas áreas bem definidas: a região nordeste onde se encontra a Grande Cuiabá, e a região sudeste caracterizando uma contaminação antrópica na região de Várzea Grande.

Estes valores correspondem a 36,2% das amostras coletadas, mostrando uma grande incidência de valores anômalos e caracterizando alta contaminação antrópica.

8.7 – CONCLUSÕES

A metodologia de amostragem com a coleta de sedimentos de corrente e água com uma densidade média de 1 amostra/20km² foi suficiente para detectar possíveis fontes naturais e/ou antrópicas.

A análise química multielementar para os cátions, através de ICP/OES, e para os ânions, através de cromatogra-

fia líquida, foi muito importante para a caracterização da distribuição dos elementos químicos e para o entendimento das anomalias.

Chamou atenção, apesar de não estar correlacionado com nenhum dos elementos analisados, o NO₃ que caracterizou geograficamente duas áreas, mostrando uma contaminação antrópica no entorno de Cuiabá e outro pólo de contaminação em Várzea Grande.

Os teores de nitrito obtidos nas análises químicas das amostras de água resultaram em valores muito altos, chegando até 714mg/L na amostra CF-A-53 coletada na Faz. Quinta da Boa Vista. A média aritmética (37,8mg/L) apresenta-se também acima do Valor Máximo Permitido pelo CONAMA (10 mg/L). Estes valores caracterizam uma contaminação antrópica no entorno de Cuiabá e na região NE da área estudada.

Em afluentes do ribeirão Pari, no córrego Pirapora (amostra CF-S-095), apesar de não se ter informações sobre garimpos, ocorre uma forte anomalia para ouro. Este fato também foi observado no córrego Jacaré (amostra CF-S-102).

Tabela 8.8 – Concentração de NO₃ nas amostras, mostrando valores acima dos VMP (valores máximos permitidos) pelo CONAMA (10 mg/L).

Amostra	X	Y	Toponímia	NO ₃	Amostra	X	Y	Toponímia	NO ₃
CF-A-001C	644618	8265019	Córrego Conceição	108,0	CF-A-045C	603489	8277461	Córrego Gomital	13,1
CF-A-002C	647125	8267443	Córrego Tamanduá	280,0	CF-A-048C	608618	8257646	Córrego Aricazinho	18,5
CF-A-003C	648507	8268502	Córrego Angical	29,7	CF-A-052C	596000	8259449	Córrego Morrinho	63,1
CF-A-004C	649333	8270640	xxxxx	66,7	CF-A-053C	596508	8262220	Faz. Quinta Boa Vista	714,0
CF-A-005C	653892	8273580	Rio Aricá-Açu	43,0	CF-A-066C	595190	8265536	Córrego Água Limpa	56,5
CF-A-008C	643773	8275661	Córrego Taguarussú	348,0	CF-A-071C	590759	8247586	2,2km a NE do Bal. Letícia	11,4
CF-A-009C	645697	8280272	Córrego Urubamba	14,3	CF-A-073C	586136	8262142	Córrego Carandazinho	325,0
CF-A-011C	642542	8278409	Córrego Formosa	122,0	CF-A-074C	586097	8262590	Córrego Formigueiro	11,9
CF-A-012C	639272	8268889	xxxxx	152,0	CF-A-083C	575940	8287235	Córrego Guanandi	118,0
CF-A-017C	628404	8275506	Córrego do Médico	191,0	CF-A-086C	577432	8277026	Fazenda São José	18,0
CF-A-020C	622134	8270138	Córrego Acorizal	12,5	CF-A-087C	577219	8272700	Córrego Texeirinha	78,8
CF-A-024C	616256	8271815	Bairro Pedra 90	27,2	CF-A-089C	580017	8258673	Córrego Barbeiro	139,0
CF-A-028C	617559	8287749	Rio Aricazinho	148,0	CF-A-091C	579325	8252610	Córrego Tobatinha	14,0
CF-A-029C	616465	8287618	Afl. marg.dir. Rio Aricazinho	14,3	CF-A-095C	563734	8272495	Córrego Pirapora	31,2
CF-A-032C	618503	8304066	Rio Claro	47,8	CF-A-099C	562251	8283709	Córrego Esmeril	10,3
CF-A-034C	615257	8282019	Córrego Pires	266,0	CF-A-103C	553327	8274537	Córrego do Lopes	23,3
CF-A-036C	608590	8297744	Rio dos Peixes	20,8	CF-A-105C	552347	8273020	Córrego das Onças	95,3
CF-A-043C	608994	8280701	Córrego Pirapora	39,2	CF-A-112C	571634	8276035	xxxxx	33,3
CF-A-044C	609758	8275951	Coxipó Mirim	11,7	CF-A-113C	565521	8276604	Fazenda Canindé	169,0

9 – HIDROLOGIA

A região de Cuiabá, Várzea Grande e Entorno vem sofrendo, nas últimas décadas, uma profunda alteração relativa à qualidade e quantidade dos seus recursos hídricos, devido ao desmatamento, ocupação desordenada, instalação de indústrias poluidoras e queimadas, além de várias chácaras e sítios de lazer, nas margens dos cursos de água. Enfim, problemas ligados ao meio físico, decorrentes do processo de urbanização.

As formações de cerrados ocupam grande parcela da área em estudo, bastante alteradas pela ação antrópica, principalmente nas áreas urbanas de Cuiabá e Várzea Grande, onde se pode perceber a falta de matas ciliares nos cursos de água.

A área do projeto pertence à região hidrográfica do rio Paraguai, pois se insere na bacia do rio Cuiabá, que é afluente do rio São Lourenço, por sua vez, afluente do rio Paraguai.

Os estudos hidrológicos ora apresentados abrangem a bacia do rio Cuiabá até a confluência do rio Aricá-Açu, compreendendo uma área de drenagem

de aproximadamente 28.000km², indicada no Mapa Bacia do Rio Cuiabá em escala 1:1.000.000, em anexo. Nesta área destacam-se as sub-bacias dos rios Coxipó, Pari, Aricá-Açu, Bandeira, Esmeril e Cocaes.

As informações geradas pelos estudos hidrológicos, integradas às provenientes do conhecimento da geologia e da hidrogeologia, poderão subsidiar o planejamento territorial. As etapas de desenvolvimento destes estudos foram:

- Levantamento de dados hidroclimatológicos e trabalhos ambientais já elaborados, dentro da área do projeto;
- Coleta de dados em campo, em diferentes meses do ano, contemplando as épocas de estiagem e cheia;
- Tratamento estatístico dos dados obtidos;
- Estudo sobre a disponibilidade hídrica superficial da região;
- Elaboração de um projeto de ampliação da rede hidrológica visando ao monitoramento das sub-bacias, com a finalidade de fornecer informações para múltiplos usos e para subsidiar outorga de direitos de uso da água.

9.1 – RECONHECIMENTO DA ÁREA EM ESTUDO

A primeira tarefa realizada foi o levantamento dos dados hidroclimatológicos de estações existentes na região. No mapa da bacia do rio Cuiabá podem ser vistas diversas estações hidrometeorológicas de responsabilidade de diferentes entidades, 23 pluviométricas, 55 fluviométricas e 10 pluvio-fluviométricas, todas elas figurando como em operação no Banco de Dados Hidro (ANA). Na área do projeto, seriam sete pluviométricas, 25 fluviométricas e uma pluvio-fluviométricas em operação. Porém, no levantamento dos dados existentes, verificou-se que, para a maioria das estações fluviométricas, havia dados de poucas campanhas descontínuas, que não produziram séries temporais adequadas aos estudos hidrológicos.

Em seguida, analisando-se o mapa da região com os principais cursos d'água foram definidos locais para medições de vazão e coleta de amostras de água e sedimentos.

Foram então planejadas e executadas as primeiras atividades de campo, no mês de setembro de 2004, envolvendo:

- Reconhecimento das bacias hidrográficas para verificação da ocupação do solo e das condições sanitárias dos cursos de água;
- Realização de medições de vazão;
- Seleção dos locais para coleta de amostras de água e sedimentos para análise;
- Visitas às entidades ambientais locais para obtenção de dados hidroclimatológicos e estudos ambientais já realizados.

Nessa ocasião foram verificados os comportamentos das drenagens urbanas e rurais, os cursos d'água que estavam secos ou represados, as atividades recreativas, principalmente ao longo da bacia do rio Coxipó, os loteamentos de chácaras e sítios de recreios nas proximidades dos cursos de água, os assentamentos exis-

tentes e a poluição do ar através das queimadas. Sobre esta última, foi manchete nos jornais de Cuiabá do dia 23 de setembro de 2004 um desastre ambiental no rio Coxipó, quando uma chuva ácida levou cinzas e carvão, provenientes das inúmeras queimadas na região da Chapada dos Guimarães para dentro do rio, impossibilitando o tratamento da água para consumo humano e causando mortandade de peixes. Tal desastre provocou o desabastecimento de água em pelo menos 50 bairros de Cuiabá por cerca de três dias, comprovando a gravidade das queimadas.

9.2 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

As características físicas de uma bacia hidrográfica são elementos de grande importância em seu comportamento hidrológico, sendo de grande utilidade prática o conhecimento delas. Pode-se dizer que estes elementos físicos constituem a mais conveniente possibilidade de se conhecer a variação no espaço dos elementos do regime hidrológico (Villala & Mattos, 1975).

As bacias hidrográficas principais dentro da área em estudo foram delimitadas, sendo as dos rios Cocaes, Pari, Esmeril, Aricá-Açu, Coxipó e Bandeira.

Neste estudo as características físicas levantadas foram: área de drenagem, perímetro, coeficiente de compactidade, fator de forma, densidade de drenagem, extensão média de escoamento superficial, declividade do curso principal e comprimento da vazão superficial, sendo determinadas com o auxílio de aplicativos de geoprocessamento. Vale salientar que a precisão na definição dos valores das características físicas de uma bacia hidrográfica dependem da escala do mapa utilizado. Para o presente estudo, as sub-bacias da área do projeto fo-

ram delimitadas na base cartográfica de escala 1:100.000.

Os valores das características físicas são apresentados na **Tabela 9.1**.

Os elementos área de drenagem e perímetro são as principais características físicas de uma bacia. Os demais dependem do valor da área de drenagem em relações matemáticas, caracterizando parâmetros que se relacionam com a deterioração ambiental, em função da forma da bacia, do sistema de drenagem e do relevo do terreno, onde se localizam.

9.2.1 – FORMA DA BACIA

As características físicas coeficiente de compacidade e fator de forma são índices utilizados para determinar a forma da bacia, relacionando-a com formas geométricas, indicando a maior ou menor tendência para enchentes de uma bacia.

Coefficiente de compacidade – relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual a bacia. Um coeficiente igual à unidade corresponderia a uma bacia circular, sendo maior o perigo de enchentes. Portanto, quanto mais próximo de 1, maior o risco de enchentes.

Fator de forma – relação entre a largura média e o comprimento da bacia. Um valor baixo demonstra que a bacia é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma.

Logo, quanto à forma da bacia, comparando os valores da **Tabela 9.1**, podemos avaliar que as bacias dos rios Pari e Coxipó apresentam menor risco de enchentes que as demais.

9.2.2 – SISTEMA DE DRENAGEM

O estudo do sistema de drenagem da bacia é importante para indicar a maior ou menor velocidade da água até deixar a bacia. Os elementos físicos densidade de drenagem e extensão média de escoamento superficial caracterizam o sistema de drenagem de cada bacia.

Densidade de drenagem – definida como a relação entre o somatório dos comprimentos de todos os cursos de água da bacia e a área da mesma. Indica a eficiência da drenagem da bacia, com valores entre 0,5 e 3,5km/km² ou mais, respectivamente para bacias com drenagem pobre e bem drenada. O valor obtido é bastante influenciado pela escala do mapa utilizado. Neste caso, a escala usada foi 1:100.000.

Portanto, segundo a **Tabela 9.1**, todas as microbacias estudadas têm drenagem pobre, apresentando valores próximos de 0,5.

Extensão média de escoamento superficial – definido como a distância média em que a água da chuva teria que escoar sobre os terrenos de uma bacia, supondo que o escoamento se desse em linha reta, desde onde caiu até o leito do

Tabela 9.1 – Características físicas das principais bacias hidrográficas dentro da área do projeto.

Rio	Área (km ²)	Perímetro (km)	Coefficiente de compacidade	Fator de forma	Densidade de drenagem (km/km ²)	Extensão média do escoamento superficial (km)	Declividade do curso principal (m/m)	Comprimento da vazão superficial (km)
Cocoes	490	108	1,362	0,286	0,657	0,380	0,0041	55,7
Pari	753	168	1,717	0,069	0,824	0,303	0,0025	112
Esmeril	335	86,7	1,327	0,233	0,599	0,417	0,0034	40,0
Aricá-Açu	1.686	241	1,644	0,141	0,565	0,442	0,0055	194
Coxipó	676	169	1,820	0,087	0,784	0,319	0,0077	115
Bandeira	337	88,7	1,352	0,212	0,619	0,404	0,0049	40,5

curso d'água. Constitui uma indicação da distância média do escoamento superficial.

9.2.3 – RELEVO DO TERRENO

As características do relevo de uma bacia determinam a velocidade do escoamento superficial. A declividade do curso principal controla a velocidade da água, afetando o tempo de propagação do escoamento. Juntamente com a declividade, o parâmetro comprimento da vazão superficial permite avaliar o risco de erosão na bacia. Quanto maiores forem seus valores, maior será o risco.

Declividade do curso principal – relação entre a diferença das altitudes na nascente e na foz do curso d'água principal da bacia e seu comprimento total.

Comprimento da vazão superficial – é o somatório das extensões equidistantes desde a linha do divisor de águas ao primeiro afluente na bacia. Este parâmetro deve ser avaliado comparando os resultados das bacias.

Logo, quanto ao relevo do terreno, comparando os valores da **Tabela 9.1**, a bacia do rio Coxipó demonstra maior risco de enchentes. Por outro lado, sua forma, como já observado, indicaria um risco menor.

9.3 – CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

A configuração geográfica e a incidência insignificante de fortes massas de ar sobre a região refletem um aspecto climatológico quase homogêneo e sem grandes anomalias consideráveis. Porém, apresenta características diferentes a região da Chapada dos Guimarães, devido ao efeito orográfico sobre as chuvas e uma temperatura mais amena, em virtude da altitude.

Cuiabá está situada a cerca de 150m de altitude e seu balanço hídrico

sazonal é representativo do vale do médio curso do rio Cuiabá. De maio a agosto o declínio de temperatura, apesar de não ser muito grande, é suficiente para reduzir consideravelmente a evapotranspiração potencial, motivo pelo qual, não obstante as chuvas serem muito raras e pouco copiosas, os déficits hídricos não são grandes como seria de se esperar (Miner & Brandão, 1989).

Segundo Weska *et al.* (1991) e Nimer (1997), citados por Rocha (2003), o clima local da área de estudo, conforme suas características, está enquadrado como AW na classificação de Köppen, sendo dominante na região o tipo tropical, quente, semi-úmido, com quatro a cinco meses secos e duas estações bem definidas, uma seca (outono-inverno) e outra chuvosa (primavera-verão).

Para a caracterização climatológica deste projeto, foram utilizados os dados das Normas Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, relativos à estação climatológica de Cuiabá, adotados como a média histórica de trinta anos (1961 a 1990).

As principais características climatológicas: temperatura do ar, umidade relativa do ar, evaporação total e precipitação total são apresentadas na **Tabela 9.2**, em seus valores médios normais, e comentadas a seguir.

9.3.1 – TEMPERATURA DO AR

Vários fatores influenciam a distribuição de temperatura sobre uma determinada área ou parte dela, como: insolação recebida, a natureza da superfície do terreno, a distância dos corpos hídricos, o relevo, a natureza dos ventos predominantes, a densidade e o tipo de vegetação. A temperatura média na região estudada varia entre 22°C a 28°C, conforme se observa na **Figura 9.1**.

Tabela 9.2 – Características climatológicas da região de Cuiabá.

Característica ⁽¹⁾	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Tméd (°C)	26,7	25,3	26,5	26,1	24,6	23,5	22,0	24,7	26,6	27,4	27,2	26,6	25,6
Tmín (°C)	23,2	22,9	22,9	22,0	19,7	17,5	16,6	18,3	22,1	17,1	22,9	23,0	20,6
Tmáx (°C)	32,6	32,6	32,9	32,7	31,6	30,7	31,8	34,1	34,1	34,0	31,1	32,5	32,5
ET (mm)	89,4	76,2	78,1	40,5	93,2	106,2	132,8	173,6	156,2	143,4	111,0	92,7	1293
UR (%)	80,7	81,6	81,0	79,5	74,2	73,7	65,4	57,3	61,8	69,9	74,2	78,5	73,1
PT (mm)	202	194	206	127	52	21	6	15	56	120	164	195	1.391

Fonte: INMET, 9º Distrito de Meteorologia.

9.3.2 – UMIDADE RELATIVA DO AR

O grau de umidade relativa do ar atmosférico é a relação entre a quantidade de vapor de água presente e a quantidade de vapor de água que o mesmo volume de ar conteria se estivesse saturado, expresso em porcentagem.

A umidade relativa do ar é de grande importância para o meio ambiente, influência na evaporação, na temperatura sentida pela pele humana e na migração de animais.

Na região estudada a umidade relativa do ar varia em média entre 57% a 82%, conforme se observa também na **Figura 9.1**.

Verifica-se no gráfico que tanto a temperatura quanto a umidade relativa do ar começam a diminuir em abril, atingindo os mínimos em julho e agosto, respectivamente.

9.3.3 – EVAPORAÇÃO TOTAL

O conhecimento da evaporação constitui informação importante para o estudo da economia de água em um lago, na secagem de produtos agrícolas, sendo elemento de grande influência na ecologia animal e vegetal.

O cálculo da evaporação do espelho de água em um lago pode ser obtido,

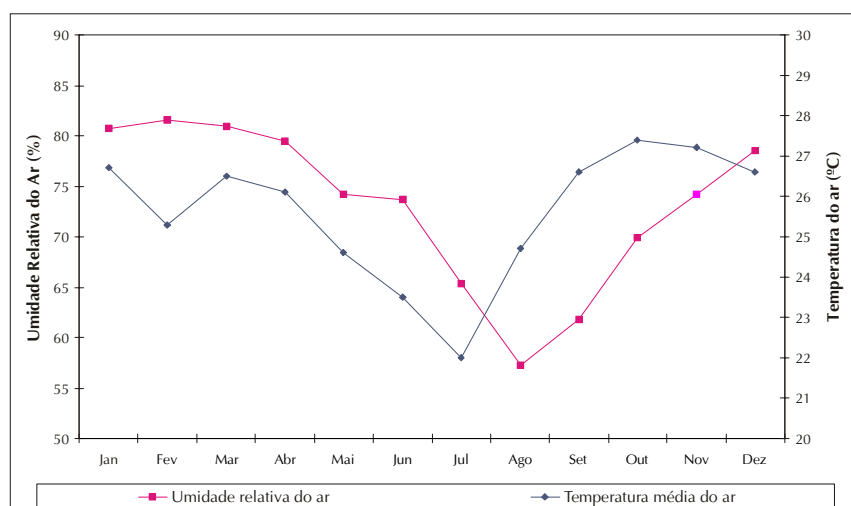


Figura 9.1 – Valores médios mensais da umidade relativa do ar e da temperatura do ar em Cuiabá.

⁽¹⁾Tméd = temperatura média; Tmín = temperatura mínima; Tmáx = temperatura máxima; ET = evaporação total; UR = umidade relativa do ar; PT = precipitação total.

multiplicando-se a lâmina evaporada em um tanque tipo “Classe A” por um coeficiente de ajuste. A evaporação depende da radiação solar, da temperatura, da velocidade do vento e da umidade do ar.

Com base nos dados do tanque evaporimétrico da estação Cuiabá estima-se que a evaporação diária varie entre 3,2 a 7,8mm. A evaporação média, determinada através do “Tubo de Piché”, tem uma variação mensal entre 40 a 174mm, conforme se observa na **Figura 9.2**.

9.3.4 – PRECIPITAÇÃO TOTAL

Com a finalidade de avaliar o regime de chuvas e permitir a comparação com as demais variáveis climáticas, em variabilidade temporal, foram usados os dados das Normais Climatológicas de precipitação total da estação Cuiabá do INMET, constantes da **Tabela 9.2**.

A maior concentração de precipitação pluviométrica ocorre no período de outubro a março, conforme se observa na **Figura 9.2** que mostra a variação da precipitação total e da evaporação total.

Para os estudos de precipitação sobre a área do projeto, há dados disponíveis

das estações pluviométricas da rede hidrometeorológica de responsabilidade da Agência Nacional de Águas – ANA, mostradas na **Tabela 9.3**, com séries históricas superiores a cinco anos, tempo mínimo necessário para a realização dos estudos.

Foram obtidos dados de 15 estações pluviométricas localizadas dentro e nas proximidades da sub-bacia onde se localiza a área do projeto, sendo 13 estações pertencentes à rede de responsabilidade da ANA, uma pertencente à Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT e a outra ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. As estações localizadas fora da área do projeto, nas proximidades, foram utilizadas para o preenchimento das falhas nas séries de totais anuais precipitados das estações localizadas dentro da área do projeto e para traçado do mapa de isoietas dos totais anuais precipitados.

Observa-se que a estação Cuiabá – Campus Universitário (P01) possui apenas 15 anos de dados, enquanto que as demais possuem de 27 a 43 anos. Os dados de P01 foram utilizados no traçado do mapa de isoietas, com a fina-

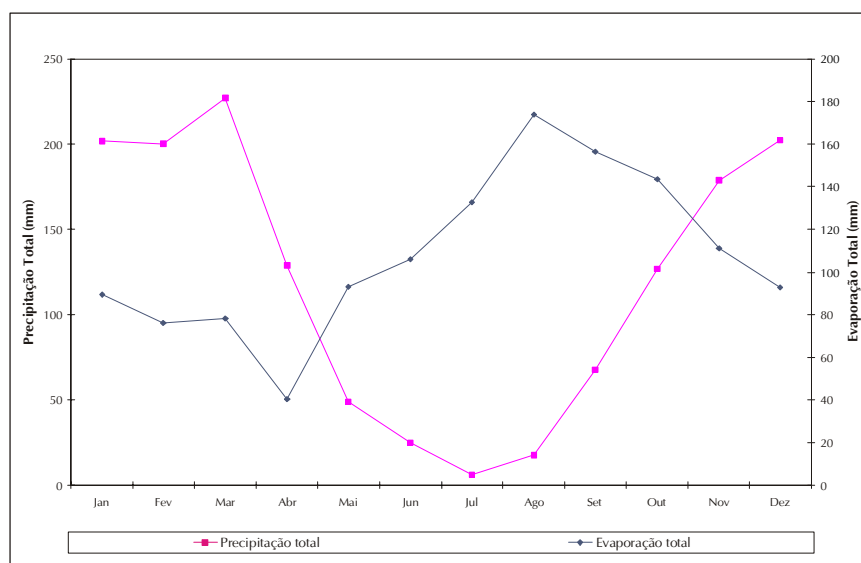


Figura 9.2 – Valores médios mensais da precipitação total e da evaporação total em Cuiabá.

lidade do cálculo da precipitação média na área do projeto, mas não foram considerados nas demais análises estatísticas. Como pode ser visto na **Tabela 9.3**, a média dos totais anuais precipitados dessa estação apresentou valor menor que o valor da estação vizinha Cuiabá (PCD INPE), ambas situadas dentro da cidade de Cuiabá.

O Mapa das Sub-Bacias Hidrográficas na área do projeto, na escala 1:250.000, em anexo, mostra a localização das estações pluviométricas, cujas características são apresentadas na **Tabela A1**, em anexo.

Utilizando as séries pluviométricas, foram realizados estudos com os dados totais diários, mensais e anuais de precipitação, para análise de suas características médias de longo período, valores

máximos diários e número de dias de chuva.

Com as séries de totais precipitados das estações foram calculados os valores médios mensais e anuais do período observado. Na **Tabela 9.3** podem ser encontrados os valores totais anuais médios de todas as estações usadas no estudo e na **Tabela 9.4**, os valores totais mensais médios das estações localizadas dentro da área do projeto.

A **Figura 9.3** mostra um histograma das médias dos totais mensais de chuva das estações localizadas dentro da área do projeto, no período de 1974 a 2003, onde se pode perceber que a região apresenta duas estações: uma chuvosa, de setembro a abril, e outra seca, de maio a agosto. Verifica-se, também, a maior pluviosidade da Chapada dos Guimarães,

Tabela 9.3 – Estações pluviométricas utilizadas no estudo das precipitações.

Localização	Nome	Código	Nomenclatura no mapa	Período	Entidade	Média Totais Anuais (mm)
Dentro da área do projeto	Cuiabá-Campus Universitário	01556009	P01	1989-2003	UFMT	1.379
	Cuiabá (PCD INPE)	01556002	P02	1961-2003	INMET	1.424
	Santa Edwiges	01556007	P03	1975-2003	ANA	1.421
	Nossa Senhora do Livramento	01556001	P04	1971-2003	ANA	1.376
	Chapada dos Guimarães	01555001	P05	1969-2003	ANA	2.137
Proximidades da área do projeto	Acorizal	01556005		1969-2003	ANA	1.548
	Nossa Senhora da Guia	01556000		1972-2003	ANA	1.627
	Seco	01556006		1970-2003	ANA	1.354
	São José da Serra	01555005		1977-2003	ANA	1.848
	Fazenda Estiva	01555008		1982-2003	ANA	1.503
	Baía Nova	01655000		1969-2003	ANA	1.119
	Barão de Melgaço	01655002		1969-2003	ANA	1.356
	Quebó	01456004		1973-2003	ANA	1.669
	Rosário Oeste	01456008		1969-2003	ANA	1.473
Poconé	01656002		1969-2003	ANA	1.291	

Tabela 9.4 – Totais precipitados (médias mensais do período).

Estação	Código	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Cuiabá (PCD INPE)	01556002	207	199	218	126	47,4	24,5	5,66	17,3	65,7	127	177	202
Santa Edwiges	01556007	261	176	202	103	46	15	6	7	70	107	195	224
Nossa Sra. do Livramento	01556001	217	209	226	111	46	18	3	20	52	92	158	187
Chapada dos Guimarães	01555001	327	337	304	189	94	34	22	23	86	189	250	303
Cuiabá-Campus Universitário	01556009	212	200	196	122	47	22	11	26	61	127	149	187

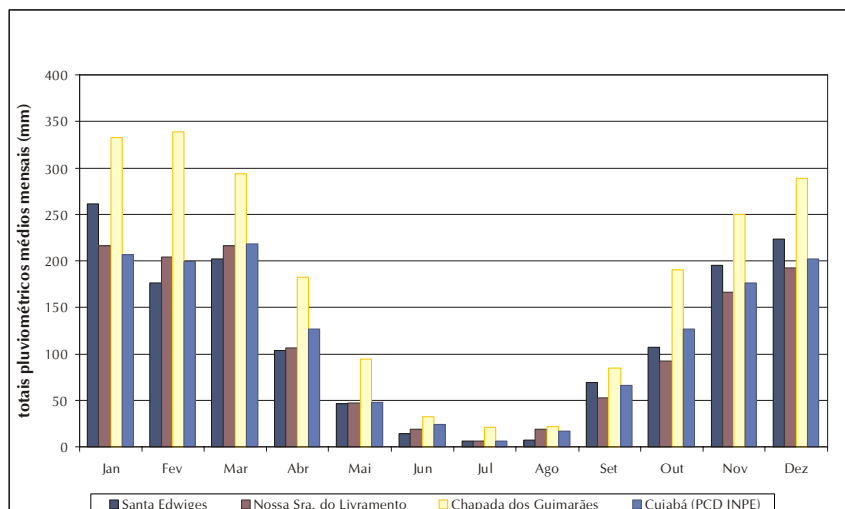


Figura 9.3 – Histograma das médias dos totais mensais precipitados do período (1974-2003).

devido à orografia, com os maiores picos ocorrendo nos meses de janeiro e fevereiro e precipitação anual igual a 2.137mm.

A **Figura 9.4** apresenta os totais anuais precipitados por ano hidrológico, do período 1974 a 2003, em relação ao valor médio das precipitações do período, na estação Cuiabá (PCD INPE). Observa-se que os anos hidrológicos de 1977 e 1980 foram atípicos: o ano de 1977 apresentou valor muito acima e 1980, muito abaixo da média de trinta anos.

Precipitação Média na Área do Projeto

Para o cálculo da precipitação média na área do projeto, foi traçado um mapa de isoietas dos totais anuais precipitados, utilizando ferramentas de geoprocessamento, que pode ser visto na **Figura 9.5**. O valor calculado da precipitação média na área do Projeto resultou 1.579mm.

Máximo Percentual de Contribuição (MPC)

Para expressar quantitativamente o regime pluviométrico de uma bacia

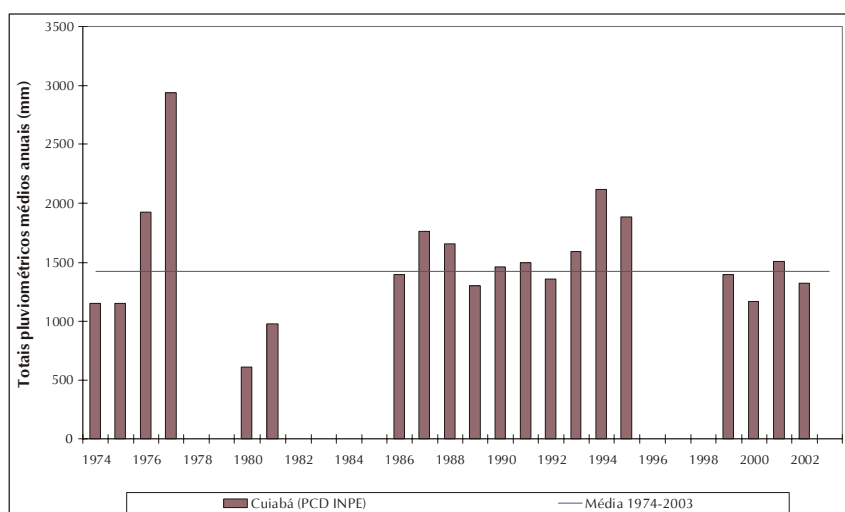


Figura 9.4 – Totais anuais por ano hidrológico das precipitações na estação Cuiabá (PCD INPE).

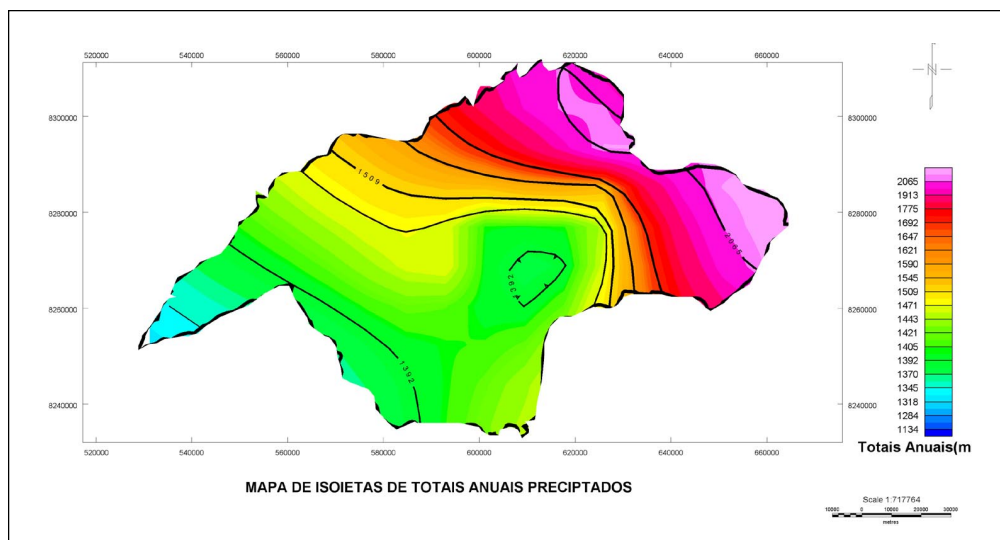


Figura 9.5 – Mapa de isoietas das médias dos totais anuais de precipitação para a área do projeto.

hidrográfica, a relação entre as médias mensais e a média anual define a porcentagem de contribuição de um ou mais meses em relação à média anual (Morris, 1966). Se cada mês contribuísse com o mesmo total de chuva, teríamos 8,33% do total anual de chuva como percentual mensal. O conhecimento do MPC de três meses consecutivos é de grande importância para a Climatologia, a Geomorfologia e a Agricultura.

Adotando-se o período de janeiro a março como de maior precipitação da região, para cálculo do MPC de 3 meses consecutivos, tem-se uma medi-

da da concentração estacional do regime anual de chuvas. A **Tabela 9.5** apresenta os valores do MPC para as estações localizadas na área do projeto, que variam de 41,7 a 53,2% do total anual de chuva.

Precipitação Máxima de 1 Dia

No estudo das precipitações máximas foram calculadas as médias mensais e anuais do período, para as estações localizadas dentro da área do projeto, sendo os valores apresentados na **Tabela 9.6**, juntamente com os valores máximos do período em estudo.

Tabela 9.5 – Máximo Percentual de Contribuição (MPC) na área do projeto.

Estação	Cuiabá (PCD INPE)	Santa Edwiges	Nossa Senhora do Livramento	Chapada dos Guimarães
MPC (%)	41,7	53,2	45,8	43,6

Tabela 9.6 – Precipitações máximas de 1 dia (mm).

Estação	Médias anuais	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Máximas anuais
Cuiabá (PCD INPE)	94,6	48,9	48,9	57,5	46,6	24,3	14,9	6,0	10,8	31,8	49,1	54,8	53,8	134
Santa Edwiges	85,9	62,8	51,2	54,2	44,7	26,3	7,9	4,7	6,2	33,6	41,3	56,1	52,9	114
Nossa Sra. do Livramento	86,8	48,6	52,1	50,7	28,6	22,6	10,5	3,3	10,1	23,9	39,3	52,3	45,6	125
Chapada dos Guimarães	103	64,5	69,7	57,9	58,5	40,6	17,6	12,6	12,8	34,1	58,6	60,5	56,9	147

Para a estimativa da precipitação máxima de 1 dia de duração para diferentes tempos de retorno, foram calculados valores para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos, obtidos através da distribuição de frequência de Kimbal e a fórmula de geral devida a Ven Te Chow, para as estações utilizadas no estudo. Recomenda-se utilizar, com o devido cuidado, as precipitações máximas para períodos de retorno de 25, 50 e 100 anos, em virtude do limitado comprimento das séries históricas de precipitações.

A **Tabela 9.7** mostra os resultados obtidos para as estações dentro da área do projeto.

Número de Dias de Chuva

Utilizando as séries pluviométricas das estações localizadas dentro da área do projeto foram calculados: médias mensais e anuais dos dias de chuva, número de dias de chuva no ano (NDC) e verificados os maiores períodos de estiagem. A **Tabela 9.8** apresenta os valores encontrados das médias mensais e anuais dos dias de chuva.

A **Tabela 9.9** apresenta os números de dias de chuva no ano (NDC) e os maiores períodos de estiagem (MPE), entre os anos de 1974 a 2003 (período comum de 30 anos de dados) das estações Santa Edwiges, Nossa Senhora do Livramento e Chapada dos Guimarães, localizadas dentro da área do projeto, representando o regime da região.

9.4 – ESTUDO DAS VAZÕES

Para este projeto foram utilizados dados de vazão somente da estação Cuiabá, pertencente à rede de responsabilidade da ANA, localizada dentro da cidade de Cuiabá, compreendendo uma série histórica com 41 anos de vazão, de 1962 a 2002. As demais estações da área não apresentam séries suficientemente longas.

O Mapa das Sub-bacias na Área do Projeto, em anexo, mostra a localização da estação Cuiabá, com a nomenclatura indicada na **Tabela A1** (em anexo).

Tabela 9.7 – Precipitação máxima de 1 dia para diferentes períodos de retorno (Tr em anos).

Estação	Código	Precipitação Máxima (mm)					
		Tr = 2	Tr = 5	Tr = 10	Tr = 25	Tr = 50	Tr = 100
Cuiabá (PCD INPE)	01556002	99,7	113	128	145	159	172
Santa Edwiges	01556007	102	122	137	155	169	183
Nossa Sra. do Livramento	01556001	84,5	101	112	126	137	148
Chapada dos Guimarães	01555001	85,3	108	124	144	159	174

Tabela 9.8 – Médias mensais e anuais dos dias de chuva.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Cuiabá (PCD INPE)	19	18	17	11	6	3	1	2	6	11	13	17	129
Santa Edwiges	13	11	10	5	3	1	1	1	4	6	10	12	79
Nossa Senhora do Livramento	24	15	19	10	4	2	0	0	8	10	12	13	122
Chapada dos Guimarães	18	13	0	0	0	2	0	1	7	8	13	13	88

Tabela 9.9 – Dias de chuva no ano (NDC) e os maiores períodos de estiagem (MPE).

Estação	Santa Edwiges			Nossa Sra. do Livramento			Chapada dos Guimarães			
	ANO	NDC	MPE		NDC	MPE		NDC	MPE	
			Dias	Período		Dias	Período		Dias	Período
1974	–	–	–	84	83	25/5 a 15/8	155	28	24/6 a 21/7	
1975	–	152	1/5 a 29/9	66	95	23/6 a 25/9	130	53	17/7 a 7/9	
1976	72	63	1/6 a 2/8	80	75	6/6 a 19/8	120	74	1/6 a 13/8	
1977	90	64	24/6 a 25/8	79	71	23/6 a 1/9	86	104	21/5 a 1/9	
1978	90	43	26/7 a 7/9	65	102	5/6 a 14/9	115	45	1/6 a 15/7	
1979	92	84	31/5 a 22/7	71	76	5/5 a 19/7	–	39	15/6 a 23/7	
1980	103	50	3/7 a 21/8	–	93	22/5 a 22/8	130	52	4/7 a 24/8	
1981	82	70	7/6 a 15/8	–	146	6/5 a 28/9	111	49	11/8 a 28/9	
1982	95	73	26/5 a 6/8	89	50	25/5 a 13/7	143	26	24/4 a 19/5	
1983	70	49	20/7 a 6/9	102	60	21/7 a 18/9	118	34	16/6 a 19/7	
1984	–	–	–	84	76	7/6 a 21/8	–	–	–	
1985	–	–	–	59	60	7/5 a 5/7	–	–	–	
1986	–	–	–	73	56	6/6 a 31/7	–	–	–	
1987	–	–	–	81	89	25/6 a 21/9	–	42	25/6 a 5/8	
1988	–	–	–	105	87	9/7 a 3/10	133	87	9/7 a 3/10	
1989	–	–	–	107	37	26/9 a 1/11	–	49	8/5 a 25/6	
1990	–	–	–	60	29	19/5 a 16/6	129	32	19/5 a 19/6	
1991	–	–	–	–	–	–	126	33	12/8 a 13/9	
1992	–	–	–	–	–	–	136	44	24/5 a 6/7	
1993	–	–	–	70	129	17/6 a 23/10	–	39	15/7 a 22/8	
1994	–	37	26/7 a 31/8	–	50	8/8 a 26/9	121	21	12/8 a 1/9	
1995	81	80	1/7 a 18/9	–	38	27/6 a 3/8	111	39	27/6 a 4/8	
1996	70	65	29/6 a 2/9	114	47	30/6 a 15/8	101	45	29/6 a 12/8	
1997	74	49	18/6 a 5/8	95	58	18/6 a 4/8	100	51	22/7 a 10/9	
1998	65	81	16/5 a 4/8	100	67	30/5 a 4/8	108	39	1/6 a 9/7	
1999	68	72	30/6 a 9/9	93	66	6/7 a 9/9	92	74	7/7 a 18/9	
2000	69	66	18/5 a 22/7	100	65	19/5 a 22/7	112	65	19/5 a 22/7	
2001	82	60	28/5 a 26/7	111	67	19/6 a 24/8	138	31	29/7 a 28/8	
2002	65	61	21/5 a 21/7	88,5	50	10/7 a 20/9	112	70	23/5 a 31/7	
2003	83	92	25/5 a 24/8	–	96	1/6 a 20/7	117	84	10/6 a 1/9	

9.4.1 – CARACTERIZAÇÃO DO REGIME FLUVIAL DO RIO CUIABÁ

Para o presente estudo, foram calculadas as vazões características médias mensais e anuais, que são apresentadas, respectivamente, nas **tabelas 9.10 e 9.11**, juntamente com seus valores específicos. A **Figura 9.6** mostra as vazões específicas médias.

Observando a **Tabela 9.10** e a **Figura 9.6**, pode-se perceber que as menores vazões ocorrem nos meses de agosto e setembro, enquanto que as maiores são as dos meses de fevereiro e março.

Verificando-se a série de vazões mínimas, observa-se que o trimestre mais seco da maioria dos anos corresponde a agosto-setembro-outubro.

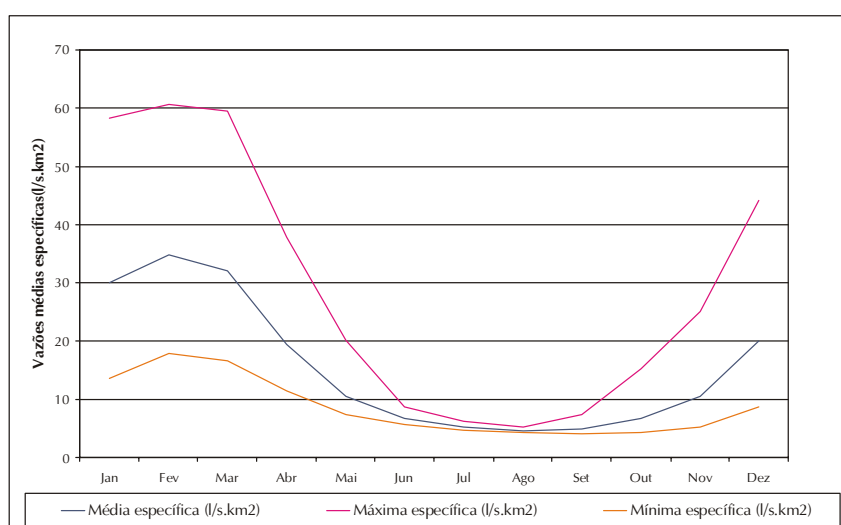
Segundo os dados da **Tabela 9.11**, o menor valor da série histórica das vazões mínimas ocorreu no ano de 1969, e o maior valor das vazões máximas, no ano hidrológico de 1994-1995.

Influência da Barragem no Rio Manso nas Vazões do Rio Cuiabá

O rio Manso é o principal afluente do rio Cuiabá pela margem esquerda, e localiza-se a montante da área do projeto.

Tabela 9.10 – Vazões médias mensais do rio Cuiabá na estação Cuiabá (período 1962 a 2002).

Vazão média	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média (m ³ /s)	698	808	745	451	243	155	124	107	114	158	246	464
Máxima (m ³ /s)	1354	1407	1383	878	469	203	145	124	173	356	582	1.027
Mínima (m ³ /s)	316	417	385	268	170	133	110	97,7	96,4	101	124	204
Média específica (l/s.km ²)	30,0	34,79	32,08	19,42	10,46	6,67	5,34	4,61	4,91	6,80	10,59	19,98
Máxima específica (l/s.km ²)	58,3	60,58	59,55	37,80	20,19	8,74	6,24	5,34	7,45	15,33	25,06	44,22
Mínima específica (l/s.km ²)	13,6	17,95	16,58	11,54	7,32	5,73	4,74	4,21	4,15	4,35	5,34	8,78

**Figura 9.6** – Vazões específicas médias mensais do rio Cuiabá em Cuiabá.

No final da década de 90 foi construída a Usina Hidrelétrica do Manso, por Furnas Centrais Elétricas S. A., em parceria com o consórcio privado Proman. Segundo dados de Furnas, o fechamento das comportas da barragem no rio Manso ocorreu em novembro de 1999 e o primeiro gerador da UHE entrou em operação no dia 8 de dezembro de 2000. A usina está operando plenamente desde abril de 2001, com uma potência instalada de 210MW.

As vazões no rio Manso foram regularizadas e estão sujeitas à operação do reservatório da UHE de Manso. Possivelmente o regime de vazões do rio Cuiabá tenha sido alterado pela operação do reservatório de Manso, pois a área de drenagem da bacia do rio Man-

so no local da UHE é 9.528km² (Eletrobrás – SIPOT, 2001) que correspondem a 41% da área de drenagem da bacia na estação Cuiabá.

A análise da influência do reservatório de Manso sobre as vazões do rio Cuiabá não pode ser conclusiva, pois o período de dados disponíveis posterior ao início de sua operação é de apenas três anos (2000-2002), uma vez que os dados da estação de Cuiabá de 2003-2005, operada por Furnas, não se encontram consistidos.

A verificação dos dados de precipitação nos períodos anterior e posterior ao início da operação também é necessária, para confirmar se uma eventual alteração da série de vazões se deu por aumento ou diminuição das precipitações na região ou pela operação do reservatório.

Tabela 9.11 – Vazões anuais do rio Cuiabá na estação Cuiabá (1962 a 2002).

Ano Hidrológico	Média		Máxima		Mínima		Ano Civil
	Vazão (m ³ /s)	Específica (l/s.km ²)	Vazão (m ³ /s)	Específica (l/s.km ²)	Vazão (m ³ /s)	Específica (l/s.km ²)	
1962	314	13,5	1.474	63,5	85,8	3,69	1962
1963	172	7,42	719	30,9	73,5	3,16	1963
1964	351	15,1	1.602	68,9	47,9	2,06	1964
1965	242	10,4	2.149	92,5	74,0	3,19	1965
1966	230	9,92	1.189	51,2	63,0	2,71	1966
1967	269	11,6	1.973	84,9	58,9	2,54	1967
1968	234	10,1	1.735	74,7	51,4	2,21	1968
1969	329	14,2	2.120	91,3	44,9	1,93	1969
1970	176	7,59	1.111	47,8	72,7	3,13	1970
1971	283	12,2	1.894	81,5	61,0	2,63	1971
1972	301	12,9	1.887	81,2	76,6	3,30	1972
1973	467	20,1	2.835	122	82,8	3,56	1973
1974	313	13,5	1.309	56,4	106	4,56	1974
1975	327	14,1	1.585	68,2	85,4	3,68	1975
1976	356	15,3	1.818	78,3	72,0	3,10	1976
1977	423	18,2	1.954	84,1	98,0	4,22	1977
1978	583	25,1	2.282	98,2	120	5,17	1978
1979	535	23,0	2.221	95,6	93,6	4,03	1979
1980	446	19,2	2.165	93,2	116	4,99	1980
1981	499	21,5	2.217	95,4	99,8	4,30	1981
1982	365	15,7	1.494	64,3	106	4,56	1982
1983	420	18,1	1.793	77,2	115	4,95	1983
1984	411	17,7	1.502	64,7	88,6	3,81	1984
1985	306	13,2	1.565	67,4	128	5,51	1985
1986	305	13,1	1.856	79,9	96,5	4,15	1986
1987	521	22,4	2.218	95,5	85,4	3,68	1987
1988	526	22,7	2.218	95,5	95,3	4,10	1988
1989	387	16,7	1.470	63,3	133	5,73	1989
1990	425	18,3	1.766	76,0	130	5,60	1990
1991	363	15,6	1.353	58,2	112	4,82	1991
1992	455	19,6	1.918	82,6	115	4,95	1992
1993	353	15,2	1.699	73,1	111	4,78	1993
1994	591	25,4	3.089	133	88,1	3,79	1994
1995	394	16,9	1.737	74,8	106	4,56	1995
1996	423	18,2	2.234	96,2	91,8	3,95	1996
1997	254	10,9	1.454	62,6	85,7	3,69	1997
1998	309	13,3	1.517	65,3	68,3	2,94	1998
1999	175	7,54	1.451	62,5	67,2	2,89	1999
2000	157	6,76	867	37,3	70,5	3,04	2000
2001	432	18,6	2.120	91,3	83,0	3,57	2001
					142	6,11	2002
Média	361	15,5	1.789	77,0	90,3	3,89	Média

Embora com dados insuficientes, foram feitas comparações entre os dois períodos das séries de vazões médias, máximas e mínimas, através dos gráficos das **figuras 9.7 a 9.9**.

Observa-se na **Figura 9.7** que a média das vazões médias do período de

2000 a 2002 ficou abaixo da média do período 1962-1999.

No caso das vazões mínimas, pode-se perceber na **Figura 9.8** que a média do período de 2000 a 2002 ficou acima das médias dos períodos 1962-1999.

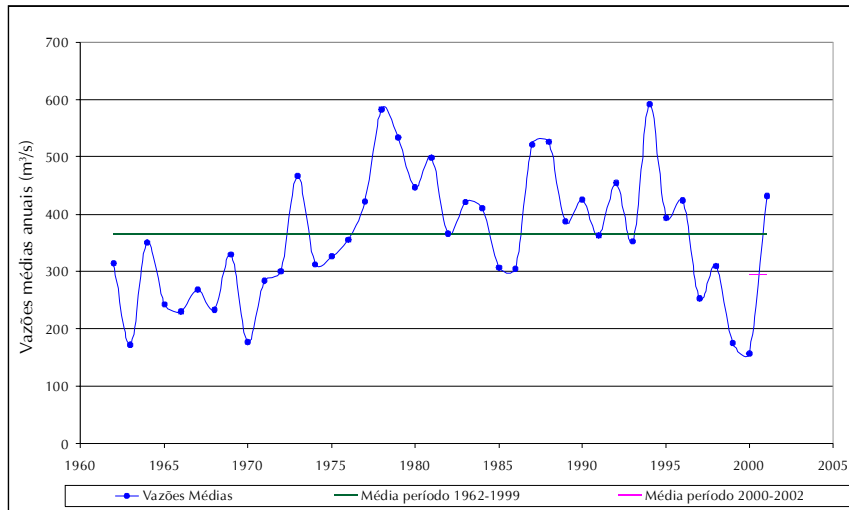


Figura 9.7 – Vazões médias anuais do rio Cuiabá na estação Cuiabá, antes e depois do fechamento das comportas da Usina do Manso.

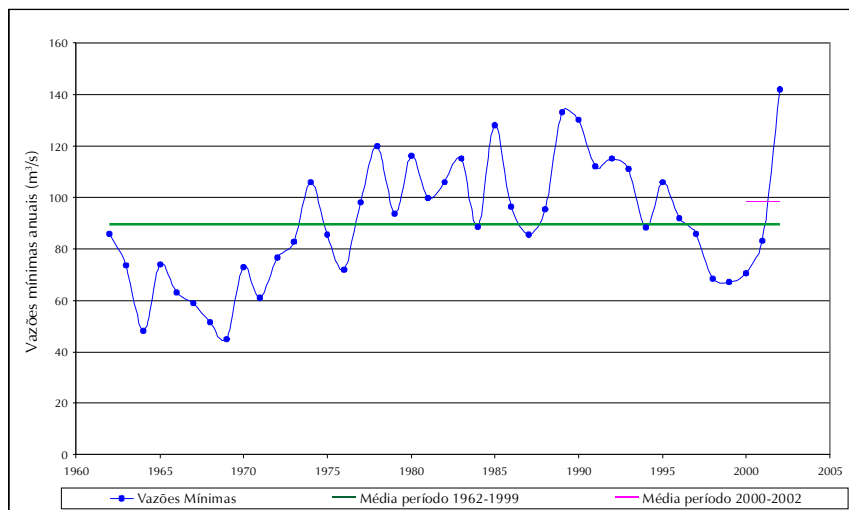


Figura 9.8 – Vazões mínimas anuais do rio Cuiabá na estação Cuiabá, antes e depois do fechamento das comportas da Usina do Manso.

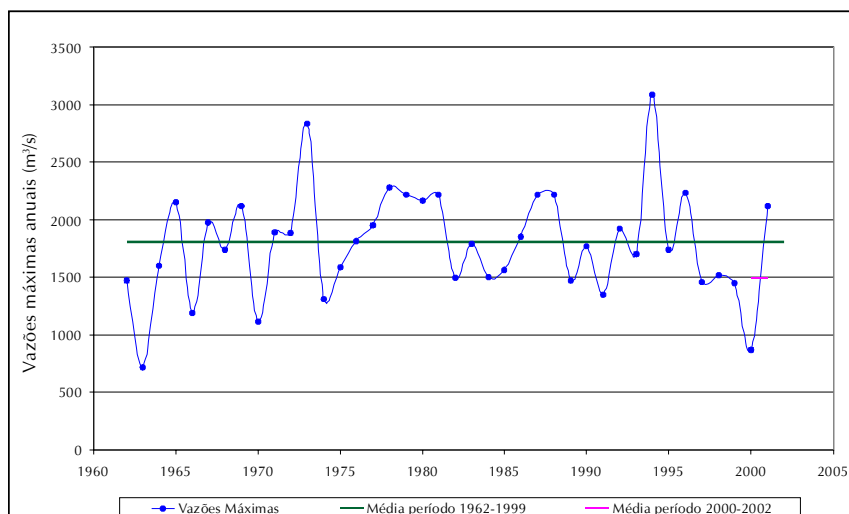


Figura 9.9 – Vazões máximas anuais do rio Cuiabá na estação Cuiabá, antes e depois do fechamento das comportas da Usina do Manso.

Para as vazões máximas, a **Figura 9.9** mostra que as médias dos períodos 1962-1999 e 2000-2002, apresentaram valores praticamente idênticos.

De acordo com os valores mostrados nas **figuras 9.7, 9.8 e 9.9**, as vazões mínimas e médias do rio Cuiabá podem ter sofrido alterações devidas à barragem do rio Manso.

No entanto, o período de dados disponíveis de vazões 2000-2002 é muito curto (apenas três anos hidrológicos) e, portanto, insuficiente para conclusões a respeito da influência do reservatório de Manso sobre as vazões do rio Cuiabá.

A comparação dos dados de vazões e precipitações após 2000 poderia auxiliar na conclusão, porém, vê-se na **Figura 9.10**, que apresenta o fluviograma das vazões diárias do período de janeiro de

de dados observados, para a realização de um estudo de estacionaridade da série de vazões em Cuiabá.

Estudo de Vazões Mínimas

Os estudos de vazões mínimas de um curso d'água são importantes para a outorga de uso da água. As vazões utilizadas como valores de referência para outorgas geralmente são a vazão mínima de sete dias consecutivos com período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$) ou a vazão de 95% de permanência.

Curva de Permanência das Vazões

A curva de permanência ou duração de vazões é determinada pela frequência de ocorrência das vazões em uma determinada seção do curso d'água. Ela informa sobre a parcela do tempo em que uma de-

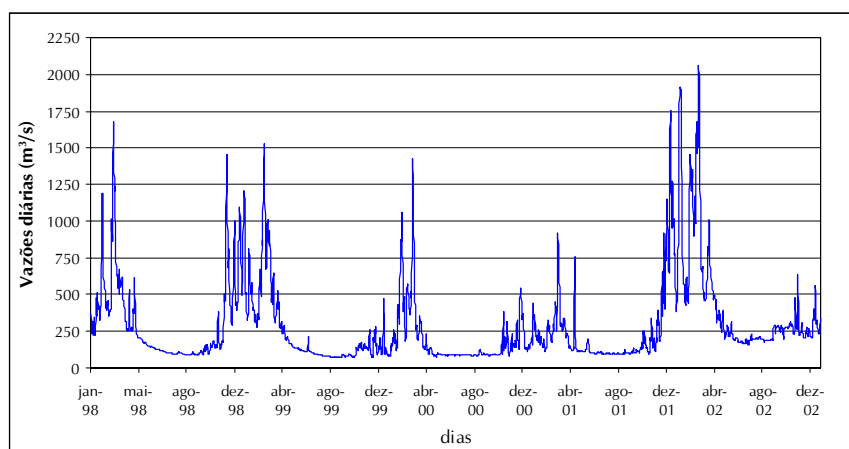


Figura 9.10 – Vazões diárias do rio Cuiabá na estação Cuiabá (períodos janeiro/1998 a dezembro/2000).

1998 a dezembro de 2002, e na **Figura 9.4**, que mostra os totais precipitados no período, que o único ano com dados completos de chuva e vazão é 2001, que foi o mais úmido do período e conseqüentemente teve o hidrograma de maior pico, nada podendo-se concluir sobre a influência do reservatório.

É necessário considerar um período maior de dados, após mais alguns anos

terminada vazão é igualada ou superada durante o período de dados observados. A vazão associada a uma permanência caracteriza o valor mínimo que foi garantido ao longo de determinado percentual do tempo do histórico dos dados.

A curva de permanência das vazões foi determinada para o rio Cuiabá na estação Cuiabá, referente ao período de 1962 a 2002. A **Tabela 9.12** apresenta

sete pontos da curva entre 5% e 100%.

A **Figura 9.11** mostra o desenho da curva de permanência das vazões.

Vazão Mínima de Sete Dias Consecutivos com Período de Retorno de 10 Anos ($Q_{7,10}$)

Utilizando a série de vazões mínimas diárias da estação Cuiabá, foi calculada, através do ajuste da distribuição de Gumbel, a vazão $Q_{7,10}$, encontrando-se um valor igual a $60,7\text{m}^3/\text{s}$.

Comparando-se as vazões $Q_{7,10}$ ($= 60,7\text{m}^3/\text{s}$) e Q_{95} ($= 77,2\text{m}^3/\text{s}$), verifica-se, como esperado, que o valor de Q_{95} é maior que o de $Q_{7,10}$, esta, portanto, é mais restritiva como valor de referência para cálculos de outorga.

Curva de Recessão

As descargas de recessão ou depleção de descargas de base são as variações

das vazões durante as estiagens prolongadas, correspondendo às contribuições subterrâneas.

A curva de recessão é definida por uma equação simplificada para a hidrógrafa do período de estiagem, podendo ser representada por: $Q_t = Q_0 \cdot e^{-kt}$, onde Q_0 é a vazão em um tempo inicial, verificada logo após cessarem os escoamentos superficiais; Q_t é a vazão ao final de um tempo t em dias; k é o coeficiente de depleção que depende das características da bacia, principalmente da regularização do rio e das características hidráulicas do aquífero. Quanto menor o valor de k , mais regularizado é o trecho do rio.

Os parâmetros da curva de recessão para Cuiabá foram definidos usando as vazões mínimas diárias do ano mais seco da série histórica da estação Cuiabá, o ano de 1969, obtendo-se a seguinte equação: $Q_t = Q_0 \cdot e^{-0,013 \cdot t}$

Tabela 9.12 – Vazões da curva de permanência do rio Cuiabá na estação Cuiabá.

Código do mapa anexo	Código ANA	Área (km ²)	Vazões da curva de permanência (m ³ /s)						
			5%	10%	25%	50%	75%	95%	100%
F1	66260001	23.226	1.160	844	449	203	124	77,2	44,9

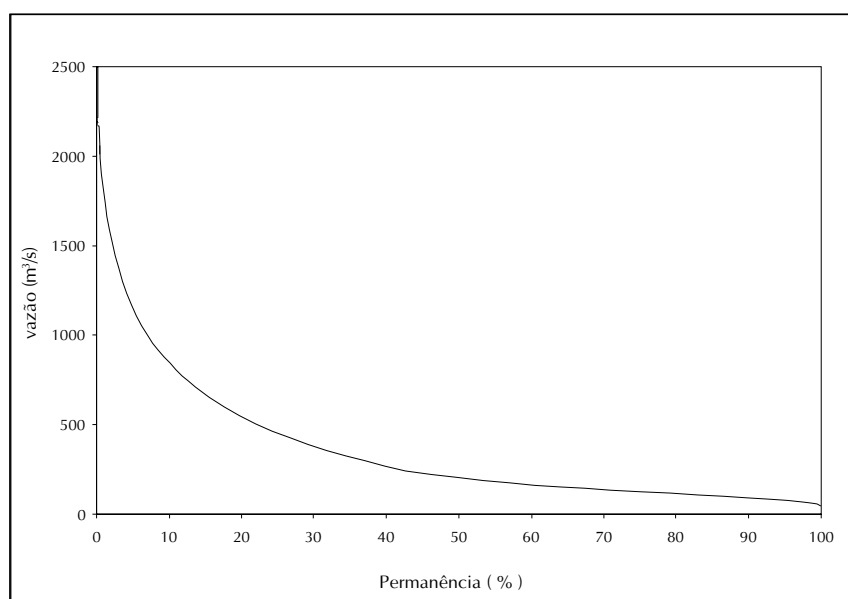


Figura 9.11 – Curva de permanência de vazões diárias do rio Cuiabá na estação Cuiabá (1962-2002).

A **Figura 9.12** mostra o comportamento da curva de recessão nessa estação, ao longo de 105 dias, de maio a agosto de 1969, fornecendo uma noção da magnitude das vazões garantidas pelo escoamento subterrâneo durante a estiagem de anos mais secos.

Estudo das Vazões Máximas

Nos estudos de vazões máximas, importantes para os estudos de enchentes e inundações, são calculadas as prováveis vazões para determinados períodos de retorno.

Neste estudo foram calculadas as vazões máximas prováveis para os períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos, do rio Cuiabá em Cuiabá, ajustando-se a série histórica de vazões máximas da estação Cuiabá, à distribuição Gumbel. Os valores encontrados podem ser verificados na **Tabela 9.13**.

9.4.2 – VAZÕES MEDIDAS NA ÁREA DO PROJETO

Foram realizadas cinco campanhas de medições de vazão, de setembro de 2004 a outubro de 2005, em pontos dos principais cursos de água afluentes do rio Cuiabá, localizados na área em estudo.

As medições de vazão tiveram como objetivo:

- verificar o comportamento do escoamento nos períodos de estiagem e de chuva;
- verificar a influência das características geológicas nas vazões de recessão;
- subsidiar informações para estimativa das disponibilidades hídricas e para o projeto de uma rede fluviométrica.

As medições de vazão realizadas permitem verificar a situação dos afluentes do rio Cuiabá ao longo de um ano. A **Tabela 9.14** mostra um resumo com os re-

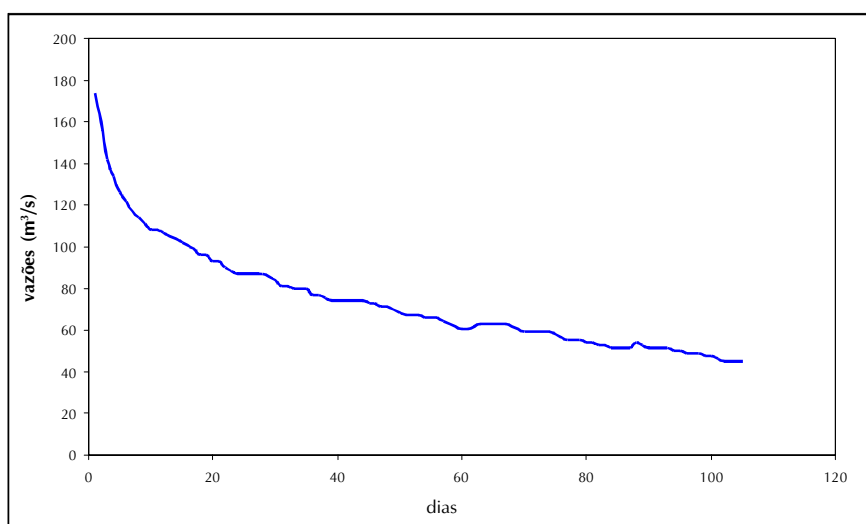


Figura 9.12 – Curva de recessão do rio Cuiabá na estação Cuiabá (período 12/5 a 24/8/69 - 105 dias).

Tabela 9.13 – Vazões máximas prováveis do rio Cuiabá em Cuiabá.

Período de retorno (anos)	5	10	25	50	100
Vazões máximas prováveis (m ³ /s)	2.182	2.226	2.776	2.994	3.164

sultados das medições realizadas nos meses de setembro e dezembro de 2004, e em março, julho, setembro e outubro de 2005.

Em anexo encontra-se uma tabela mais completa, a **Tabela A1**, apresentando as datas das medições de vazão, as coordenadas geográficas e dados de qualidade da água e sedimentos.

Observando a **Tabela 9.14**, percebe-se que os rios Cocaes, Pari, Esmeril e Bandeira estavam secos ou cortados em setembro de 2004, e em julho e outubro de 2005, podendo-se comprovar que o regime dos mesmos é pluvial ou intermitente na época de estiagem.

A vazão específica para os locais de nascentes dos rios (pontos M01, M05, M10, M13, M16, M21 a M25) não foi calculada, pois há grande contribuição das surgências das águas subterrâneas que influenciam consideravelmente o escoamento superficial provocado pelas precipitações.

As **fotos 9.1 a 9.17** mostram a situação encontrada pela equipe de técnicos nos locais de medição de vazão em setembro/outubro de 2005.

9.5 – SEDIMENTOLOGIA

Segundo relatórios do Professor Domingos Iglesias Valério, engenheiro da Defesa Civil do Estado de Mato Grosso, o assoreamento do rio Cuiabá é uma preocupação constante da Defesa Civil. Entre agosto e dezembro de 1975 foram realizados estudos para recuperação da sua navegabilidade, resultando em um volume de dragagem de 810.000m³. Em 2000 foi realizado um levantamento expedito pela Defesa Civil, que estimou dragagem de 12.700.000m³ para tornar o rio navegável entre Cuiabá e Porto Cercado, o que tornaria a dragagem inviável economicamente. “Nessas condições o assoreamento vai aumentan-

do, diminuindo a profundidade e a seção de vazão, aumentando a possibilidade de inundações desastrosas, possibilitando prever que dentro de 7 a 10 anos ele extrapolará em vários pontos o seu curso a partir de Santo Antônio Leverger à sua foz com o Paraguai, trecho de 570km, formando novos braços derivativos, abrindo novos meandros, criando novas áreas de inundações, causando anormalidade e prejuízos para a comunidade pantaneira de Barão de Melgaço e Poconé”, relata ainda o Professor Iglesias.

Dentro desse contexto podemos perceber a importância dos estudos sedimentológicos na bacia do rio Cuiabá.

Para o presente estudo, foram realizadas coletas de sedimentos em pontos distribuídos entre aqueles locais, onde foram realizadas as medições de vazão, procurando conhecer a situação dos sedimentos nos principais afluentes do rio Cuiabá dentro da área do projeto, pontos localizados no Mapa Sub-bacias da Área do Projeto (em anexo).

Os pontos para medição de descarga sólida foram escolhidos em função das características físicas percebidas na primeira campanha de campo, durante o reconhecimento das sub-bacias em estudo, realizada em setembro de 2004, quando foi possível verificar as influências antrópicas e alterações nos leitos dos cursos de água.

Os resultados de concentração de sedimentos e descarga sólida em suspensão são mostrados na **Tabela 9.15**. Na **Tabela A1** (em anexo) encontra-se a descrição da localização dos pontos.

Observa-se que as coletas de sedimentos se deram no mês de março de 2005, já no período chuvoso, após a realização da medição de vazão, e no mês de outubro de 2005, final da estiagem e início do período chuvoso.

Tabela 9.14 – Resumo das vazões medidas nos afluentes do rio Cuiabá dentro da área do projeto⁽²⁾.

Ponto	Curso d'água	Área (km ²)	Período das medições												
			set-04		dez-04		mar-05		jul-05		out-05				
			Q(m ³ /s)	q(l/s.km ²)	Q(m ³ /s)	q(l/s.km ²)	Q(m ³ /s)	q(l/s.km ²)	Q(m ³ /s)	q(l/s.km ²)	Q(m ³ /s)	q(l/s.km ²)			
M01	Córrego Gambá	2,42	0,10							rio seco	rio seco	rio seco	rio seco		
M02	Rio Cocaes	40,3	0,052	1,30	0,100	2,47	0,212	5,26	0,019	0,470	0,00014	0,0035			
M03	Rio Cocaes	154	rio cortado	rio cortado	0,892	5,78	1,22	7,90	rio seco	rio seco	rio seco	rio seco			
M04	Rio Cocaes	492	rio seco	rio seco			6,41	13,02	rio seco	rio seco	rio seco	rio seco			
M05	Rio Pari	5,22	rio seco	rio seco			0,0046		rio seco	rio seco	rio seco	rio seco			
M06	Rio Pari	59,9	rio seco	rio seco			2,06	34,5	0,044	0,736	0,023	0,384			
M07	Rio Pari	505	rio seco	rio seco			14,5	28,6	rio seco	rio seco	rio seco	rio seco			
M08	Rio Pari	712	0,009	0,013	1,22	1,71	2,53	3,55	0,00045	0,0006	rio seco	rio seco			
M09	Rio Pari	747	rio cortado	rio cortado			2,93	3,93							
M10	Rio Esmeril	5,81	rio seco	rio seco			0,016		rio seco	rio seco	rio seco	rio seco			
M11	Rio Esmeril	52,3	rio seco	rio seco	3,48	66,5	0,121	2,31	rio seco	rio seco	rio seco	rio seco			
M12	Rio Esmeril	258	rio cortado	rio cortado	0,226	0,877	0,331	1,28	rio seco	rio seco	rio seco	rio seco			
M13	Rio Bandeira	5,82	rio seco	rio seco			0,036		rio seco	rio seco	rio seco	rio seco			
M14	Rio Bandeira	30,8	rio seco	rio seco			0,346	11,2	rio seco	rio seco	rio seco	rio seco			
M15	Rio Bandeira	212	rio cortado	rio cortado			1,99	9,37	rio seco	rio seco	rio seco	rio seco			
M16	Rio Coxipó	16,7	0,010		0,078		0,559		0,035		0,043				
M17	Rio Coxipó	47,4	0,040	0,847	0,137	2,88	0,857	18,1	0,074	1,55	0,472	9,95			
M18	Rio Coxipó	259	3,74	14,4	4,29	16,6	6,14	23,7	3,94	15,2	4,02	15,5			
M19	Rio Coxipó	524	5,29	10,1	5,20	9,93	8,50	16,2	4,92	9,40	5,81	11,1			
M20	Rio Coxipó	667	5,04	7,56	5,15	7,73	10,1	15,2	4,93	7,39	6,02	9,02			
M21	Córrego Salgadeira	0,350	0,426		0,409		0,397		0,435		0,476				
M22	Rio Claro	33,0	1,76		2,18										
M23	Córrego Mutuca	64,4	1,30		1,567		1,67		1,21		1,58				
M24	Rio dos Peixes	46,1	0,067		0,096										
M25	Rio Aricá-Açu	21,4					0,456		0,203		0,151				
M26	Rio Aricá-Açu	118	0,908	7,71	1,10	9,30	5,01	42,5	1,15	9,74	0,897	7,61			
M27	Rio Aricá-Açu	253	0,836	3,31	1,34	5,32	14,4	57,1	1,21	4,77	1,30	5,16			
M28	Rio Aricá-Açu	1.273	1,27	1,00	4,15	3,26	43,8	34,4	1,77	1,39	1,05	0,83			
M29	Rio Aricá-Açu	1.668	0,949	0,569	5,10	3,06	17,1	10,2	1,54	0,92	0,984	0,59			
F1	Rio Cuiabá	23.226					602	25,9							

⁽²⁾ A descrição da localização dos pontos pode ser encontrada em anexo.



Foto 9.1 – Ponto M02 - Rio Cocaes na ponte da estrada para Nossa Sra. do Livramento.



Foto 9.5 – Ponto M15 - Rio Bandeira próximo à foz.



Foto 9.2 – Ponto M06 - Rio Pari no segundo ponto do rio, de montante para jusante.



Foto 9.6 – Ponto M16 - Rio Coxipó na nascente.



Foto 9.3 – Ponto M08 - Rio Pari à montante da ponte da BR-163.



Foto 9.7 – Ponto M17 - Rio Coxipó no balneário Cachoeirinha.



Foto 9.4 – Ponto M12 - Rio Esmeril à jusante ponte da BR-163.



Foto 9.8 – Ponto M18 - Rio Coxipó no balneário próximo à confluência com o córrego Mutuca.



Foto 9.9 – Ponto M19 - Rio Coxipó à montante da antiga ponte de ferro.



Foto 9.13 – Ponto M25 - Rio Aricá-Açu na nascente.



Foto 9.10 – Ponto M20 - Rio Coxipó à jusante da ponte da avenida Fernando Corrêa.



Foto 9.14 – Ponto M26 - Rio Aricá-Açu no segundo ponto, situado à montante da ponte.



Foto 9.11 – Ponto M21 - Córrego Salgadeira, afluente do rio Coxipó, no balneário Santa Rita.



Foto 9.15 – Ponto M27 - Rio Aricá-Açu na ponte à montante da confluência com o ribeirão Formosa.



Foto 9.12 – Ponto M23 - Córrego Mutuca, afluente do rio Coxipó, próximo à ponte da MT-305.

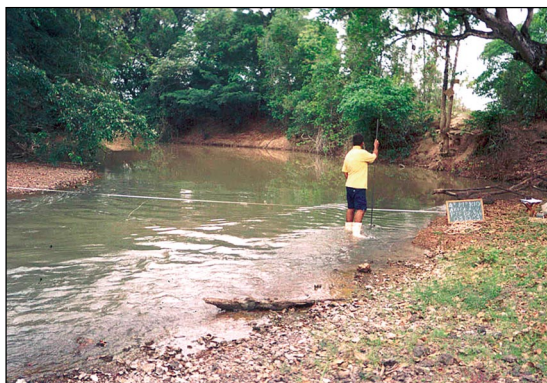


Foto 9.16 – Ponto M28 - Rio Aricá-Açu próximo à ponte da BR-364.



Foto 9.17 – Ponto M29 - Rio Aricá-Açu à montante da ponte da estrada para Santo Antônio de Leverger.

No mês de outubro de 2005 também foram coletadas amostras de sedimentos de fundo. Os laudos das análises granulométricas de sedimentos de fundo são encontrados em anexo.

Para verificar possíveis alterações no leito do rio Cuiabá ao longo dos anos, a **Figura 9.13** apresenta os perfis da seção transversal do rio Cuiabá na estação fluviométrica Cuiabá entre os anos de 1995 e 2005.

Analisando a **Figura 9.13** pode-se perceber que a variação da seção entre os anos de 1995 e 2005 foi pequena.

Tabela 9.15 – Resultado das análises de concentração de sedimentos em suspensão.

Ponto	Curso d'água	Data coleta	Concentração média do sedimento – suspensão (mg/L)	Descarga sólida – suspensão (ton/dia)	Vazão (m ³ /s)
M02	Cocães	6/10/2005	10,26	0,00012	0,00014
M03	Cocães	16/3/2005	18,04	1,900	1,219
M06	Pari	1/10/2005	7,35	0,015	0,023
M08	Pari	9/3/2005	28,55	6,238	2,529
M12	Esmeril	15/3/2005	45,47	1,300	0,331
M15	Bandeira	14/3/2005	20,3	0,607	0,346
		1/10/2005	56,87	0,752	0,153
M16	Coxipó	5/10/2005	18,17	0,068	0,043
M17	Coxipó	8/3/2005	16,31	1,208	0,857
		5/10/2005	30,21	1,232	0,472
M18	Coxipó	7/10/2005	1,36	0,472	4,015
M20	Coxipó	5/3/2005	27,06	23,63	10,11
		3/10/2005	32,09	16,68	6,016
M21	Salgadeira	8/3/2005	1,05	0,036	0,397
		5/10/2005	0,17	0,007	0,476
M23	Mutuca	7/3/2005	5,67	0,817	1,667
		7/10/2005	2,1	0,287	1,582
M25	Aricá-Açu	4/10/2005	1,4	0,018	0,151
M26	Aricá-Açu	3/3/2005	22,77	9,856	5,010
		4/10/2005	3,98	0,308	0,897
M27	Aricá-Açu	3/10/2005	44,28	4,989	1,304
M28	Aricá-Açu	3/10/2005	23,01	2,095	1,054
M29	Aricá-Açu	4/3/2005	9,72	14,34	17,08
		30/9/2005	32,61	2,772	0,984
M30	Cuiabá	4/3/2005	137,43	7.148	602

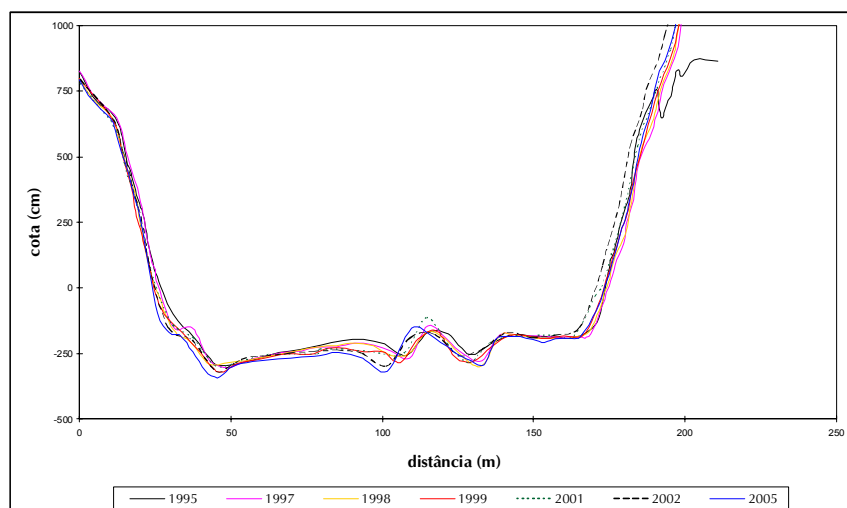


Figura 9.13 – Perfis da seção transversal do rio Cuiabá na estação Cuiabá.

9.6 – QUALIDADE DA ÁGUA

Com o objetivo de obter dados sobre a qualidade da água nos principais afluentes do rio Cuiabá, localizados dentro da área do projeto, foram coletadas amostras de água nos meses de março e julho de 2005, nos mesmos locais onde foram realizadas as medições de vazão, pontos localizados no Mapa Sub-bacias da Área do Projeto (em anexo).

No mês de julho não foi possível coletar amostras em todos os pontos coletados no mês de março, porque em muitos deles o rio encontrava-se cortado ou seco.

Os principais parâmetros para avaliação da qualidade da água quanto às características estéticas, conteúdo orgânico, conteúdo iônico, agressividade natural, produtividade por nutrientes e presença de pesticidas foram analisados.

Parâmetros Físicos, Químicos e Biológicos Analisados

Características físicas da água: temperatura

A temperatura influencia as reações químicas e biológicas da água, reduzindo a solubilidade do oxigênio e acentuando a sensação de sabor e odor da água.

A elevação da temperatura em um corpo de água geralmente é provocada por despejos industriais.

Características estéticas da água: parâmetros cor, turbidez e sólidos totais dissolvidos

A cor em si não representa má qualidade, exceto no caso de efluentes industriais, somente causa rejeição pelo consumidor ou usuário.

A turbidez da água é devida à presença de partículas em suspensão reduzindo a transparência e tornando sua aparência indesejável.

Os sólidos totais dissolvidos são importante indicador no monitoramento ambiental, pois representam a quantidade de matéria dissolvida no meio líquido, afetando a dureza da água e sugerindo o grau de poluição.

Características orgânicas da água: parâmetros oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO)

O teor de oxigênio dissolvido na água é importante para a manutenção e sobrevivência da vida aquática.

A DBO indica a quantidade de oxigênio necessária para decompor a maté-

ria orgânica presente na água. Despejos de origem predominantemente orgânica proporcionam os maiores aumentos em termos de DBO em um corpo de água. Um alto valor de DBO indica um incremento da microflora presente e interfere no equilíbrio da vida aquática.

A DQO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. O aumento da concentração de DQO num corpo de água se deve principalmente a despejos de origem industrial. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO.

Portanto, valores de DBO e DQO altos indicam grande concentração de matéria orgânica e alto consumo de oxigênio dissolvido. A relação DQO/DBO é importante para analisar a biodegradabilidade da água.

Conteúdo iônico da água: os parâmetros condutividade e dureza total

A condutividade é diretamente proporcional ao número de íons presentes, representando a habilidade da água em conduzir a corrente elétrica.

A dureza da água deve-se à presença de íons metálicos capazes de dificultar a formação de espumas com o sabão e produzir incrustações.

Agressividade da água: parâmetros pH e alcalinidade total

O pH (Potencial Hidrogeniônico) representa a concentração de íons hidro-

gênio em uma solução. Os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade. Sendo assim, as alterações bruscas do pH dos corpos de água podem causar a morte da vida aquática, afetar o gosto e o tratamento da água.

A alcalinidade total mede a capacidade da água em neutralizar os ácidos, sendo de fundamental importância durante os processos de tratamento da água. Em níveis elevados pode conferir sabor desagradável à água.

Produtividade por nutrientes: parâmetros fosfato total e nitratos

A presença de fosfatos na água acima dos padrões ambientais pode ocasionar odores, gostos e toxidez aos organismos aquáticos, além de prejudicar o tratamento da água. A presença de nitrato na água é uma indicação de poluição de origem animal.

Conteúdo bacteriano sanitário da água: coliformes totais e termotolerantes (fecais)

Os coliformes são indicadores mais utilizados de contaminação por matéria fecal, sendo a variável bacteriológica básica na caracterização e avaliação das águas em geral.

A **Tabela 9.16** apresenta os valores limites dos parâmetros analisados, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, para águas doces de classe 2, considerada boa para consumo humano após tratamento convencional.

Tabela 9.16 – Parâmetros analisados e seus limites para as águas doces de classe 2.

Parâmetros ⁽³⁾	pH	OD	DBO	Turb	Cor	FT	NO ₃	STD
Limites	6 a 9	≥ 5	≤ 5	≤ 100	≤ 75	0,100	10	500

Fonte: Resolução CONAMA nº 357/2005.

⁽³⁾pH = Potencial Hidrogeniônico; OD = Oxigênio Dissolvido (mgO₂/L); DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L); Turb = Turbidez (uT); Cor = cor verdadeira do rio (mg Pt/l); FT = Fosfato Total (mg/LP); NO₃ = Nitrato (mg/L); STD = Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L).

Para o parâmetro coliformes termotolerantes, os valores limites são apresentados na **Tabela 9.17**, segundo a Resolução CONAMA nº 274/2000, que avalia a condição do curso d'água seguindo os níveis estabelecidos para a balneabilidade, uso muito comum dos rios localizados dentro da área do projeto.

Para alguns parâmetros analisados as resoluções do CONAMA não apresentam limites de tolerância. Para estes a **Tabela 9.18** apresenta limites aconselháveis pela Fundação Estadual do Meio

correspondente classificação são apresentados nas **tabelas 9.21 e 9.22**, respectivamente.

Uma descrição da localização dos pontos pode ser encontrada em anexo.

Observando as **tabelas 9.19 e 9.20**, pode-se perceber que o parâmetro cor apresentou valores acima do limite da classe 2 em quase todos os pontos monitorados.

O oxigênio dissolvido, a condutividade elétrica, o Fosfato Total, a DQO e os Coliformes Termotolerantes também esta-

Tabela 9.17 – Limites do parâmetro coliformes termotolerantes (fecais).

Avaliação	Condição própria para balneabilidade	Condição imprópria para balneabilidade
Limites	250 a 1.000 (NMP/100mL)	≥ 2.500 (NMP/100mL)

Fonte: Resolução CONAMA nº 274/2000.

Tabela 9.18 – Parâmetros analisados e limites aconselháveis à manutenção e preservação da vida aquática.

Parâmetros ⁽⁴⁾	DQO	Condutividade	DT ⁽⁵⁾	AT
Limites	≤ 30	≤ 150	≤ 500	≤ 75

Fontes: FEMA-MT; Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde.

Ambiente de Mato Grosso – FEMA-MT à manutenção e preservação da vida aquática.

As águas nos pontos de coleta atendem, segundo as resoluções do CONAMA nºs 274/2000 e 357/2005, as condições para águas doces de classe 2, de acordo com os valores obtidos nas campanhas realizadas em março de 2005 e julho de 2005.

Os dados de qualidade da água obtidos em março de 2005 e a correspondente classificação são apresentados, respectivamente, nas **tabelas 9.19 e 9.20**, enquanto que os dados de qualidade da água obtidos em julho/05 e sua

vam com valores acima dos limites em alguns pontos da área.

Para uma análise visual, as **figuras 9.14 e 9.15** mostram, respectivamente, os valores dos parâmetros oxigênio dissolvido com a temperatura, e da DQO com os Sólidos Totais Dissolvidos, nos pontos de coleta de amostras, no mês de março de 2005.

Observando as **tabelas 9.21 e 9.22**, pode-se perceber que os parâmetros Fosfato Total e DBO apresentaram valores acima dos limites da classe 2 em muitos pontos. Também apresentaram valores acima em alguns pontos da área, os parâmetros Alcalinidade Total, DQO e Cor.

⁽⁴⁾DQO = Demanda Química de Oxigênio (mg/L); Condutividade = Condutividade Elétrica ($\mu\text{mho}/\text{cm}^{-1}$); DT = Dureza Total (mg/L CaCO_3); AT = Alcalinidade Total (mg/L CaCO_3).

⁽⁵⁾A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece para a Dureza Total o teor de 500mg/L em termos de CaCO_3 como o valor máximo permitido para água potável.

Tabela 9.19 – Dados de qualidade da água obtidos em março de 2005⁶⁾.

Ponto	Temp	OD	pH	Cond	Turb	DT	AT	FT	DQO	NO ₃	STD	Cor	CT	CF
M1	24,2	5,82	7,06	246	1,3	112,6	50,5	< 0,005	4,2	< 0,01	138	2,5	9,3x10 ²	9,3x10 ²
M2	24,2	5,47	6,98	198	6,7	91,6	30,6	0,009	9,3	< 0,01	126	50	2,1x10 ³	1,5x10 ³
M3	26	6,56	6,89	71	12	22,1	40,5	0,01	11,3	< 0,01	44	85	1,1x10 ⁴	2,4x10 ³
M4	27,6	6,76	6,32	66	22	30,9	22,5	0,012	13,8	< 0,01	39	120	1,5x10 ³	1,5x10 ³
M5	24,2	7,16	7,27	209	1,1	0,0	0,0	0,012	12,4	< 0,01	124	7,5	2,0x10 ²	1,5x10 ²
M6	26,5	6,45	6,77	81	44	26,5	45,9	0,012	15,42	< 0,01	22	225	1,1x10 ⁴	4,6x10 ³
M7	26,3	5,34	6,85	106	60	27,6	28,8	0,022	22,3	0,02	60	225	2,1x10 ³	1,5x10 ³
M8	28	6,22	6,83	113	23	23,2	29,7	0,018	13,1	0,02	70	120	1,5x10 ³	1,5x10 ³
M9	27,3	5,99	6,78	102	32	13,2	20,7	0,012	14,1	0,02	63	250	1,5x10 ³	4,3x10 ²
M10	25	6,79	7,1	156	10	97,2	80,2	0,012	14,4	< 0,01	92	55	9,3x10 ²	4,3x10 ²
M11	26,4	6,76	6,71	60	11	24,3	31,5	0,02	13,4	< 0,01	36	75	4,6x10 ³	2,4x10 ³
M12	26,5	6,07	7,2	56	16	19,9	29,7	0,022	18,2	< 0,01	33	100	1,1x10 ⁴	1,1x10 ⁴
M13	28,2	4,9	6,41	53	7,6	13,2	28,8	0,013	8,26	< 0,01	31	80	4,3x10 ²	4,3x10 ²
M14	26,3	7,15	7,37	32	25	16,6	19,8	0,012	9,84	< 0,01	20	150	1,1x10 ⁴	4,6x10 ³
M15	27,4	6,31	6,67	45	13	9,9	22,5	0,017	15,2	< 0,01	26	85	1,1x10 ⁴	1,1x10 ⁴
M16	25,7	6,84	6,83	10	8	0,0	6,3	0,026	12,6	< 0,01	7	30	1,5x10 ³	1,5x10 ³
M17	24,1	6,9	7,23	10	8	0,0	8,1	0,025	22,4	< 0,01	7	80	2,1x10 ³	1,5x10 ³
M18	28,2	7,39	6,9	8	12	0,0	9,0	0,018	55,4	< 0,02	5	45	4,6x10 ³	2,1x10 ³
M19	30,7	-	7,02	15,5	8	0,0	13,5	0,017	27,4	< 0,01	9	40	1,1x10 ⁴	4,6x10 ³
M20	28,7	8,21	6,79	50	13	2,2	23,4	0,02	21,9	< 0,01	30	80	2,1x10 ³	1,5x10 ³
M21	26,2	6,31	6,33	2	0,5	0,0	5,4	0,016	9,3	< 0,01	2	< 2,50	4,6x10 ³	2,4x10 ³
M23	25	8,17	6,6	4	8	0,0	7,2	0,016	58,6	< 0,02	3	40	4,6x10 ³	4,6x10 ³
M25	26,3	-	7,01	76	2,7	24,3	40,5	0,012	7,32	< 0,01	45	< 2,50	1,1x10 ⁴	4,6x10 ³
M26	27,4	6,91	6,8	41	18	8,8	24,3	0,016	5,5	0,02	25	50	2,4x10 ³	2,1x10 ³
M27	26,2	7,07	6,5	38	47	0,0	17,1	0,017	18,3	0,02	23	40	4,6x10 ³	2,4x10 ³
M28	27,7	5,57	6,6	28	22	0,0	17,1	0,016	13,3	< 0,02	16	10	1,1x10 ⁴	1,1x10 ⁴
M29	29,4	4,21	6,4	35	8,7	3,3	18,0	0,018	11,7	< 0,01	21	80	4,6x10 ³	4,6x10 ³

Para melhor análise dos resultados obtidos, as **figuras 9.16, 9.17 e 9.18** mostram os valores, respectivamente, da DBO com Fosfatos Totais, DBO com temperatura, e Coliformes Termotolerantes (fecais) com Coliformes Totais, nos pontos de coleta de amostras, no mês de julho de 2005.

As **figuras 9.19 e 9.20** mostram perfis de qualidade da água dos rios Coxipó, Aricá-Açu e Pari, apresentando os valores obtidos dos parâmetros: condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, temperatura e pH, analisados em mar-

ço de 2005 e os valores obtidos dos parâmetros: DBO, fosfato total, coliformes totais e fecais, analisados em julho de 2005.

Parâmetros Analisados para Detecção de Pesticidas

Em setembro de 2004, quando executava medição de vazão no ponto M17 do rio Coxipó, no balneário Cachoeirinha, a equipe de hidrologia soube, por uma funcionária do local, que em meses anteriores haviam sido encontrados

⁶⁾Parâmetros de Qualidade da Água Medidos: Temp = Temperatura da água (°C); OD = Oxigênio Dissolvido (mgO₂/L); pH = Potencial Hidrogeniônico; Cond = Condutividade Elétrica (µmho/cm⁻¹); Turb = Turbidez (uT); DT = Dureza Total (mg/LCaCO₃); AT = Alcalinidade Total (mg/LCaCO₃); FT = Fosfato Total (mg/LP); DQO = Demanda Química de Oxigênio (mg/L); NO₃ = Nitrato (mg/L); STD = Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L); Cor = Cor verdadeira do rio; CT = Coliformes Totais (NMP/100mL); CF = Coliformes Termotolerantes (Fecais) (NMP/100mL).

Tabela 9.20 – Comparação dos resultados das análises da campanha de março/2005 com limites para classe 2 (CONAMA nº 357/05) e da Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde (FEMA-MT).

Ponto	OD	pH	Cond	Turb	DT	AT	FT	DQO	NO ₃	STD	Cor	CF	Coleta
M1													16/3/2005
M2													16/3/2005
M3													16/3/2005
M4													15/3/2005
M5													17/3/2005
M6													11/3/2005
M7													10/3/2005
M8													9/3/2005
M9													9/3/2005
M10													17/3/2005
M11													15/3/2005
M12													17/3/2005
M13													12/3/2005
M14													12/3/2005
M15													14/3/2005
M16													8/3/2005
M17													8/3/2005
M18													7/3/2005
M19													4/3/2005
M20													4/3/2005
M21													8/3/2005
M23													7/3/2005
M25													12/3/2005
M26													3/3/2005
M27													3/3/2005
M28													3/3/2005
M29													4/3/2005

Legenda

	Sem dados		Valor dentro dos limites da Classe 2		Valor fora dos limites da Classe 2
--	-----------	--	--------------------------------------	--	------------------------------------

Tabela 9.21 – Dados de qualidade da água obtidos em julho de 2005⁽⁷⁾.

Ponto	Temp	Turb	DT	AT	FT	DBO	DQO	NO ₃	STD	Cor	CT	CF
M02	20,0	3,6	90	164	0,3	9	14	0,13	114	20	451	39
M06	20,5	30	110	190	0,4	21	36	4	161	78	3.970	1.896
M08	19,7	36	70	110	0,4	18	31	3	189	90	5.200	3.100
M16	19,5	1	4	11	0	2	3,6	0,12	24	2,5	120	0
M17	20,3	2	6	14	0,1	3,5	6	0,19	31	5	370	55
M18	17,8	44	5	21	0,1	6	11	0,4	58	50	660	118
M19	18,2	34	4	18	0,1	6	10	0,3	54	42	730	190
M20	21,4	60	9	17	0,2	7	12	0,5	71	152	900	420
M21	18,1	10	7	16	0,1	2,8	5	0,07	49	19	303	4
M23	18,7	7	2	11	0	2,6	4,7	0,1	26	15	152	14
M25	22,4	15	9	23	0,1	7	12	0,16	67	28	516	30
M26	22,8	0,8	1,6	9	0	1,4	2,7	0,09	19	2,5	97	8
M27	19,0	50	15	29	0,4	12	20	1,4	63	140	3.800	2.640
M28	22,0	3	2	19	0,1	4	7	0,11	23	5	240	2
M29	26,0	0,6	1,1	7	0	1,2	2,5	0,05	17	2,5	76	3

⁽⁷⁾Parâmetros de Qualidade da Água Medidos: Temp = Temperatura da água (°C); Turb = Turbidez (uT); DT = Dureza Total (mg/LCaCO₃); AT = Alcalinidade Total (mg/LCaCO₃); FT = Fosfato Total (mg/LP); DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L); DQO = Demanda Química de Oxigênio (mg/L); NO₃ = Nitrato (mg/L); STD = Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L); Cor = cor verdadeira do rio; CT = Coliformes Totais (NMP/100mL); CF = Coliformes Termotolerantes (Fecais) (NMP/100mL).

Tabela 9.22 – Comparação dos resultados das análises da campanha de julho/2005 com limites para classe 2 (CONAMA nº 357/05) e da Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde (FEMA-MT).

Ponto	Turb	DT	AT	FT	DBO	DQO	NO ₃	STD	Cor	CF	Coleta
M02			■	■	■	■					29/7/2005
M06			■	■	■	■			■		27/7/2005
M08			■	■	■	■			■		25/7/2005
M16											21/7/2005
M17											21/7/2005
M18				■							20/7/2005
M19				■	■	■					20/7/2005
M20				■	■	■			■		21/7/2005
M21											26/7/2005
M23											22/7/2005
M25				■	■	■					26/7/2005
M26											22/7/2005
M27				■	■	■			■		20/7/2005
M28											26/7/2005
M29											22/7/2005

Legenda

■	Sem dados	■	Valor dentro dos limites da Classe 2	■	Valor fora dos limites da Classe 2
---	-----------	---	--------------------------------------	---	------------------------------------

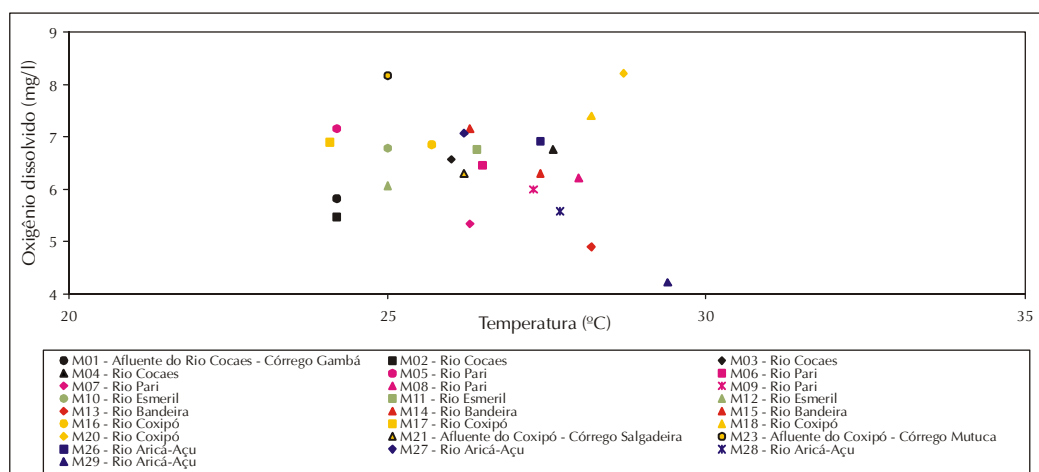


Figura 9.14 – Oxigênio dissolvido e temperatura nos pontos de coleta de amostras (março/2005).

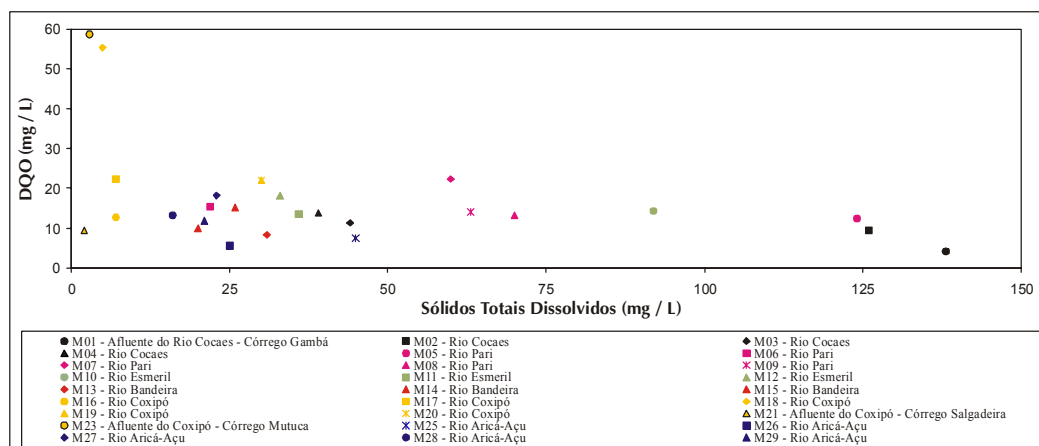


Figura 9.15 – DQO e os Sólidos Totais Dissolvidos nos pontos de coleta de amostras (março/2005).

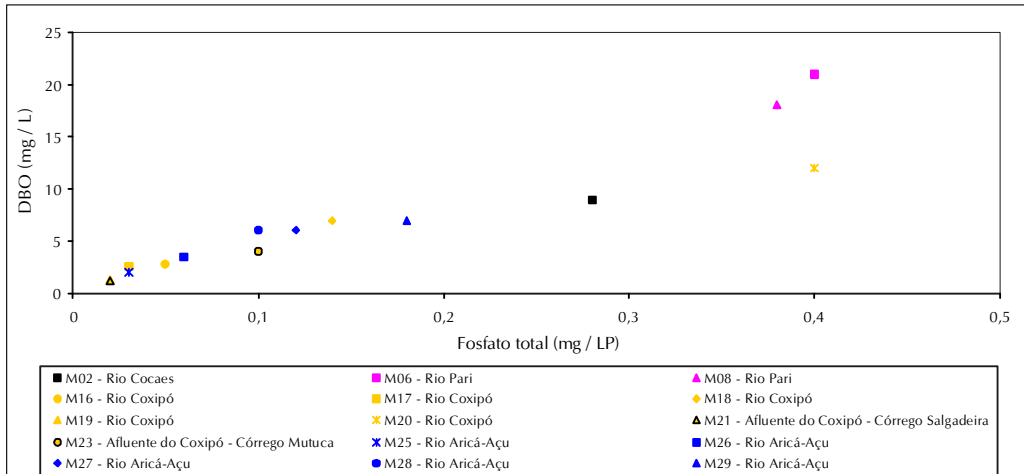


Figura 9.16 – DBO e Fósforos Totais nos pontos de coleta de amostras (julho/2005).

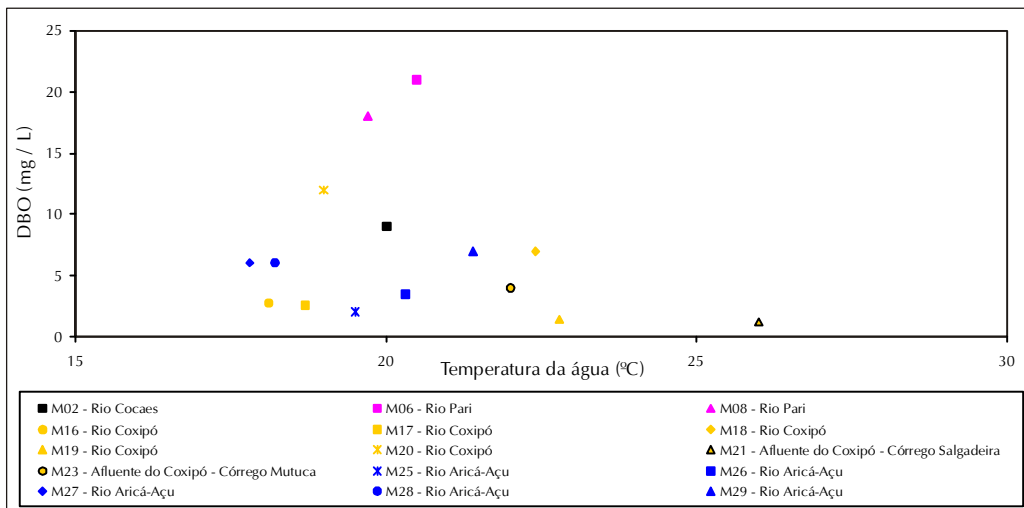


Figura 9.17 – DBO e temperatura da água nos pontos de coleta de amostras (julho/2005).

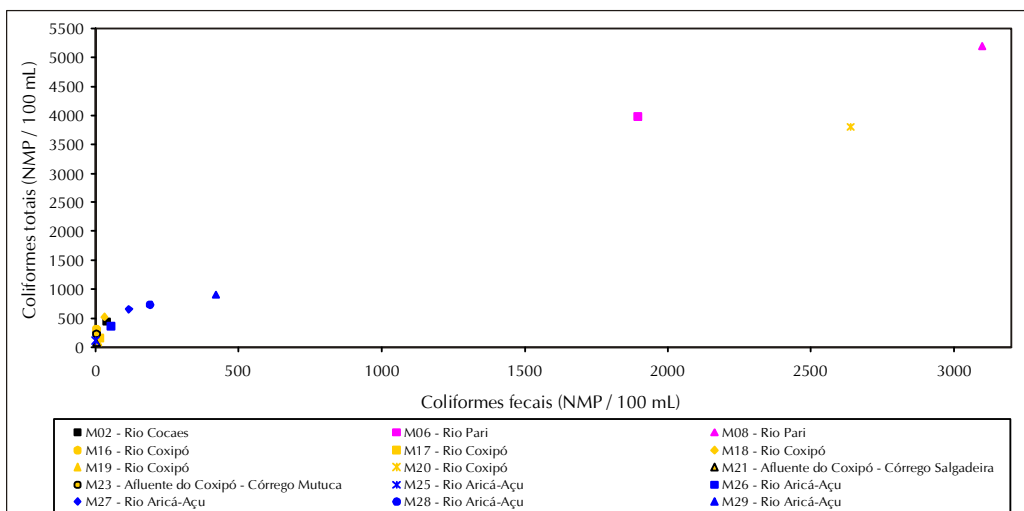


Figura 9.18 – Coliformes totais e termotolerantes (fecais) nos pontos de coleta de amostras (julho/05).

Figura 9.19 – Perfil da qualidade da água dos rios Pari, Aricá-Açu e Coxipó (valores de março/2005).

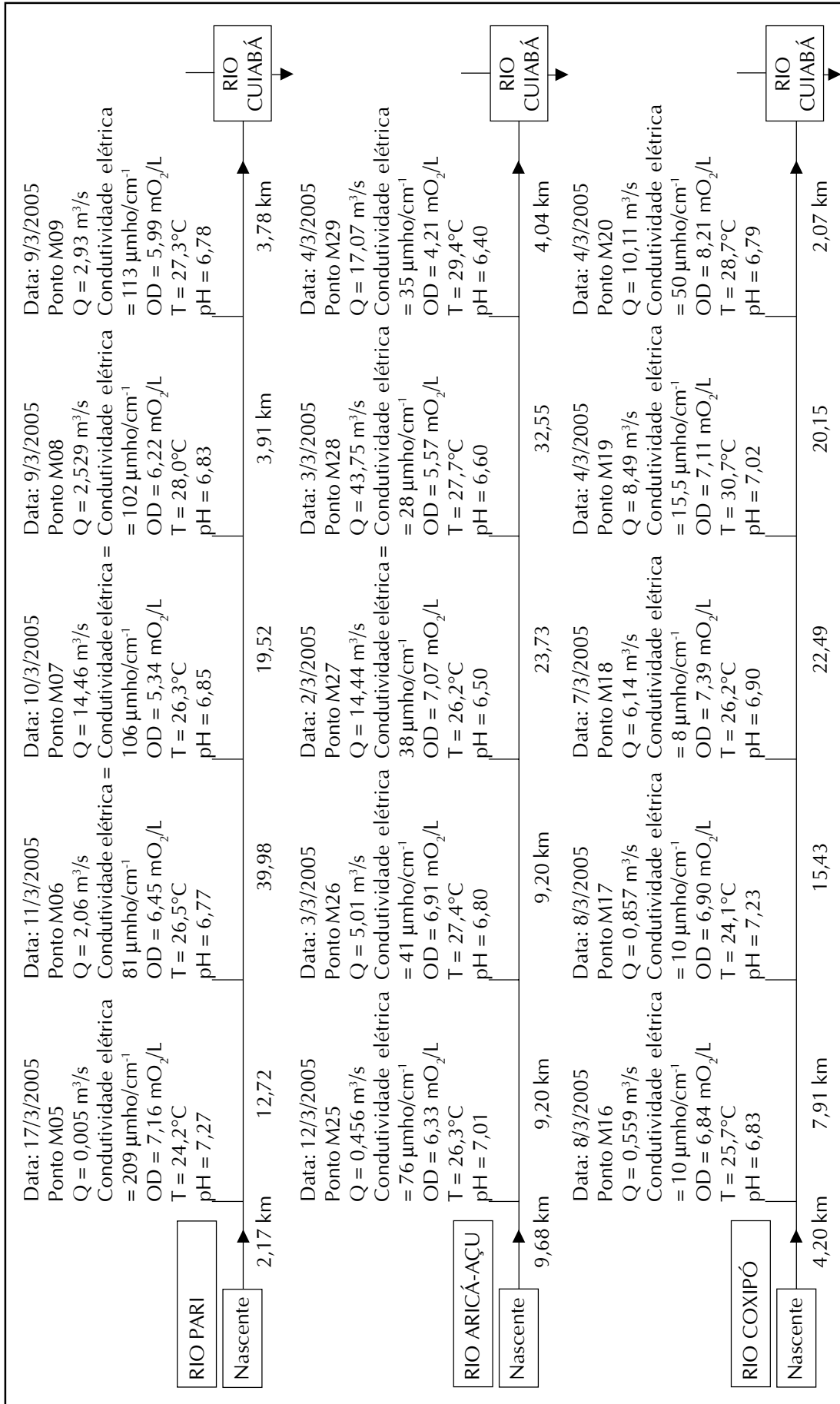
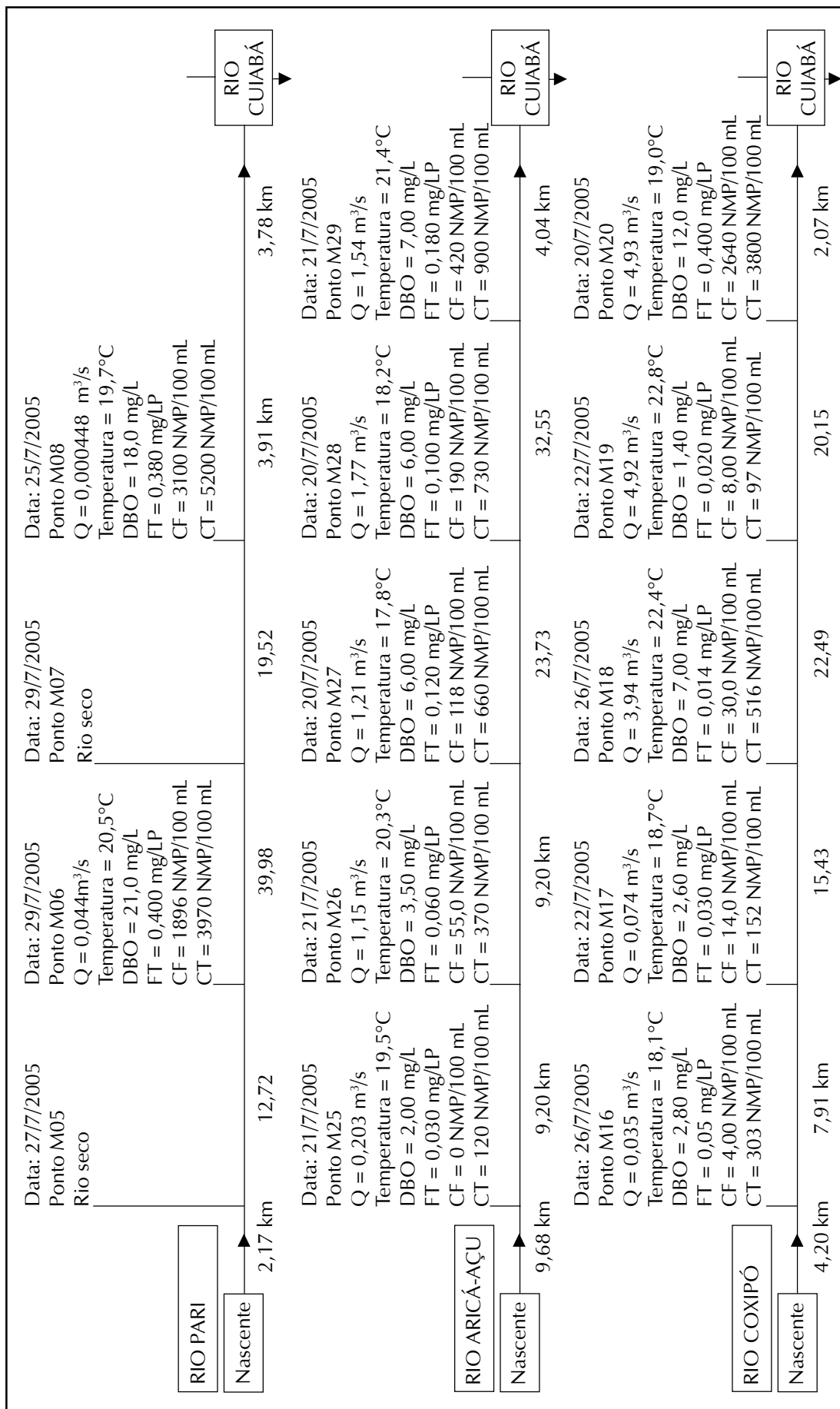


Figura 9.20 – Perfil da qualidade da água dos rios Pari, Aricá-Açu e Coxipó (valores de julho/2005).



resíduos de pesticidas nas águas daquele ponto do rio, provenientes de hortas situadas a montante do balneário.

Assim, na campanha de julho de 2005 foi acrescentada a coleta de amostras de água para análise da presença de pesticidas naquele local. Foram escolhidos para os testes os pesticidas mais comumente utilizados: Aldrin, DDT, Dieldrin, Endosulfan, Malathion, Parathion Methyl. Os resultados da análise realizada não detectaram as referidas substâncias na amostra.

9.7 – BALANÇO HIDROLÓGICO MENSAL

O balanço hidrológico mensal foi efetuado considerando a pluviosidade e a lâmina escoada, tendo como base a estação fluviométrica de Cuiabá. A **Tabela 9.23** apresenta um balanço hidrológico para o local da seção dessa estação, localizada na cidade de Cuiabá.

Tabela 9.23 – Balanço hidrológico em Cuiabá.

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Pluviosidade (mm)	207	199	218	126	47	25	6	17	66	127	177	202	1.424
Lâmina escoada (mm)	80	84	86	50	28	17	14	12	13	18	27	53	482
Déficit de escoamento (mm)	127	115	132	76	19	8	-8	5	53	109	150	149	942
Coefficiente de escoamento (%)	39	42	39	40	60	68	-	71	20	14	15	26	34

9.8 – BALANÇO HÍDRICO

Nimer & Brandão (1989) apresentam, na **Tabela 9.24**, as características do balanço hídrico para Cuiabá.

Os excedentes e os déficits ocorrem respectivamente nos períodos de janeiro a março e de maio a outubro.

9.9 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA

A disponibilidade hídrica pode ser estimada a partir da avaliação do regime hidrológico da bacia. É a informação bá-

sica de apoio à decisão sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos. Além disso, a disponibilidade não se refere apenas à quantidade de água, mas a condições relativas aos parâmetros qualitativos, que podem indicar maior ou menor capacidade de diluição de poluentes, Cruz (2001).

A disponibilidade hídrica máxima de um curso d'água é determinada pela vazão média, pois esta é a maior vazão que pode ser regularizada. Porém, em vários projetos as vazões mínimas, como Q_{95} e $Q_{7,10}$ são utilizadas como valor de referência para verificação da disponibilidade hídrica, considerando também os aspectos de variabilidade e sazonalidade da região estudada.

A avaliação da disponibilidade hídrica de pequenas bacias é necessária para definir a vazão de projeto de pequenos aproveitamentos de recursos hídricos, preservação ambiental e instrução de processos de outorga. A ausência de dados de

vazão em pequenas bacias introduz grandes incertezas na disponibilidade hídrica, principalmente quando os cursos de água são intermitentes.

Tabela 9.24 – Características do balanço hídrico para Cuiabá.

Características	Cuiabá
Temperatura	25,6°C
Precipitação	1.375mm
Evapotranspiração Potencial	1.495mm
Precipitação efetiva	- 120mm
Evapotranspiração Real	1.189mm
Excedente	186mm
Déficit	306mm

Exemplificando, para o rio Cuiabá tem-se uma disponibilidade hídrica média, obtida através da série histórica de vazões da estação fluviométrica Cuiabá nas proximidades da cidade de Cuiabá, cujos valores são mostrados na **Tabela 9.25**, juntamente com os valores das vazões Q_{95} e $Q_{7,10}$, já apresentados no item 9.4.

Como estimativa a disponibilidade hídrica do rio Cuiabá, próximo à estação Cuiabá, poderá ser um percentual dos valores 3,3 l/s.km² ou 2,6 l/s.km², dependendo do valor de referência adotado pelo órgão gestor de recursos hídricos daquele trecho, se Q_{95} ou $Q_{7,10}$, do percentual estabelecido e do comprometimento já existente em termos de outorgas concedidas.

Com base nas campanhas realizadas (Tabela 9.14), pode-se inferir que o rio Coxipó apresenta disponibilidade hídrica superior à do rio Aricá-Açu, sendo es-

Somente com a instalação de estações fluviométricas para medições de vazões nos períodos sazonais e leituras do nível da água, diariamente, é que se poderá fazer um estudo adequado da disponibilidade hídrica, nas bacias do Pari, Coxipó, Cocaes, Esmeril, Aricá-Açu e Bandeira.

A **Tabela A1** (em anexo) mostra as vazões específicas medidas em várias épocas do ano e em vários trechos dos cursos d'água, que poderão ser usadas comparativamente para se ter uma idéia da disponibilidade hídrica, considerando o ano hidrológico 2004/2005.

9.10 – PROJETO DE REDE HIDROLÓGICA

É necessário instalar uma rede de monitoramento hidrológico sistemático monitoramento nas sub-bacias dos rios Coxipó, Pari, Aricá-Açu, Bandeira, Esmeril e Cocaes, para que se possa avaliar

Tabela 9.25 – Vazões para verificação da disponibilidade hídrica do rio Cuiabá em Cuiabá.

Vazão Média	Vazão Média Específica	Q_{95}	$Q_{7,10}$	q_{95} l/s.km ²	$q_{7,10}$ l/s.km ²
361 m ³ /s	15,54 l/s.km ²	77,2 m ³ /s	60,7 m ³ /s	3,3	2,6

tes dois os de maior disponibilidade hídrica dentre os afluentes do rio Cuiabá na região do projeto, já que os demais até cortam em épocas de estiagem.

Com base nas poucas campanhas realizadas, é difícil de ser determinada a disponibilidade hídrica desses afluentes, pelos seguintes motivos:

- alguns dos cursos de água são intermitentes ou secam no período de estiagem;
- existe interferência geológica e hidrogeológica nas águas superficiais;
- na região não existem estações fluviométricas com série histórica de vazão com mais de cinco anos, para correlacionar com as vazões medidas entre setembro/2004 e outubro/2005.

a disponibilidade hídrica destes cursos d'água com base em informações confiáveis das próprias bacias.

Propõe-se a instalação de estações pluviométricas e fluviométricas nos locais apresentados na **Tabela 9.26** e indicados no Mapa Sub-bacias da Área do Projeto (em anexo) e Rede Hidrometeorológica Proposta.

9.11 – CONCLUSÕES

Para se determinar a disponibilidade hídrica superficial são necessários estudos hidrológicos com base em séries de dados suficientemente longas para análises estatísticas. Na região do projeto apenas

Tabela 9.26 – Pontos sugeridos para a instalação de estações.

Código Mapa em anexo	Tipo da estação*	Curso d'água	Coordenadas	
			Latitude	Longitude
SF01	Fluviométrica	Rio Cocaes	-15°47'32"	-56°13'51"
SF02	Fluviométrica	Rio Pari	-15°44'02"	-56°38'04"
SF03	Fluviométrica	Rio Pari	-15°36'10"	-56°12'14"
SF04	Fluviométrica	Rio Pari	-15°36'07"	-56°12'13"
SF05	Fluviométrica	Rio Esmeril	-15°34'12"	-56°29'06"
SF06	Fluviométrica	Rio Esmeril	-15°28'45"	-56°17'24"
SF07	Fluviométrica	Rio Bandeira	-15°24'28"	-56°02'19"
SF08	Fluviométrica	Rio Bandeira	-15°28'27"	-56°08'45"
SF09	Fluviométrica	Rio Coxipó	-15°24'21"	-55°49'21"
SF10	Fluviométrica	Córrego Salgadeira	-15°21'08"	-55°52'15"
SF11	Fluviométrica	Rio dos Peixes	-15°23'40"	-55°59'18"
SF12	Fluviométrica	Rio Coxipó	-15°32'33"	-55°58'34"
SF13	Fluviométrica	Rio Aricá-Açu	-15°36'52"	-55°33'03"
SF14	Fluviométrica	Rio Aricá-Açu	-15°39'15"	-55°42'02"
SF15	Fluviométrica	Ribeirão Formosa	-15°38'18"	-55°41'59"
SF16	Fluviométrica	Rio Aricá-Açu	-15°39'54"	-55°51'21"
SF17	Fluviométrica	Rio Aricazinho	-15°39'34"	-55°53'31"
SF18	Fluviométrica	Rio Aricá-Açu	-15°41'52"	-55°53'02"
SP01	Pluviométrica	–	-15°40'43"	-56°32'58"
SP02	Pluviométrica	–	-15°18'34"	-55°54'20"
SP03	Pluviométrica	–	-15°28'39"	-55°44'44"
SP04	Pluviométrica	–	-15°37'59"	-55°39'36"

*Estação com registrador.

o rio Cuiabá dispõe de estação com série de mais de 30 anos de dados.

As estações de responsabilidade das entidades ambientais locais não dispõem de séries contínuas de dados de vazão, além disso, os pontos de monitoramento existentes concentram-se ao longo do rio Cuiabá não havendo monitoramento principalmente nas nascentes dos rios Coxipó, Pari, Aricá-Açu, Bandeira, Esmeril e Cocaes, que são os principais afluentes do rio Cuiabá localizados dentro da área estudada.

Pôde-se perceber durante o reconhecimento da bacia hidrográfica em setembro/04, que muitos córregos e rios da região são intermitentes, ocorrendo bruscas interrupções no fluxo, ou mesmo seca total, durante vários dias na época de es-

tiagem. Verificaram-se tais características nas nascentes dos rios Coxipó, Bandeira, Esmeril, podendo-se destacar o rio Pari que se encontrava quase seco ao longo de todo seu curso.

Há influência geológica e hidrogeológica no regime das águas superficiais.

Além da situação crítica de escassez e qualidade da água em que se encontram os cursos d'água da região, verifica-se uma carência de estudos hidrológicos, bem como de investimentos para recuperação e monitoramento dos mananciais nessa região. Isto demonstra a importância do presente estudo, que através da verificação da disponibilidade hídrica superficial e da degradação ambiental, contribuirá bastante com subsídios para a gestão e o planejamento da região.

Estas conclusões confirmam a necessidade de instalação de novas estações fluviométricas com medição de vazão e monitoramento da qualidade da água, dentro de um projeto de rede hidrometeorológica. Os dados produzidos por esta rede possibilitarão estudos hidrológicos futuros mais consistentes.

9.12 – BIBLIOGRAFIA

- ANA – Agência Nacional de Águas. Aplicativo Banco de Dados Hidro, Brasília. 2001.
- BRANDÃO, A. M. P. M. & NIMER, E. Balanço hídrico e clima da região dos cerrados. Rio de Janeiro. IBGE, 1989. 166p.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água, Manual de bolso, 1ª ed. Brasília: FUNASA, 2004. 146p.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional; Secretaria Extraordinária do Desenvolvimento do Centro-Oeste; CPRM. Serviço Geológico do Brasil; Embrapa. Zoneamento ecológico-econômico da região integrada de desenvolvimento do Distrito Federal e entorno: fase I. Vol. 3. Rio de Janeiro, 2004, p. 41-60; mapa anexo.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Agência Nacional de Energia Elétrica. Regionalização de Vazões da Sub-bacia 24. CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Goiânia, 2004, 203p.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 20, SEMAM/CONAMA/IBAMA, Brasília-DF, 1986.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 274, SEMAM/CONAMA/IBAMA, Brasília-DF, 2000.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, SEMAM/CONAMA/IBAMA, Brasília-DF, 2005.
- CRUZ, J. C. Disponibilidade hídrica para outorga: avaliação de aspectos técnicos e conceituais. Porto Alegre, 2001. IPH/UFRGS, Dr., Engenharia, 2001. Tese - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 131 p.
- ELETOBRÁS. Sistema de Informação do Potencial Hidrelétrico Brasileiro – SIPOT. 2001.
- FIGUEIREDO, D. M. A influência dos fatores climáticos e geológicos e da ação antrópica sobre as principais variáveis físicas e químicas do rio Cuiabá, Estado de Mato Grosso. Cuiabá, 1996. UFMT, M.Sc., Ecologia, 1996. Dissertação - Universidade Federal do Mato Grosso. 131 p.
- MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis. Diretoria de Vias Navegáveis. Rio Cuiabá – Estudos de navegabilidade do rio Cuiabá-São Lourenço (Dragagem). Relatório Técnico, vol. I. Cuiabá, 1976. GEOTOPO Engenharia Ltda., p. 34-118.
- MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis. Diretoria de Vias Navegáveis. Rio Cuiabá – Estudos de navegabilidade do rio Cuiabá-São Lourenço (Dragagem). Relatório Técnico, vol. II. Cuiabá, 1976. GEOTOPO Engenharia Ltda.
- GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO. Casa Civil. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. Rio Cuiabá – Considerações e análise de sua vida física. Relatório Técnico. Cuiabá, 2003.
- GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO. Secretaria de Agricultura e Assuntos Fundiários do Estado de Mato Grosso – SAAF – MT. Diagnóstico da bacia hidrográfica do Rio Cuiabá. Relatório Final – Diagnóstico Ambiental, Porto Alegre, Nov. 2003. 1 CD.
- MARTÍN, J. S. Desastre ecológico no rio Coxipó. Folha do Estado, *Caderno Cidades*, 23 set. 2004, p. 9.

- MECCA, M. J. Qualidade da água bruta e tratada em estações de tratamento de água ao longo do rio Cuiabá. Rio de Janeiro, 2002. COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia Ambiental, 2002. Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. 111 p.
- PINTO, N. L. de S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. Hidrologia Básica. Rio de Janeiro: Ed. Edgard Blücher/Ministério da Educação e Cultura – MEC, 1976. 304p.
- ROCHA, J. S. M. Manual de Projetos Ambientais. UFSM. Santa Maria, 1997. 446p.
- ROCHA, J. P. G. Avaliação das Ações Antrópicas no Meio Físico a partir dos Impactos Sedimentológicos na Bacia do rio Coxipó. Rio de Janeiro, 2003. COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia Ambiental, 2003. Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. 131 p.
- SANTOS, E. E. Uso e ocupação do solo e enchentes urbanas em área tropical: o exemplo de Cuiabá/MT, Estado de Mato Grosso. Cuiabá, 2002. UFMT, M.Sc., Ecologia, 2002. Dissertação - Universidade Federal do Mato Grosso. 99 p.
- TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. Ed. da Universidade, ABRH, EDUSP, Porto Alegre, Brasil, 1993. 943p.
- VILLELA, S. M. e MATTOS, A. Hidrologia aplicada. Ed. McGraw-Hill do Brasil. São Paulo, 1975. 245p.
- Site AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. <<http://hidroweb.ana.gov.br>>.
- Site DICIONÁRIO DO PROF. ROSSETTI QUIMICAMENTE FALANDO. <<http://www.rossetti.eti.br/dicuser/detalhe.asp?vini=4&vfim=4&vcodigo=2758>>.
- Site FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. <<http://www.furnas.com.br>>.
- Site: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Demográfico 2000. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php?tipo=31&uf=51>>. Acesso em 30 mai. 2005.

ANEXO – Tabela A1
DADOS HIDROLÓGICOS

Tabela A1 – Dados coletados nos afluentes do rio Cuiabá dentro da área do projeto.

Ponto	Curso d'água	Área (km²)	Coordenadas			Data	Qmed (m³/s)	qmed (l/s.km²)	Sedimentometria		Temp	OD	pH	Cond	Turb	DT	Parâmetros de qualidade da água						CT	CF											
			Latitude	Longitude	DSS				CMSS	AT							FT	DBO	DOO	NO ₃	STD	Cor													
M01	Corrego Gambá	2,33	15	44	37,4	56	22	24,5	0,00022											24,2	5,82	7,06	246	1,3	112,6	50,5	<0,005						138	2,5	9,3x10 ⁵
M02	Rio Cocoes	42,8	15	44	41,0	56	20	8,3	0,052	1,215										24,2	5,47	6,98	198	6,7	91,6	30,6	0,009	9,3	<0,01	126	50	2,1x10 ⁵	1,5x10 ³		
M03	Rio Cocoes	157	15	47	32,5	56	13	51,0	0,00014	0,444										200	6,56	6,89	71	12	22,1	40,5	0,01	11,3	<0,01	44	85	1,1x10 ⁴	2,4x10 ³		
M04	Rio Cocoes	495	15	45	52,9	56	8	54,3	0,892	5,689	18,04	1,9								27,6	6,76	6,32	66	22	30,9	22,5	0,012	13,8	<0,01	39	120	1,5x10 ³	1,5x10 ³		
M05	Rio Pari	5	15	47	53,1	56	42	31,3	0,0046	0,384										24,2	7,16	7,27	209	1,1	0,0	0,0	0,012	12,4	<0,01	124	7,5	2,0x10 ⁵	1,5x10 ²		
M06	Rio Pari	60	15	44	0,0	56	38	4,7	0,044	0,384										26,5	6,45	6,77	81	44	26,5	45,9	0,012	15,42	<0,01	22	225	1,1x10 ⁴	4,6x10 ⁵		
M07	Rio Pari	505	15	35	6,8	56	21	6,5	0,023	0,384										20,5	5,34	6,85	106	60	27,6	28,8	0,022	22,3	0,02	60	225	2,1x10 ⁵	1,5x10 ³		
M08	Rio Pari	712	15	36	10,6	56	12	14,3	0,009	0,13	28,55	6,238								28	6,22	6,83	113	23	23,2	29,7	0,018	13,1	0,02	70	120	1,5x10 ³	1,5x10 ³		
M09	Rio Pari	747	15	34	46,2	56	9	56,0	0,001	0,001										19,7	5,99	6,78	102	32	13,2	20,7	0,012	14,1	0,02	63	250	1,5x10 ³	4,3x10 ²		
M10	Rio Esmeril	5,4	15	34	11,9	56	29	5,6	0,016	0,016										25	6,79	7,1	156	10	97,2	80,2	0,012	14,4	<0,01	92	55	9,3x10 ²	4,3x10 ²		
M11	Rio Esmeril	52,3	15	31	22,7	56	25	11,3	0,045	0,045										26,4	6,76	6,71	60	11	24,3	31,5	0,02	13,4	<0,01	36	75	4,6x10 ⁵	2,4x10 ⁵		
M12	Rio Esmeril	258,0	15	28	45,2	56	17	24,3	0,226	0,877	45,47	1,3								26,5	6,07	7,2	56	16	19,9	29,7	0,022	18,2	<0,01	33	100	1,1x10 ⁴	1,1x10 ⁴		
M13	Rio Bandeira	5,2	15	19	25,3	56	1	10,6	0,036	0,036										28,2	4,9	6,41	53	7,6	13,2	28,8	0,013	8,26	<0,01	31	80	4,3x10 ²	4,3x10 ³		
M14	Rio Bandeira	25,0	15	24	27,7	56	2	18,6	0,346	0,346	20,3	0,607								26,3	7,15	7,37	32	25	16,6	19,8	0,012	9,84	<0,01	20	150	1,1x10 ⁴	4,6x10 ³		
M15	Rio Bandeira	206,0	15	28	26,6	56	8	44,8	0,153	0,153										27,4	6,31	6,67	45	13	9,9	22,5	0,017	15,2	<0,01	26	85	1,1x10 ⁵	1,1x10 ⁵		

Tabela A1 (continuação).

Ponto ¹	Curso d' água	Área (km ²)	Coordenadas		Data	Qued (m ³ /s)	Qued (l/s.km ²)	Sedimentometria CMSS	DSS	Temp	OD	pH	Cond	Turb	DT	Parâmetros de qualidade da água						Cor	CT	CF	
			Latitude	Longitude												AT	FT	DBO	DOO	NO ₃	STD				
M16	Rio Coxipó	17,4	15 26	22,0 55 47	16,8	0,010				25,7 18,1	6,84	6,83	10	8 10	0,0 7	6,3 16	0,026 0,05	2,8	12,6 5	<0,01 0,07	7 49	30 19	1,5x10 ³ 303	1,5x10 ³ 4	
M17	Rio Coxipó	48,1	15 24	21,5 55 49	21,0	0,040	0,835	16,31	1,208	24,1 18,7	6,9	7,23	10	8 7	0,0 2	8,1 11	0,025 0,03	2,6	22,4 4,7	<0,01 0,1	7 26	80 15	2,1x10 ³ 152	1,5x10 ³ 14	
M18	Rio Coxipó	259	15 22	3,4 55 57	12,3	3,74	14,449			28,2 22,4	7,39	6,9	8	12 15	0,0 9	9,0 23	0,018 0,14	7	55,4 12	<0,02 0,16	5 67	45 28	4,6x10 ³ 516	2,1x10 ³ 30	
M19	Rio Coxipó	524	15 32	32,8 55 58	34,2	5,29	10,104			30,7 22,8	-	7,02	15,5	8 0,8	0,0 1,6	13,5 9	0,017 0,02	1,4	27,4 2,7	<0,01 0,09	9 19	40 2,5	1,1x10 ⁴ 97	4,6x10 ³ 8	
M20	Rio Coxipó	667	15 37	43,8 56 3	44,1	5,04	7,556			28,7 19,0	8,21	6,79	50	13 50	2,2 1,5	23,4 29	0,02 0,4	12	21,9 20	<0,01 1,4	30 63	80 140	2,1x10 ³ 3800	1,5x10 ³ 2640	
M21	Corrego Salgadeira	4,3	15 21	23,5 55 49	42,5	0,426	18,9/2004			26,2 26,0	6,31	6,33	2	0,5 0,6	0,0 1,1	5,4 7	0,016 0,02	1,2	9,3 2,5	<0,01 0,05	2 17	<2,50 2,5	4,6x10 ³ 76	2,4x10 ³ 3	
M22	Rio Claro	33,5	15 20	13,1 55 53	44,9	1,76	18,9/2004																		
M23	Corrego Matuca	58,2	15 21	55,0 55 57	18,9	1,30	18,9/2004																		
M24	Rio dos Peixes	42,0	15 23	40,1 55 59	17,8	0,067	19,9/2004																		
M25	Rio Aricat-Agu	22,1	15 36	51,8 55 33	2,8	0,456	12,3/2005			26,3 19,5	-	7,01	76	2,7 1	24,3 4	40,5 11	0,012 0,03	2	7,32 3,6	<0,01 0,12	45 24	<2,50 2,5	1,1x10 ⁴ 120	4,3x10 ² 0	
M26	Rio Aricat-Agu	119	15 38	12,4 55 36	46,3	0,908	20,9/2004																		
M27	Rio Aricat-Agu	253,6	15 39	15,3 55 42	2,4	0,836	20,9/2004																		
M28	Rio Aricat-Agu	1273	15 41	51,8 53 24	2,0	4,15	13,1/2004			26,2 17,8	7,07	6,5	38	47 44	0,0 5	17,1 21	0,017 0,12	2 6	18,3 11	0,02 0,4	23 58	40 50	4,6x10 ³ 660	2,4x10 ³ 118	
						3,260	3,260			27,7 18,2	5,57	6,6	28	22 34	0,0 4	17,1 18	0,016 0,1	6	13,3 10	<0,02 0,3	16 54	10 42	1,1x10 ⁴ 730	1,1x10 ⁴ 190	
						0,965	0,965																		

Tabela A1 (continuação).

Ponto ¹	Curso d'água	Área (km ²)	Coordenadas		Data	Qmed (m ³ /s)	qmed (l/s.km ²)	Sedimentometria		Temp	OD	pH	Cond	Turb	Parâmetros de qualidade da água									
			Latitude	Longitude				CMSS	DSS						DT	AT	FT	DBO	DOO	NO ₃	STD	Cor	CT	CF
M29	Rio Aricá-Açu	1668	15 56	11,0 55	58 21,6	21/9/2004	0,949	0,569	9,72	29,4	4,21	6,4	35	8,7	3,3	18,0	0,018	11,7	< 0,01	21	80	4,6x10 ³	420	
						13/12/2004	5,10	3,060		21,4			60	9	17	0,18	7	12	0,5	71	152			
FI	Rio Cuiabá	23226	15 36	56,0 56	6 31,0	4/3/2005	602,00	25,919	137,43															

Legenda da Tabela:

Qmed = Vazão média
 qmed = Vazão média específica
 CMSS = Concentração Média do Sedimento Suspensão (mg/L)
 DSS = Desperga sólida em suspensão (ton/dia)
 Temp = temperatura da água (°C)
 OD = oxigênio dissolvido (mgO₂/L)
 Cond = condutividade elétrica (mmho/cm¹)
 Turb = turbidez (uT)
 DT = dureza total (mg/L.CaCO₃)
 AT = alcalinidade total (mg/L.CaCO₃)
 FT = fósforo total (mg/L.P)
 DBO = demanda bioquímica de oxigênio (mg/L)
 DOO = demanda química de oxigênio (mg/L)
 NO₃ = nitrato (mg/L)
 STD = sólidos totais dissolvidos (mg/L)
 CT = coliformes totais (NMP/100 mL)
 CF = coliformes fecais (NMP/100 mL)

Estações existentes na área do projeto:

Ponto	Estação Fluviométrica	Curso d'água	Código
F01	Cuiabá	Cuiabá	662.60001
F02	Sto. Ant. Leveger	Cuiabá	662.70000

Ponto	Estação Pluviométrica	Código
P01	Cuiabá-Campus Universitário	01556009
P02	Cuiabá (PCDINPE)	01556002
P03	Santa Edwírges	01556007
P04	Nossa Senhora do Livramento	01556001
P05	Chapada dos Guimarães	01555001

¹Localização dos pontos de coleta de dados:

Ponto	Curso d'água	Localização
M01	Córrego Gimbá	Afluentes do Rio Cocães na Fazenda na Avenida a 200m da estrada p/ BR-070
M02	Rio Cocães	Na ponte da estrada para Nossa Senhora do Livramento
M03	Rio Cocães	Trecho médio do Rio Cocães
M04	Rio Cocães	Próximo à foz do Rio Cocães
M05	Rio Pari	Nascente do Rio Pari
M06	Rio Pari	Segundo ponto do Rio Pari
M07	Rio Pari	Trecho médio do Rio Pari
M08	Rio Pari	A montante da ponte da Rodovia BR-163
M09	Rio Pari	Próximo à foz do Rio Pari
M10	Rio Esmeril	Nascente do Rio Esmeril
M11	Rio Esmeril	Trecho médio do Rio Esmeril
M12	Rio Esmeril	A jusante da ponte da Rodovia BR-163
M13	Rio Bandeira	Nascente do Rio Bandeira
M14	Rio Bandeira	Trecho médio do Rio Bandeira
M15	Rio Bandeira	Próximo à foz do Rio Bandeira
M16	Rio Coxipó	Nascente do Coxipó 10m a montante da ponte da estrada
M17	Rio Coxipó	No Balmreiro Cachoeirinha
M18	Rio Coxipó	A montante da confluência com o Córrego Mutuca
M19	Rio Coxipó	A montante da antiga ponte de ferro
M20	Rio Coxipó	A jusante da Ponte Fernando Corrêa
M21	Cór. Salgadeira	Afluentes do Rio Coxipó - no Balmreiro Santa Rita
M22	Rio Claro	Afluentes do Rio Coxipó - no balmreiro jusante da ponte da MT-305
M23	Córrego Mutuca	Afluentes do Rio Coxipó - no balmreiro próximo à ponte da MT-305
M24	Rio dos Peixes	Afluentes do Rio Coxipó - na ponte da rodovia MT-305
M25	Rio Aricá-Açu	Nascente do Rio Aricá-Açu
M26	Rio Aricá-Açu	A montante da ponte da estrada
M27	Rio Aricá-Açu	Na ponte a montante da confluência com o ribeirão Formosa
M28	Rio Aricá-Açu	Na ponte da Rodovia BR-364
M29	Rio Aricá-Açu	A montante da ponte da estrada para Santo Antônio Leveger

Locais sugeridos para instalação de estações da Rede Hidrológica proposta:

Ponto	Curso d'água	Coordenadas	Latitude	Longitude	Localização
SF01	Rio Cocães		-15°47'32"	-56°13'51"	No ponto M03
SF02	Rio Pari		-15°44'02"	-56°38'04"	Entre os pontos M06 e M07
SF03	Rio Pari		-15°36'10"	-56°12'14"	No ponto M08
SF04	Rio Pari		-15°36'07"	-56°12'13"	No ponto M09
SF05	Rio Esmeril		-15°29'06"	-56°29'06"	No ponto M10
SF06	Rio Esmeril		-15°28'45"	-56°17'24"	No ponto M12
SF07	Rio Bandeira		-15°24'28"	-56°02'19"	No ponto M14
SF08	Rio Bandeira		-15°28'27"	-56°08'45"	No ponto M15
SF09	Rio Coxipó		-15°24'21"	-55°49'21"	No ponto M17
SF10	Córrego Salgadeira		-15°21'08"	-55°52'15"	A jusante do ponto M21
SF11	Rio dos Peixes		-15°23'40"	-55°59'18"	No ponto M24
SF12	Rio Coxipó		-15°32'33"	-55°58'34"	No ponto M19
SF13	Rio Aricá-Açu		-15°36'52"	-55°33'03"	No ponto M25
SF14	Rio Aricá-Açu		-15°39'15"	-55°42'02"	No ponto M27
SF15	Ribeirão Formosa		-15°38'18"	-55°41'59"	Afluentes do rio Aricá-Açu após pro. M27
SF16	Rio Aricá-Açu		-15°39'54"	-55°51'21"	Após o Ribeirão do Couro
SF17	Rio Aricá-Açu		-15°39'34"	-55°53'31"	Próximo à foz
SF18	Rio Aricá-Açu		-15°41'52"	-55°53'02"	No ponto M28
SP1			-15°40'43"	-56°32'58"	Bacia Córrego Maciel (afluente Rio Pari)
SP2			-15°18'34"	-55°54'20"	Bacia Rio Claro (afluente Coxipó)
SP3			-15°28'39"	-55°44'44"	Estação Chapada dos Guimarães (P05)
SP4			-15°37'59"	-55°39'36"	Bacia Cór. Pesqueiro (afluente Rio Aricá-Açu)

* Estação com registrador

10 – HIDROGEOLOGIA

10.1 – INTRODUÇÃO

Nesse levantamento, os limites da área de estudo foram determinados pelos divisores dos afluentes da bacia hidrográfica do rio Cuiabá, na região de Cuiabá/Várzea Grande. A escolha desses divisores naturais advém da necessidade de se tratar os estudos do meio físico de forma integrada. O enfoque na água é justificado por ser ela um recurso e, ao mesmo tempo, um elemento integrador dos outros fatores do ambiente.

O conhecimento das diversas fases do ciclo hidrológico é fundamental na tomada de decisões, tanto do ponto de vista do aproveitamento humano quanto do da preservação ambiental. Esse capítulo trata da parte do ciclo hidrológico na sua fase subterrânea, tendo em mente a interdependência com a fase superficial e com os outros fatores ambientais. Apresenta, ainda, os resultados da caracterização hidrogeológica da área de estudo com base nos dados hidrometeorológicos, parâmetros obtidos de poços (cadastramento) e característi-

cas litológicas e estruturais das formações geológicas.

Os dados geológicos e hidrometeorológicos considerados nesse estudo estão, respectivamente, nos capítulos 2 e 9 deste volume.

Os resultados também estão substanciados em um mapa hidrogeológico, na escala 1:100.000, com informações básicas necessárias à orientação dos interessados na obtenção e aproveitamento das águas subterrâneas, visando a uma melhor gestão no uso e proteção desses recursos naturais.

Foram cadastrados 525 poços na região estudada e proximidades, dos quais 506 poços, com dados parciais ou completos, compõem o banco de dados do projeto. Destes, 445 com maior quantidade de dados foram usados nos cálculos estatísticos do principal aquífero da área, constituído pelos metassedimentos de baixo grau, fraturados, do Grupo Cuiabá. As informações dos poços compõem um banco de dados que faz parte da documentação do projeto e também estão no cadastro nacional de poços

SIAGAS, da CPRM – Serviço Geológico do Brasil, que pode ser acessado via internet pelo sítio www.cprm.gov.br.

O cadastramento de poços foi feito pelo engenheiro de minas Tomáz Edson de Vasconcelos, auxiliado pela geóloga Talita Menezes.

10.2 – METODOLOGIA

Inicialmente foram levantadas nos órgãos públicos, principalmente na Secretaria de Planejamento do Estado de Mato Grosso e na Fundação Estadual do Meio Ambiente de Mato Grosso, e nas empresas de perfuração da região, todas as informações disponíveis sobre os poços na área do projeto. Os dados hidráulicos, construtivos, de análise de água e localização foram reunidos em um banco de dados preliminar, servindo para orientar o cadastramento de campo e auxiliar na identificação dos poços. O cadastramento consistiu na identificação dos poços dos quais se procurou obter as seguintes informações *in loco*: coordenadas do poço (obtida com GPS); situação de funcionamento; uso da água; profundidade; capacidade de produção do poço (vazão de teste); vazão explotada; níveis estático e dinâmico; tipo de bomba; diâmetro do poço; capacidade do reservatório; existência de fontes potenciais de contaminação etc. Durante o trabalho de cadastramento foram adquiridos novos aparelhos de GPS, com barômetro, o que permitiu a medida da cota do terreno em vários poços, com precisão de 3 metros.

Devido à existência de resultados de análises químicas, físicas e bacteriológicas em uma razoável quantidade de poços cadastrados e, ainda, trabalhos anteriores que enfocaram esses aspectos, julgou-se que esse conjunto de dados já propiciava a macrocaracterização química do aquífero predominante e de maior importância para a população. Além dis-

so, executou-se durante o projeto a caracterização geoquímica dos cursos d'água (ver capítulo 8), abrangendo 30 elementos. Essas análises, realizadas também no período de estiagem, refletem indiretamente a composição da água subterrânea. As anomalias geoquímicas, porventura existentes na água subterrânea e que teriam expressão regional, certamente apareceriam nas análises da água superficial. Por esses motivos não foi realizada uma campanha específica de análise das águas dos poços.

Concluído o levantamento de campo procedeu-se à alimentação do banco de dados SIAGAS, a partir do qual foi gerado um banco de dados para o projeto.

A análise dos dados dos poços, sua distribuição, e as características litológicas e estruturais das formações que ocorrem na área subsidiaram a divisão das rochas de acordo com o comportamento hidrogeológico, mostrada no Mapa Hidrológico que compõe esse estudo.

Devido à grande concentração de poços na área de Cuiabá/Várzea Grande, deparou-se com o problema de os poços, ao serem plotados no mapa na escala 1:100.000, ficarem com a sua identificação individual prejudicada. Para uma melhor visualização no mapa impresso, só foram representados os poços com capacidade específica igual ou maior que 0,750m³/h/m e que fornecem uma visualização melhor das zonas e situações mais produtivas. No ambiente SIG os recursos computacionais contornaram o problema de superposição dos símbolos gráficos, sendo possível o acesso aos dados mais completos de todos os poços cadastrados na área de estudo.

Na elaboração do Mapa Hidrogeológico procurou-se atender não só ao setor técnico especializado como, também, ao usuário com algum conhecimento técnico, fazendo-se constar, ali, um grande número de informações de ordem práti-

ca, como profundidade, vazão, nível estático e nível dinâmico. Na representação pontual, a numeração obedece à seqüência adotada no SIAGAS, suprimido o prefixo 520000.

10.2.1 – DISTRIBUIÇÃO DOS POÇOS

Foram cadastrados 506 poços na área do projeto. Comparando-se o número de poços com a área de estudo, que é de 5.230km², obtém-se um índice de aproximadamente 10 poços/km², o que seria uma excelente amostragem para a escala proposta. No entanto, a distribuição desigual dos poços, citada anteriormente, não proporcionou uma amostragem que refletisse a realidade de forma mais aproximada. Soma-se a essa deficiência o fato de muitos poços terem dados incompletos. Por exemplo, nenhum poço foi cadastrado na Formação Botucatu e no Grupo Rio Ivaí. Há somente dois pontos com dados da Formação Furnas. Apesar de 69 poços atravessarem os aquíferos aluvionares formados pelas coberturas do Quaternário, em nenhum deles há informação sobre captação desses aquíferos superficiais. Mesmo no Grupo Cuiabá os poços estão concentrados na Subunidade 5, onde foram cadastrados em número de 423, de um total de 445 com dados nesse grupo.

10.3 – TRABALHOS ANTERIORES

Migliorini (1999), num trabalho pioneiro, estudou uma área de 584km², correspondendo à área urbana de Cuiabá/Várzea Grande. Executou o mapeamento geológico na escala 1:25.000, propondo para o Grupo Cuiabá uma subdivisão em Formação Miguel Sutil, correspondente à Subunidade 5 do Projeto Coxipó (Luz *et al.*, 1980) e Formação Rio Coxipó, correspondendo à Subunidade 6. Observou duas litofácies na Formação Miguel Sutil:

uma pelítica (com laminação plano-paralela) e uma argilo-areno-conglomerática, esta com melhor característica de produtividade. Na Formação Rio Coxipó individualizou duas associações litológicas: os metadiamicritos de matriz argilosa e os metadiamicritos de matriz arenosa.

Concluiu que a principal área de recarga tem direção N40-50°E, concordante com o *trend* regional e que, aparentemente, coincide com uma zona de charneira de antiformal invertida. Estudou 288 poços com dados completos obtendo, por meio da estatística dos parâmetros, as seguintes médias: profundidade = 121m, nível estático = 9m, nível dinâmico = 55m, vazão = 13,7m³/h, capacidade específica = 0,52m³/h.m. Apresentou também um modelo hidrogeológico para a área.

Realizou um estudo da qualidade físico-química e bacteriológica das águas concluindo que, de um modo geral, as águas subterrâneas são de boa qualidade físico-química, porém os parâmetros bacteriológicos (coliformes totais e/ou fecais) apresentam valores elevados, decorrentes de falhas no saneamento básico da região, aliadas a inadequadas técnicas construtivas dos poços tubulares. Confirmou a alta vulnerabilidade do aquífero fraturado. Detectou, também, alguns casos de concentração elevada de ferro.

Devido à escala (e também à área de trabalho, que é pouco mais de 10% da área do SIG Cuiabá), a subdivisão das subunidades 5 e 6 do Grupo Cuiabá, proposta por Migliorini (1999), não foi adotada na área do projeto.

Apoitia *et al.* (2004) enfocaram a qualidade da água subterrânea na área urbana de Cuiabá. Concordam com as observações apresentadas por Migliorini (1999) quanto à caracterização dos sistemas fraturados e apresentam estatística de parâmetros de poços compatíveis com os dados daquele autor. Analisaram infor-

mações de 80 poços do Banco de Dados de Águas Subterrâneas da Fundação Estadual do Meio Ambiente de Mato Grosso (FEMA/MT) executados em Cuiabá, no período de 2000 a 2002. Concluem que 10,15% das amostras de águas estão com pelo menos um parâmetro acima dos valores máximos permitidos para consumo humano. Os parâmetros mais frequentes acima dos limites foram: coliformes totais e fecais, ferro e turbidez. Também atribuem a contaminação biológica à falta de saneamento básico e inadequada técnica construtiva de poços.

10.4 – USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

Na região do projeto há um significativo uso da água subterrânea, se compararmos com outras regiões metropolitanas assentadas sobre aquíferos fraturados.

Migliorini (1999), baseado em dados de Teixeira (1997), concluiu que a água subterrânea respondia por 18,5% das fontes de captação para abastecimento de Cuiabá/Várzea Grande, sem incluir as captações de uso privado como condomínios, indústrias, hotéis, residências, etc.

Apoitia *et al.* (2004) estimaram na época que, em Cuiabá, as fontes subterrâneas correspondiam a 20,5% em relação ao aproveitamento das águas superficiais, sendo a agência municipal de saneamento o maior usuário, atingindo um volume explotado de 1.576m³/h.

Os poços cadastrados no projeto permitiram obter um panorama do uso da água na região. Ressalta-se que devido à dificuldade de acesso e informações, um grande número de poços domésticos deixou de ser cadastrado, principalmente os de menor diâmetro e profundidade (geralmente de 4" de diâmetro e profundidade até 40m) popularmente chamados de "mini-poços". A **Figura 10.1** mostra a distribuição conforme o uso da água.

Na **Figura 10.2** observa-se que as entidades de serviço de distribuição de água, concessionárias ou departamento municipal, juntamente com outras entidades públicas, respondem por quase metade dos empreendimentos de perfuração de poços. Mesmo que muitos poços estejam desativados ou sem condições de uso, como observado na **Figura 10.3**, ainda é preponderante o papel do poder público na exploração da água subterrânea.

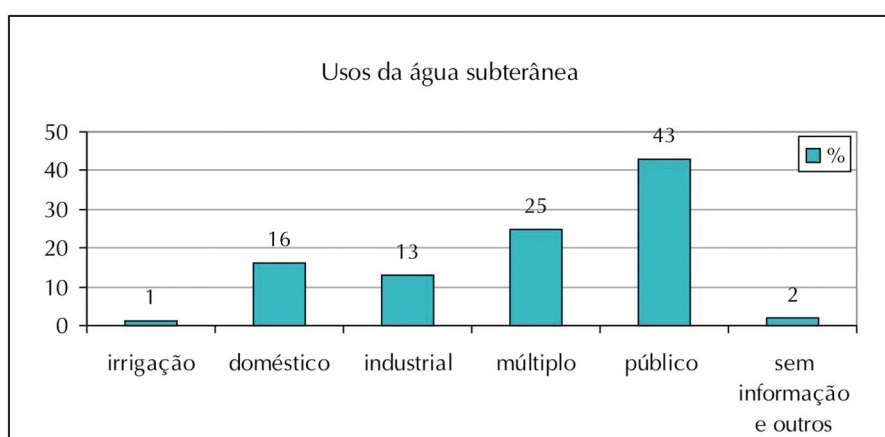


Figura 10.1 – Usos da água subterrânea na área do projeto. O uso para irrigação, no caso específico da área, é aquele destinado a jardins e gramados. Doméstico, destinado ao abastecimento residencial unifamiliar ou condominial. Múltiplo, destinado a usos em estabelecimentos rurais, comerciais, órgãos públicos e outros. Público, ligado a uma rede de distribuição, mesmo para pequenas comunidades.

Sendo esta utilizada como fração complementar ao atendimento de grandes áreas urbanas e mesmo como única fonte de alguns núcleos populacionais.

Na **Figura 10.4** é mostrada a distribuição por município. Vale lembrar que embora as sedes municipais estejam dentro da área estudada, uma parcela significati-

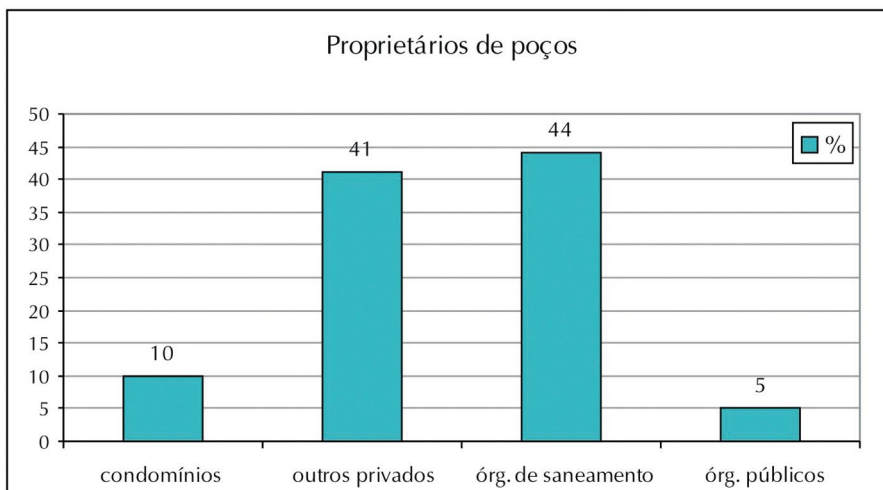


Figura 10.2 – Proprietários dos poços.

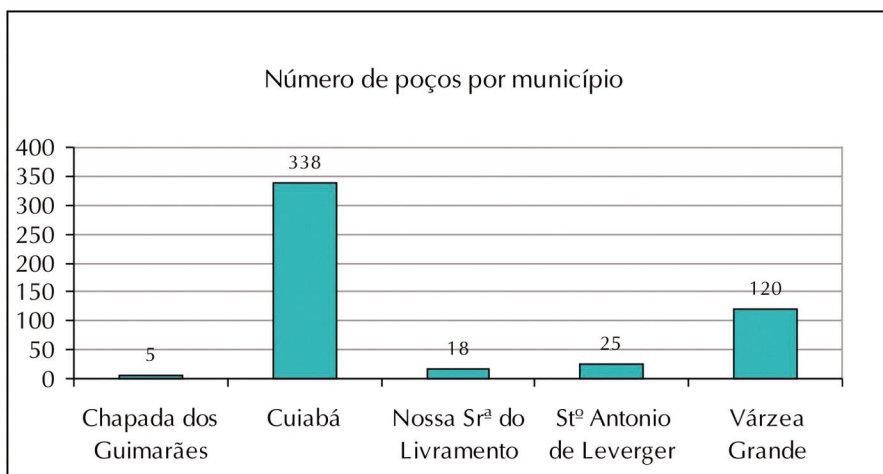


Figura 10.3 – Distribuição de poços por município.

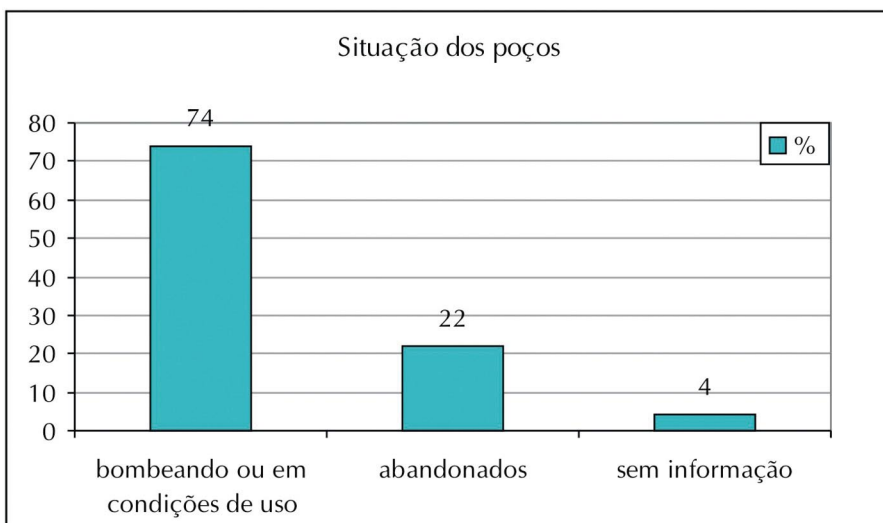


Figura 10.4 – Situação dos poços.

va dos territórios municipais está fora da área do projeto, onde não houve cadastramento. É o caso de Chapada dos Guimarães, onde apenas uma pequena parte do território do município está na área do projeto.

Muitos poços são perfurados e, por diversas razões, abandonados. Na área do projeto esse número é significativo, como mostrado na **Figura 10.3**. Diante desse quadro, é importante a atenção das autoridades no sentido de exigirem dos proprietários que usem as técnicas corretas quando da paralisação ou abandono de poço. Um poço mal construído e/ou abandonado de forma incorreta é um ponto de entrada de contaminante com alto potencial de dano ao aquífero.

10.5 – COMPARTIMENTAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

A divisão estratigráfica e a cartografia geológica apresentadas nesse capítulo são as mesmas descritas no capítulo Geologia. A distribuição desigual dos poços, citada anteriormente, não proporcionou uma amostragem uniforme dos aquíferos que ocorrem na área. Soma-se a essa deficiência o fato de muitos poços terem dados incompletos. Com exceção do aquífero representado pelo Grupo Cuiabá, onde há grande quantidade de poços, as informações sobre os aquíferos aqui apresentadas baseiam-se na interpretação das características litológicas e estruturais das formações geológicas, sob o ponto de vista hidrogeológico. Essa interpretação resultou na compartimentação hidrogeológica mostrada no mapa na escala 1:100.000 (em anexo).

Espera-se que a continuidade dos trabalhos de cadastramento de poços na área venha a melhorar a amostragem, de forma a fornecer meios para conclusões mais seguras a respeito das características dos aquíferos, principalmente daqueles sobre os quais há poucos dados.

Os aquíferos da área podem ser classificados em dois grandes grupos: Poroso, composto pelas formações arenosas da Bacia Sedimentar do Paraná e pelas formações superficiais do Cenozóico; e Fraturado, composto pelas rochas do Grupo Cuiabá.

10.5.1 – AQÜÍFEROS POROSOS

Os aquíferos porosos são representados na área por dois tipos principais: aqueles ditos clássicos, formados pelas camadas de arenitos e conglomerados, de considerável espessura e continuidade lateral, pertencentes à Bacia Sedimentar do Paraná que afloram ao longo da borda da Chapada dos Guimarães; e os constituídos pelas formações superficiais do Cenozóico, pouco espessos e pouco contínuos, situados principalmente nas proximidades do rio Cuiabá e na bacia do rio Aricá-Açu.

As formações arenosas, que têm as mesmas características aquíferas ou estão interconectadas, foram agrupadas num único aquífero no Mapa Hidrogeológico. Na identificação dos mesmos, foram usadas as mesmas siglas do Mapa Geológico.

As Coberturas Lateríticas (Qdl), que ocorrem na Baixada Cuiabana, são muito finas. Marcam eventos de flutuação da superfície do lençol freático. Não foram consideradas com aquífero, sendo englobadas na unidade subjacente no Mapa Hidrogeológico.

10.5.1.1 – ALUVIÕES - Q2a1/Q2a2

Na divisão adotada no Mapa Geológico foram individualizadas duas unidades de aluviões: as depositadas ao longo dos canais ativos das drenagens e as depositadas nas áreas sujeitas a inundações sazonais. No Mapa Hidrogeológico essas unidades são agrupadas como um aquífero intergranular extenso, livre, compos-

to por lentes e camadas de areia e conglomerado, intercaladas com sedimentos variando de argilo-arenosos a argilosos.

Devido ao caráter errático das lentes e camadas de granulometrias diferentes, a permeabilidade varia tanto vertical como lateralmente, conforme a composição do material das lentes, sendo de média a alta nas porções arenosas e conglomeráticas, e baixa nas argilosas.

O regime de recarga anual está intimamente ligado ao regime das chuvas, não só pela infiltração direta da precipitação. Um fator de grande importância é a variação do nível dos cursos d'água e a conseqüente inundação de grandes áreas. A característica perene dos cursos d'água, como a verificada na bacia do rio Aricá-Açu, está intimamente ligada à formação dos estoques propiciados pela recarga anual desse aquífero.

A vulnerabilidade natural à poluição varia conforme a composição da parte aflorante, ou seja, menos vulnerável onde afloram as porções argilosas e mais vulnerável onde afloram areias e conglomerados. Mesmo assim, devido à pouca espessura e ao fato do nível freático ser raso, a vulnerabilidade natural é predominantemente alta.

Essas coberturas são importantes na proteção do aquífero fraturado subjacente, por formarem uma barreira filtrante durante a recarga indireta anual e mesmo restando algum eventual fluxo poluente.

Nenhum poço cadastrado forneceu informação de captação nesse aquífero. No entanto, ele pode ser explorado por poços escavados de grande diâmetro e poços tubulares rasos.

As medidas do nível d'água nesse aquífero livre foram obtidas dos dados dos poços que o atravessam para captar água no meio fraturado subjacente, apresentando média do nível estático de 9,8m.

Sabe-se que, pela natureza da formação geológica, a espessura dessas alu-

viões é bastante variável. Os poucos dados constantes do registro dos poços apontam para espessuras de até 38m.

10.5.1.2 – PANTANAL - Q1p1

A Formação Pantanal mais para sul, dentro da bacia sedimentar quaternária homônima, possui uma razoável espessura, podendo atingir 400m ou mais. A complexidade da sedimentação afetada pela história paleoclimática e epirogenética do conjunto área-fonte/bacia de deposição, leva a conclusão de que subdivisões estratigráficas surgirão para designar melhor esse pacote de sedimentos, ainda em processo deposição.

A área do projeto está na borda dessa bacia sedimentar, onde há evidências de mudanças no nível de base ocasionada por soerguimento. Nessa área os depósitos aluviais são bastante delgados, repousam sobre as rochas do Grupo Cuiabá e estão em processo de dissecação. Provavelmente correspondam cronologicamente aos sedimentos basais depositados mais ao sul.

Formam um aquífero intergranular descontínuo, livre, constituído de terraços aluviais sub-recentes, composto por sedimentos arenosos e areno-argilosos semiconsolidados, com intercalações ou afloramento de concreções limoníticas (Qdl). Localmente ocorrem lentes conglomeráticas.

O caráter errático dessas lentes e camadas faz a permeabilidade variar tanto vertical como lateralmente, sendo de média a alta nas porções arenosas e conglomeráticas e baixa nas argilosas. Mesmo assim, devido à pouca espessura e ao fato do nível freático ser raso, a vulnerabilidade natural é predominantemente alta.

A recarga anual está intimamente ligada ao regime das chuvas tanto pela infiltração direta como pela elevação do nível d'água das drenagens. Localmente

estocam água que ajudam a perenizar os cursos d'água.

Essas coberturas são importantes na proteção do aquífero fraturado subjacente, por formarem uma barreira filtrante durante a recarga indireta anual.

Nenhum poço cadastrado forneceu informação de captação nesse aquífero. No entanto, ele pode ser explorado por poços escavados de grande diâmetro e poços tubulares rasos.

Informações obtidas de poços que atravessam o aquífero, para captar água no meio fraturado subjacente, forneceram dados do nível estático que resultaram numa média de 11m.

Interpretando os dados obtidos dos poços cadastrados, conclui-se que a profundidade dessa formação varia, de poucos metros nas cabeceiras do Aricá-Açu, a 36m no Distrito Industrial de Cuiabá.

10.5.1.3 – COBERTURA DETRITO-LATERÍTICA - NQdl

São as lateritas mais espessas que ocorrem numa área muito pequena dentro do projeto. Formam um aquífero intergranular descontínuo livre.

Fora da área do projeto, no interior do planalto, tem importância como área de recarga, funcionando como um estoque temporário que escoia lentamente para o aquífero subjacente.

Possui alta vulnerabilidade natural à poluição, considerando o aquífero em si; no entanto, serve de barreira de proteção ao aquífero subjacente.

10.5.1.4 – BOTUCATU - J3K1bt

Os arenitos da Formação Botucatu formam o maior e talvez o mais importante aquífero brasileiro, estendendo-se por toda a Bacia Sedimentar do Paraná.

Na área do projeto ocorre em uma área pequena na borda da Chapada. É um

aquífero intergranular extenso livre, formado de arenito fino a grosso, grãos bem arredondados, com alta esfericidade, de origem eólica.

A permeabilidade é alta e, conseqüentemente, a vulnerabilidade também é alta, devido ao fato de encontrar-se exposto.

A recarga ocorre na forma de infiltração direta das precipitações.

Próximo à borda da Chapada, o efeito de drenagem provocado pela escarpa faz com que retenha pouca água. No interior do planalto, no entanto, pode ser explorado por poços tubulares, fornecendo boas vazões.

10.5.1.5 – PONTA GROSSA - Dpg

Formação impermeável a semipermeável, composta por siltitos e siltitos com lentes de arenito fino.

Ocorre em uma área restrita no alto da Chapada, onde tem uma porção sob os arenitos da Formação Botucatu, e uma porção, aflorante, que recobre os arenitos da Formação Furnas. Funciona como proteção ao Aquífero Furnas e forma uma barreira impermeável que propicia o surgimento de algumas nascentes na borda da Chapada. Uma dessas fontes é aproveitada para produção de água mineral.

Permite a recarga do aquífero inferior somente através de fraturas. Não foi cadastrado poço atravessando a unidade.

10.5.1.6 – FURNAS/RIO IVAÍ - D1f/O3S1rv

Esse aquífero corresponde ao conjunto de rochas sedimentares representado pelas unidades geológicas Formação Furnas, no topo e Grupo Rio Ivaí, na base. O Grupo Rio Ivaí é composto pelas formações Alto Garças, no topo e Formação Vila Maria, na base.

Afloram na escarpa da borda da Chapada e também em superfície as formações Furnas e Alto Garças. Esse conjunto

constitui um aquífero intergranular extenso, com porções livres e confinadas, estas, sob os sedimentos finos da Formação Ponta Grossa.

O conjunto pode ser resumidamente descrito como sendo constituído de arenito médio a grosso, arenito conglomerático e conglomerado, com arenito fino na base.

Possui alta permeabilidade. A recarga ocorre pela infiltração direta das chuvas.

Apenas dois poços foram cadastrados no aquífero na área de estudo. Entretanto, é um dos mais importantes aquíferos regionais, além de localmente ter grande importância na estocagem e na perenização dos rios Aricá-Açu e Coxipó, bem como na recarga indireta do aquífero fraturado subjacente.

Próximo à borda da Chapada, o efeito de drenagem pela escarpa faz com que retenha pouca água. No entanto, no interior do planalto pode ser explorado por poços tubulares, fornecendo boas vazões.

Apresenta alta vulnerabilidade na área aflorante e baixa vulnerabilidade na porção confinada.

Na parte inferior, aflorando somente na escarpa, ocorre a Formação Vila Maria, formando um aquífero intergranular confinado, constituído por conglomerados e arenitos tabulares, por vezes com matriz argilosa e finas intercalações de folhelho.

A recarga se processa indiretamente através da unidade sobreposta. Está submetida aos mesmos efeitos de drenagem provocada pela escarpa.

A ocorrência de intercalações de folhelho e matriz argilosa em alguns arenitos faz com que a permeabilidade, normalmente alta no restante do conjunto, possa variar para média permeabilidade.

As formações Vila Maria e Alto Garças, embora ocorram em muitos pontos da Bacia Sedimentar do Paraná, não têm um caráter contínuo de expressão regional. Na área formam aquíferos pouco extensos.

10.5.2 – AQUIFERO FRATURADO - CUIABÁ - NPcu

O Grupo Cuiabá aflora na maior parte da área do projeto, onde ocorrem as subunidades de 3 a 7.

Como dito anteriormente, a amostragem dos parâmetros dos poços concentrou-se na subunidade 5, sendo que para as outras não há representatividade estatística dos parâmetros de poços. Ressalta-se que a localização dos poços, em relação à subunidade explorada, considera a cartografia geológica levantada no projeto na escala 1:100.000. Interpretações diferentes quanto ao enquadramento das litologias, especialmente entre as subunidades 5 e 6 ao longo do *trend* de direção NE que corta a área metropolitana de Cuiabá/Várzea Grande, sejam estas interpretações embasadas em observações mais detalhadas ou escala de levantamento maior, poderão alterar a distribuição dos poços por subunidade.

Nesse trabalho considera-se o Grupo Cuiabá como um aquífero fraturado extenso, livre na maior parte da área estudada. Localmente, pode ser semiconfinado devido à presença de cobertura cenozóica mais espessa, em pontos de cota mais baixa em relação à recarga.

Nos limites NE da área está sob um espesso pacote de sedimentos da Bacia Sedimentar do Paraná onde, teoricamente, poderia estar sob condição de confinamento. No entanto, não há nenhuma informação sobre o aquífero nessa área.

O aquífero é formado por metassedimentos de baixo grau, dobrados e fraturados, cortado por veios de quartzo. Os detalhes das litologias e estruturas estão no capítulo 2.

A acumulação e circulação de água ocorrem nas fraturas e nas porções de rocha alterada. Metassedimentos grosseiros alterados e faixas milonitizadas

comportam-se, dentro dos pacotes fraturados, como zonas porosas, ampliando a capacidade de armazenamento.

Na **Tabela 10.1** podem ser observadas as médias dos parâmetros dos poços que exploram o aquífero fraturado. A estatística dos dados foi feita a partir das informações de 445 poços, com dados completos de profundidade, nível estático, nível dinâmico e vazão.

Comparando os parâmetros vazão e capacidade específica entre os poços que exploram o aquífero em zonas com co-

Nas **figuras 10.5 e 10.6** pode ser observado, pela distribuição percentual dos poços, que há uma tendência das vazões e capacidades específicas serem maiores nos poços que captam água em partes do aquífero que estão sob coberturas de aquífero poroso.

Apesar do número relativamente pequeno de dados estatísticos, cabe alguma discussão sobre a razão da tendência observada. Aparentemente, a principal causa dessa tendência de aumento na capacidade dos poços seria a ampliação

Tabela 10.1 – Parâmetros dos poços que exploram o Aquífero fraturado Cuiabá. Mostra também a variação das médias dos parâmetros correlacionadas à existência ou não de cobertura de aquíferos porosos sobre o aquífero fraturado.

Valores Médios dos Parâmetros dos Poços que Captam Água do Grupo Cuiabá						
Aquífero superficial atravessado pelos poços	Número de poços cadastrados	Profundidade (m)	Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m ³ /h)	Capacidade específica (m ³ /h/m)
Todos os poços*	445	115	11,3	57,3	12,3	0,485
Sem cobertura	376	113,5	11,6	58,9	10,3	0,394
Todos**	69	127,4	10,1	50,7	23,1	0,986
Q1p1	29	121,8	11	59,5	14,4	0,331
Q2a1/Q2a2	35	133,5	9,8	42,3	30,8	1,562

* Todos os poços que exploram o aquífero fraturado indistintamente, com e sem cobertura de aquífero superficial.

**Todos os poços onde há cobertura das unidades geológicas Q1p1, Q2a1 e Q2a2, que formam os aquíferos porosos que recobrem as rochas do Grupo Cuiabá.

bertura de sedimentos aluvionares com aqueles em zonas sem essas coberturas, observa-se que a profundidade média dos níveis estático e dinâmico é maior nos poços sem cobertura. A média do abaixamento ($S = NE - ND$) também é maior e a da vazão, menor. Conseqüentemente, há um aumento na média da capacidade específica (vazão/abaixamento) dos poços que exploram zonas sob os aquíferos porosos formados pelas coberturas sedimentares quaternárias.

das reservas de água propiciada pelo meio poroso que, estando saturado – NE raso – ampliaria também a quantidade de fraturas alimentadas. No entanto, observando-se as estruturas geológicas da área deduz-se que outro fator, igualmente importante, pode ser aventado.

No Mapa Hidrogeológico (volume 2) estão plotados 73 poços com capacidade específica igual ou maior que 0,75m³/h/m. Observa-se que uma parte significativa desses poços atravessa co-

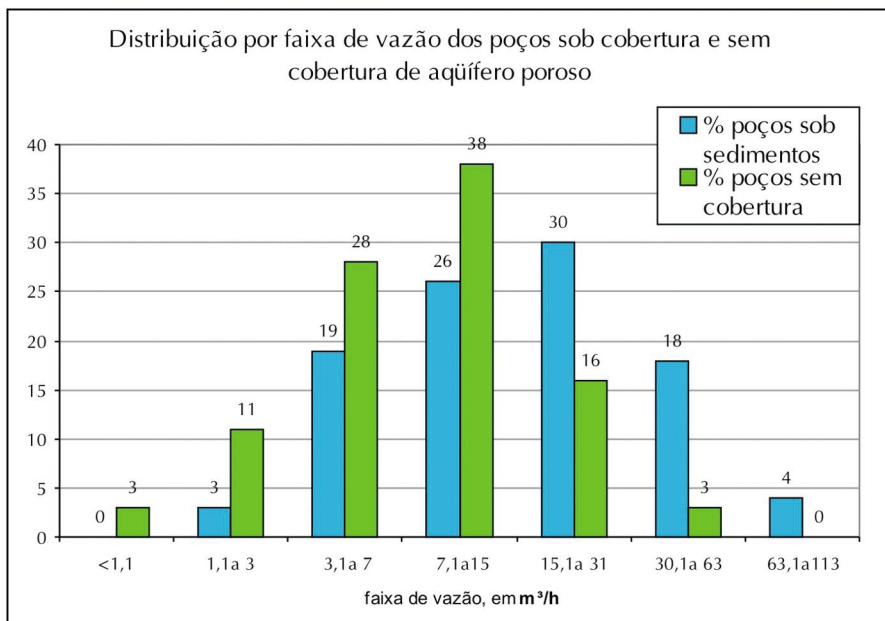


Figura 10.5 – Distribuição por faixa de vazão dos poços que explotam o aquífero fraturado, comparando as situações com e sem cobertura de aquíferos porosos.

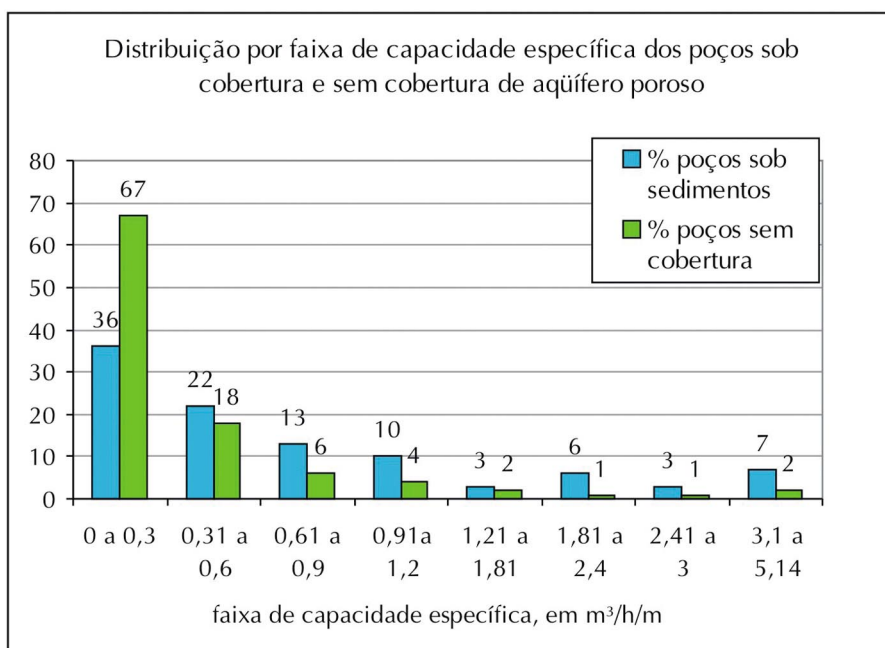


Figura 10.6 – Distribuição por faixa de vazão dos poços que explotam o aquífero fraturado, comparando as situações com e sem cobertura de aquíferos porosos.

berturas porosas. Esses e outros, fora das coberturas, têm em comum o fato de se concentrarem também em zonas de falhas e fraturas.

Dois *trends* principais com concentração de poços com capacidade es-

pecífica elevada podem ser observados. São paralelos e têm direção aproximada N40°E, e cortam a área metropolitana de Cuiabá/Várzea Grande. Em Cuiabá, concentram-se na região dos bairros Distrito Industrial e

Nova Esperança I, II e III. Em Várzea Grande, concentram-se na região do Bairro Cristo Rei.

Embora não tenham sido encontrados afloramentos com evidências diretas de movimentação neotectônica, as mesmas são sugeridas pela própria história da formação do Pantanal. Os alinhamentos no curso geral dos rios Aricá-Açu e Cuiabá, o formato de áreas com coberturas recentes tendendo para direção NE e outras evidências indiretas, levam à conclusão da influência dessa movimentação na produção dos sistemas de falhas/fraturas abertas.

Conclui-se que os sistemas de fraturamentos abertos são o fator preponderante na obtenção de poços com boas vazões, e que estas podem ser ampliadas pela presença de cobertura de aquífero poroso saturado.

Não se fez um estudo estatístico da influência do manto de alteração na vazão dos poços devido à relativamente pouca quantidade de dados precisos e características dessas formações.

10.5.2.1 – PROFUNDIDADE DOS POÇOS

Na **Figura 10.7** é observada a distribuição dos poços por faixa de profundidade que exploram o Aquífero Cuiabá. Observa-se que 77% dos poços concentram-se na faixa de 91m a 150m.

Os custos de um poço nessa faixa de profundidade são relativamente baixos, considerando-se o benefício obtido. Esse fato é um incentivo a que se busque a alternativa de abastecimento por fonte subterrânea.

10.5.2.2 – NÍVEL ESTÁTICO

O nível estático na maior parte da área do projeto que está na Baixada Cuiabana pode ser considerado raso. Na **Figura 10.8**, observa-se que 58% dos poços tem no máximo 10m de profundidade e, considerando-se o limite de 15m de profundidade, serão 78% dos poços.

Esse fato pode ser atribuído principalmente à topografia plana na maior parte da área de amostragem, aliada às características hidroclimatológicas.

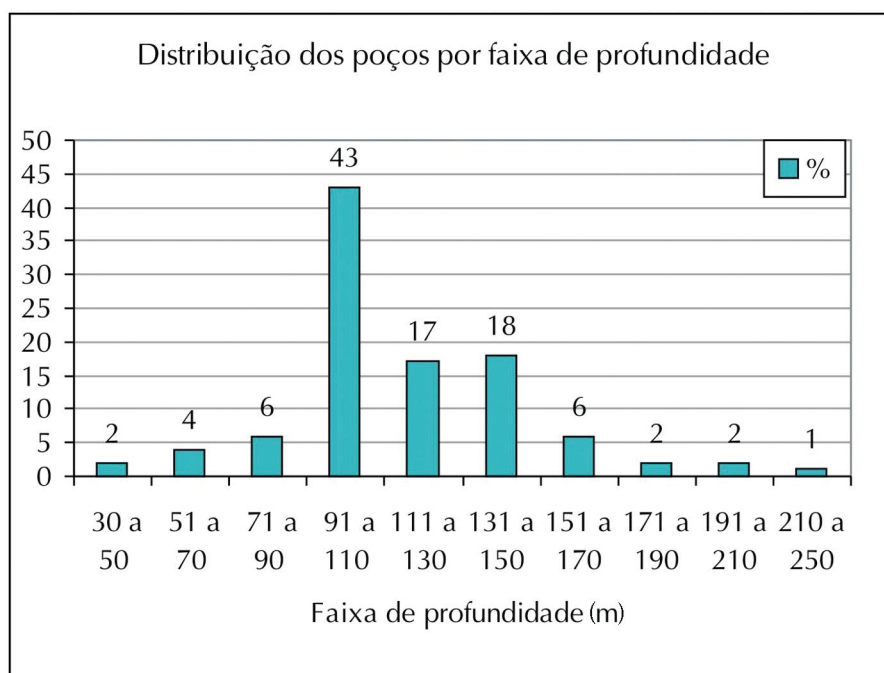


Fig 10.7 – Profundidade dos poços que exploram o aquífero fraturado.

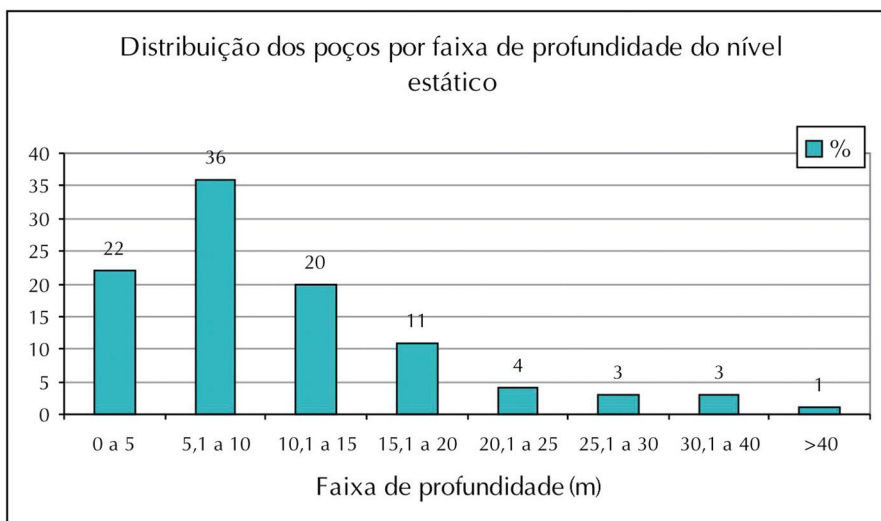


Fig 10.8 – Nível estático dos poços que explotam o aquífero fraturado.

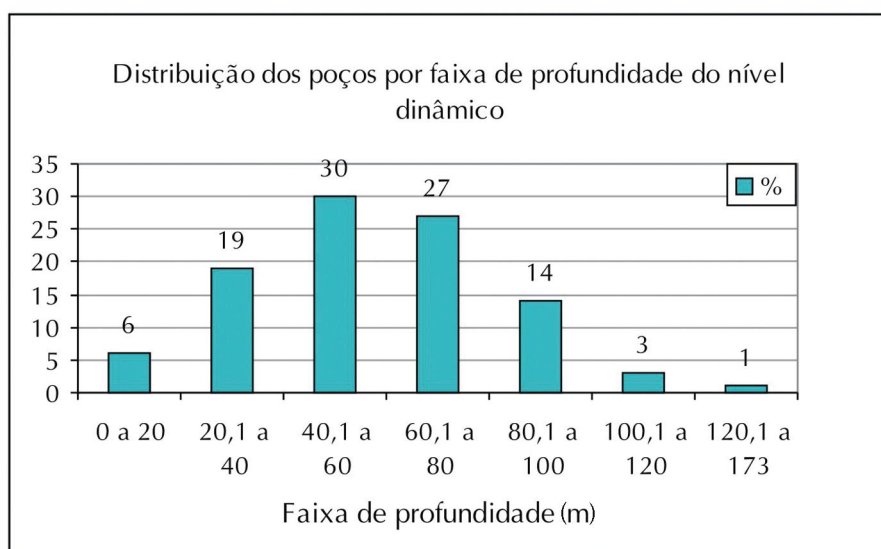


Fig 10.9 – Nível dinâmico dos poços que explotam o aquífero fraturado.

O nível estático pode ser considerado uma característica natural do aquífero. Nesse ambiente de aquífero livre é um dado também de interesse geotécnico, pois a técnica construtiva da maioria dos poços não isola a pressão dos níveis mais profundos do aquífero. Nesses casos, o NE dos poços confunde-se com a superfície do freático.

10.5.2.3 – NÍVEL DINÂMICO

A distribuição da profundidade do nível dinâmico dos poços pode ser ob-

servada na **Figura 10.9**. A maioria delas – 57% – está na faixa de 40 a 80m. Ressalva-se que os dados aqui apresentados são os obtidos com a vazão de teste.

O parâmetro rebaixamento (representado pela letra S) obtido pela diferença entre as profundidades dos níveis estático (NE) e dinâmico (ND) não será apresentado nesse relatório, num item específico sobre o mesmo. Será abordado no item capacidade específica, parâmetro este que contém o valor de “S”.

10.5.2.4 – VAZÃO

O comportamento das vazões obtidas nos poços que exploram o aquífero fraturado pode ser observado na **Figura 10.10**, na qual 40% dos poços têm vazões de até $7\text{m}^3/\text{h}$ e 76% apresentam valores abaixo de $15\text{m}^3/\text{h}$. Se considerarmos a média de $12,3\text{m}^3/\text{h}$, verifica-se que em 68% dos poços as vazões estão abaixo da média.

Vazões excepcionalmente altas foram verificadas em alguns poços. Esse comportamento reflete a característica anisotrópica do meio fraturado.

Comparando os dados estatísticos de vazão obtidos na área do projeto com outras regiões do país, onde há significativa exploração do aquífero fraturado formado por metassedimentos de baixo grau, pode-se dizer que na área há boas condições de exploração da água subterrânea.

A soma da vazão de teste de todos os poços cadastrados dá um valor de $5.474\text{m}^3/\text{h}$.

10.5.2.5 – CAPACIDADE ESPECÍFICA

A distribuição estatística da capacidade específica dos poços pode ser observada na **Figura 10.11**. Observa-se que

80% dos poços têm capacidade específica de até $0,6\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$, sendo que 75% dos poços apresentam capacidade específica menor que a média.

10.6 – QUALIDADE DA ÁGUA

No cadastro de poços constam vários poços com análises químicas e bacteriológicas, cuja interpretação está mostrada na **Tabela 10.2**. Observa-se que, de um modo geral, a água subterrânea é de boa qualidade química, ocorrendo relativamente poucos pontos com teores de elementos químicos acima dos padrões de potabilidade.

O levantamento geoquímico multielementar analisou uma grande quantidade de elementos químicos, sendo encontrado apenas nitrato – claramente de origem antrópica – como elemento nocivo à saúde. Os teores altos de ferro encontrados em alguns poços são de origem natural, devido à ocorrência de pirita (disulfeto de ferro – FeS_2) disseminada nas rochas do Grupo Cuiabá.

As análises de água superficial efetuadas no projeto durante as campanhas de levantamento geoquímico e hidrológico (ver capítulos 8 e 9) mostraram que há uma

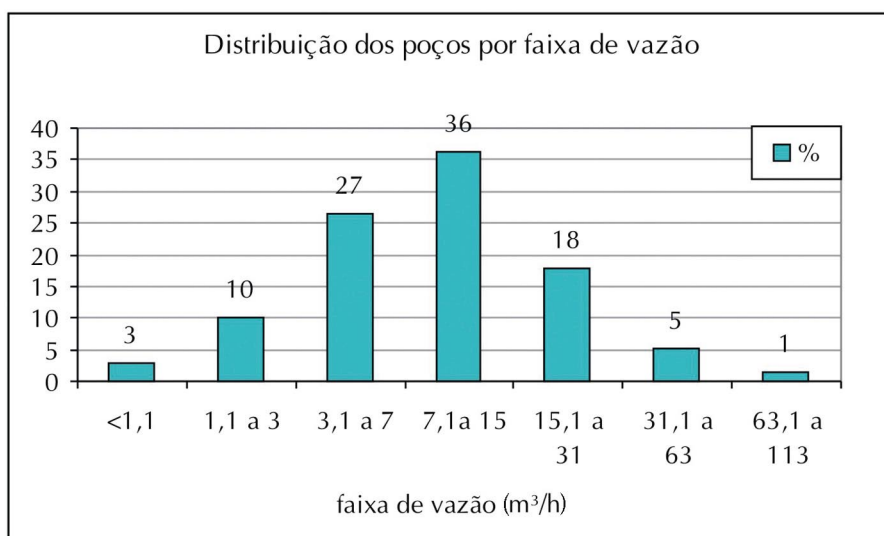


Fig 10.10 – Vazão dos poços que exploram o aquífero fraturado.

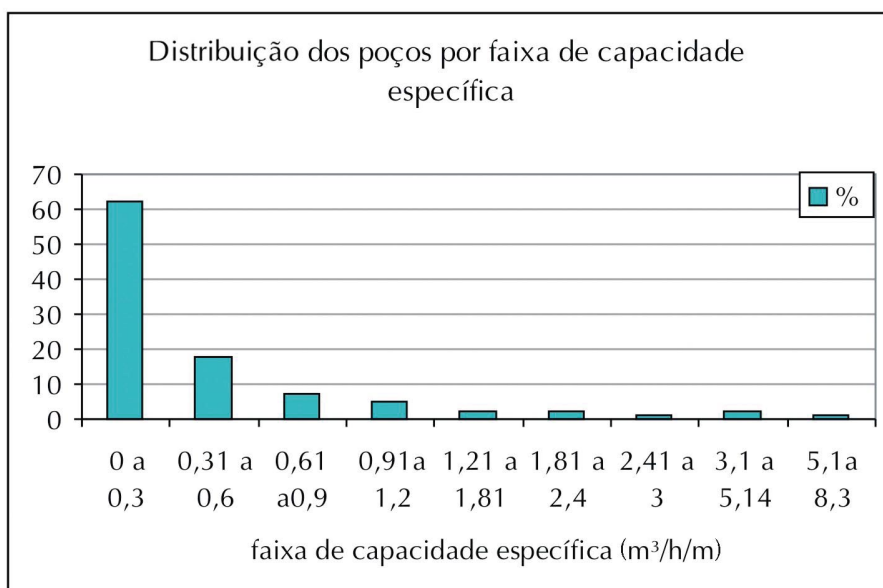


Fig 10.11 – Capacidade específica dos poços que explotam o aquífero fraturado.

Tipo de análise	Nº de poços com análise	Nº de poços com parâmetro acima dos padrões de potabilidade*					
		Coliformes totais e fecais	pH	Ferro	Alumínio	Manganês	Turbidez
Biológica	112	38					
Química	121			5	2	7	
Físico-química	119		10				5

Tabela 10.2 – Resultado de análises que mostram o número de poços com qualidade imprópria para consumo humano. *Padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria nº 518 de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde.

grande contaminação da água superficial na área mais densamente ocupada, justamente onde há maior concentração de poços. São frequentes os lançamentos de esgoto no solo e nos cursos d'água. O bombeamento desses poços provoca um rebaixamento do nível d'água nas suas áreas de influência, o que induz a uma recarga maior que a natural. Este fato, aliado à vulnerabilidade do aquífero, resulta num alto risco de contaminação dos aquíferos.

Os dados aos quais se teve acesso, mostram um número relativamente alto de poços contaminados por coliformes. A contaminação, no entanto, pode ser maior, uma vez que um grande número

de poços não foi analisado.

Essa contaminação e as suas causas já haviam sido constatadas pelos autores dos trabalhos anteriores citados. Os dados aqui apresentados confirmam que a falta de sistema de esgoto e poços sem isolamento sanitário adequado são as principais causas da contaminação por coliformes.

10.7 – VULNERABILIDADE DOS AQÜÍFEROS

A vulnerabilidade natural dos aquíferos à contaminação está relacionada à maior ou menor facilidade dos mesmos serem afetados por agentes externos con-

taminantes. É controlada, principalmente, pela inacessibilidade hidráulica da zona saturada e pela capacidade de atenuação da zona não saturada.

A avaliação da vulnerabilidade dos aquíferos na área do projeto baseou-se na seleção de parâmetros disponíveis e facilmente reconhecidos. Por falta de informações mais precisas, a avaliação da vulnerabilidade dos aquíferos na área foi efetuada levando-se em conta o tipo de ocorrência das águas subterrâneas, as características dos estratos das zonas não saturadas e a profundidade dos aquíferos.

Concluiu-se que na maior parte da área a vulnerabilidade é alta. A exceção ocorre na área de afloramento da Formação Ponta Grossa, no alto da Chapada dos Guimarães.

Porções argilosas da Formação Pantanal que ocorre em pequenas áreas na Baixada Cuiabana poderiam ser consideradas de baixa vulnerabilidade. No entanto, na maioria delas o nível d'água é muito raso, ficando esse aquífero vulnerável. Detalhes de zonas menos vulneráveis podem ser obtidos mediante levantamento local detalhado.

10.8 – RESERVA EXPLOTÁVEL

Uma questão importante para gestão é a quantidade que pode ser explorada dos recursos hídricos, no caso a água subterrânea. Os conceitos de reserva e recursos exploráveis são objeto de controvérsias entre vários autores.

Uma definição objetiva para as reservas de água que podem ser exploradas é fornecida por Conkling (1946, *in* Feitosa & Manoel Filho, 1997) que define *safe yield* como “a vazão média anual extraída artificialmente do aquífero sem que se acarretem resultados indesejáveis”.

Como efeitos indesejáveis podem-se considerar (Young, 1970 e Wisscher, 1968, *in* Custódio & Llamas, 1983):

- sob o ponto de vista hidrológico – que se exceda a recarga média anual, tendo em conta que, com muita frequência, um incremento de bombeamento aumenta a recarga;
- sob o ponto de vista econômico – que os níveis piezométricos desçam abaixo da profundidade econômica de bombeamento;
- sob o ponto de vista de qualidade – que se permita a entrada de águas de qualidade indesejável;
- sob o ponto de vista legal – que se afete direitos de outros usuários em decorrência de esgotamentos ou redução sensível da descarga de base dos rios ou de poços preexistentes;
- sob o ponto de vista agrícola – que nos aquíferos freáticos com nível pouco profundo, este não desça o suficiente para danificar a vegetação natural, a paisagem e os cultivos típicos da região;
- sob o ponto de vista morfológico e geotécnico – que não se produza uma subsidência do terreno com efeitos adversos.

Um conceito prático é o de disponibilidade real (Feitosa & Manoel Filho, 1997): “é o volume total que pode ser utilizado do aquífero, de forma não depletiva (usando-se apenas as reservas reguladoras) ou depletiva, quando da possibilidade de que as parcelas utilizadas das reservas permanentes venham a ser repostas a longo prazo”.

A quantificação dos recursos hídricos em meio poroso é mais precisa, contando com modelos matemáticos mais aproximados da realidade. Nos meios fraturados essa quantificação é mais difícil, sendo que os modelos matemáticos funcionam quando o grau de conhecimento é bastante detalhado. No caso da área do projeto predomina o meio fraturado, sobre o qual não há o conhecimento necessário. O meio poroso ocorre em áreas restritas e, no caso dos sedimentos da Bacia do Paraná que afloram na borda

da Chapada dos Guimarães, tem um fluxo predominante em direção ao interior do planalto.

Para um cálculo aproximado quanto à ordem de grandeza da reserva explorável, fez-se uma tentativa com base nos dados hidrometeorológicos medidos na área como um todo e considerou-se apenas a área onde as rochas do Grupo Cuiabá afloram ou são cobertas por sedimentos quaternários. Essa área tem aproximadamente 4.800km².

A reserva reguladora é entendida como a quantidade de água que alimenta anualmente o aquífero o qual, por sua vez, alimenta os cursos d'água superficiais durante o período de recessão. Para efeito de cálculo considera-se, para a área como um todo, que é insignificante o efeito do bombeamento dos poços existentes.

Cunha (co-autor do capítulo 9), baseado no estudo Balanço Hídrico na Região do Serrado (Nimer & Brandão, 1989) e em dados das estações climatológica do INMET e fluviométrica situada em Cuiabá (no rio Cuiabá), estima a taxa de infiltração em 13% da precipitação total de 1.424mm/ano, o que dá 186mm/ano. Considerando a área de ocorrência do meio fraturado de 4.800km², tem-se uma reserva reguladora $R_r = 8,93 \times 10^8 \text{m}^3/\text{ano}$.

Como já dito anteriormente, o cálculo dos recursos exploráveis é bastante complexo e dependente de um conhecimento mais aprofundado, tanto do meio físico (aquífero, bacia, regime hidrológico, etc.) como das ações e obras existentes e planejadas que de alguma forma interferem nos recursos hídricos.

Diante dessa complexidade e considerando, ainda, que a exploração induz a um aumento no volume da recarga, adota-se para um cálculo aproximado dos recursos exploráveis o que segue:

- o valor de 20% da reserva reguladora – $8,93 \times 10^8 \text{m}^3/\text{ano} \times 0,2 = 1,79 \times 10^8 \text{m}^3/\text{ano}$.

- uma parte da reserva permanente, no meio fraturado, equivalente ao que poderia ser recarregado, induzido pelo bombeamento, estimado em 10m de espessura saturada, com o equivalente a uma porosidade eficaz de 1% (na realidade zonas fraturadas e alteradas) em 80% da área do aquífero – $10\text{m} \times 0,01 \times 0,8 \times 4,8 \times 10^9 \text{m} = 3,84 \times 10^8 \text{m}^3/\text{ano}$.

O resultado é que as reservas exploráveis, distribuídas na área de ocorrência do Aquífero Cuiabá, seriam de $5,63 \times 10^8 \text{m}^3/\text{ano}$. Esse valor é altamente especulativo, porém tem alto grau de segurança, pois é menor que 10% do volume da precipitação média anual de $6,8 \times 10^9 \text{m}^3$.

10.9 – CONCLUSÃO

A água subterrânea na região possui boa qualidade química e, embora apresente locais com contaminação de origem antrópica, na maior parte da área ainda está preservada.

A relativa facilidade de se perfurar poços na região e o baixo índice de poços secos, ou com vazões muito baixas, são um estímulo à perfuração de poços como uma alternativa de abastecimento, mesmo onde existe rede pública ou disponibilidade de fonte superficial. Essa facilidade, aliada à intensa ocupação que se verifica na região metropolitana, faz prever um aumento acelerado na exploração da água subterrânea.

A maior concentração de poços nos núcleos urbanos pode exceder a capacidade de exploração dos aquíferos e, ainda, induzir os fluxos de recarga local mais intensos, tornando o aquífero mais vulnerável. As várias fontes de cargas contaminantes existentes, como esgoto lançado nos cursos d'água e solo, lixões, depósitos de rejeito, vazamento de redes de esgoto, tanques coletores, depósitos de combustíveis e substâncias químicas, representam um alto risco de contamina-

ção, que, aliás, já se verifica na área metropolitana de Cuiabá/Várzea Grande.

Um poço mal construído, além dos inconvenientes de durabilidade, operação e manutenção, representa um grande risco quanto à contaminação do aquífero e, mais freqüentemente, do próprio poço.

É necessário, portanto, que se tenha uma atenção redobrada quanto à proteção dos poços e aquíferos. Os regulamentos e fiscalização do uso e ocupação do solo devem contemplar a proteção da água subterrânea.

Um programa de educação ambiental, envolvendo toda a população, é a maior garantia de um eficiente controle sobre as fontes de poluição difusas.

Nas áreas de maior demanda, recomenda-se o monitoramento dos níveis piezométricos e da qualidade da água em toda área de influência das recargas e captações locais, como forma de garantir a continuidade do abastecimento e proteger a saúde da população.

10.10 – BIBLIOGRAFIA

- APOITIA, L. F. M. *et al.* Caracterização Preliminar da Qualidade das Águas Subterrâneas na Cidade de Cuiabá – MT. *Boletim Paranaense de Geociências*. Curitiba: Editora UFPR, n. 54, 2004, p. 7-17.
- CUSTODIO, E. & LLAMAS, M. R. Hidrologia Subterrânea. 2. ed. Barcelona, Ediciones Omega, 1983. 2v. 2231p.
- FEITOSA, F. A. C. & MANOEL FILHO, J. Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. Fortaleza: CPRM / LABHID-UFPE, 1997. 412p. il.
- FOSTER, S. & HIRATA, R. Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas. 2 ed. Lima (Peru): Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia del Ambiente, 1991. 81p. il.
- MIGLIORINI, R. B. Hidrogeologia em meio urbano: região de Cuiabá e Várzea Grande – MT. São Paulo: USP, Tese de Doutorado, 1999.

11 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E LEGISLAÇÃO - ECOTURISMO

11.1 – INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a diversidade biológica em todas as partes da Terra vem sofrendo uma enorme alteração devido ao desmatamento, contaminação dos recursos hídricos tanto superficiais como subterrâneos, ocupação desordenada, instalação de indústrias em locais impróprios, etc.

A continuidade desta devastação certamente afetará as gerações que irão nos suceder, provocando a falta de alimentos, água, modificações catastróficas de clima e a extinção de espécimes de flora e fauna.

Os cerrados e campos cerrados ocupam a maior parcela da área em estudos, com grande diversidade de vegetação, solos, clima e fauna. Atualmente estas áreas de cerrados têm sofrido uma ação antrópica exagerada, com a sua transformação em pastagens e plantações de grãos.

Também as matas ciliares têm sido devastadas, provocando mudanças drásticas no comportamento das drenagens, com o assoreamento e seca de rios e córregos.

Assim, para amenizarmos um pouco as conseqüências desta devastação e

agressão à natureza, faz-se necessário a adoção de estratégias para a conservação do meio ambiente, com a criação de Unidades de Conservação, onde se reduzam os riscos de destruição ambiental.

11.2 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Unidades de Conservação são áreas protegidas pelo poder público a fim de preservar e resguardar locais representativos dos recursos naturais do país.

São regidas por instrumentos legais que discriminam o tipo de uso indicado à unidade, seus limites, dimensões, municípios abrangidos e o organismo gestor.

11.2.1 – TIPOS DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO EXISTENTES NA ÁREA DO PROJETO

11.2.1.1 – APAS - ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Foram criadas pela Lei nº 6.902 de 27/04/81 e regulamentadas pelo Decreto nº 99.274 de 06/06/90.

Referem-se a áreas públicas e/ou privadas, muito extensas, com certa ocupação humana, onde as atividades produtivas exercidas são orientadas e supervisionadas, disciplinando o processo de ocupação das terras e promovendo a proteção dos recursos abióticos e bióticos dentro de seus limites, resguardando as condições ecológicas locais e mantendo as paisagens e atributos culturais relevantes.

Nas áreas das APAs sob domínio público, a visitação e pesquisas científicas dependem de autorização do IBAMA.

Na área trabalhada existe apenas uma APA.

11.2.1.1.1 – APA DA CHAPADA DOS GUIMARÃES

Foi criada pelo Decreto Estadual nº 537 de 21/11/95 e efetivada pela Lei Estadual nº 7.804 de 05/12/02, abrangendo uma área de 251.847,93ha nos municípios de Cuiabá, Chapada dos Guimarães, Campo Verde e Santo Antônio de Leverger.

A APA foi criada tendo em vista que a região por ela abrangida é de uma biodiversidade riquíssima, com suas escarpas abruptas, onde nascem córregos e rios que formam belas cachoeiras, com matas galerias que se integram ao ambiente de cerrados e campos cerrados com grande diversidade de flora, fauna e beleza cênica.

Além disso, a fragilidade das escarpas formadas por arenitos friáveis e a crescente substituição do cerrado por plantações principalmente de soja e pastagens e o turismo desorganizado colocam em risco toda a região.

Assim, seu objetivo principal é o de preservar as feições geomorfológicas das escarpas e do planalto da Chapada dos Guimarães, as matas ciliares, os cerrados, campos cerrados e demais formas de vegetação originárias da região, e as inúmeras

nascentes de córregos e rios. Proteger e preservar as cavernas, sítios arqueológicos e a fauna.

A lei de criação restringe na área as seguintes atividades:

“Art. 5º –

I - a implantação de atividades industriais potencialmente poluidoras, capazes de afetar os mananciais de água e as matas em seus entornos;

II - a realização de obras de terraplanagem e abertura de canais que prejudiquem ou impliquem em alterações das condições ecológicas locais;

III - o exercício de atividades capazes de provocar acelerada erosão ou assoreamento dos mananciais hídricos;

IV - o exercício de atividades que ameacem extinguir as espécies raras da biota, o patrimônio espeleológico e arqueológico, as manchas de vegetação primitiva e as nascentes dos cursos d'água existentes na região.

Art. 6º – A abertura de vias de comunicação e a implantação de projetos de urbanização, sempre que importarem na realização de obras de terraplanagem, bem como a realização de grandes escavações e obras que causem alterações ambientais, dependerão de licença ambiental junto à FEMA, que somente poderá concedê-la após consulta ao Município interessado.

Parágrafo único. Quando da concessão de licença ambiental para os empreendimentos relacionados no *caput* deste artigo, a FEMA indicará as restrições necessárias à salvaguarda dos ecossistemas atingidos.

Art. 7º – Ficam estabelecidas como Zonas de Conservação Hídrica as nascentes dos rios e córregos denominados Coxipó, Coxipó-Açu, Água Fria, Bom Jardim, Cachoeirinha, Aricazinho e Formoso.

Art. 8º – A APA Chapada dos Guimarães será implantada, supervisionada,

administrada e fiscalizada pela Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEMA, em articulação com o IBAMA e os Municípios da área protegida.

Parágrafo único. Com vistas a atingir os objetivos previstos para a APA Chapada dos Guimarães, bem como para definir as atribuições e competência no controle de suas atividades, a FEMA poderá firmar convênios com órgãos e entidades públicas ou privadas.”.

11.2.1.2 – PARQUES NACIONAIS, ESTADUAIS E MUNICIPAIS

Sua legislação foi efetivada pela Lei nº 4.771 de 15/09/65 e regulamentada pelo Decreto nº 84.017 de 21/09/79.

São áreas extensas delimitadas, dotadas de atributos excepcionais da natureza, ou seja, da flora, fauna, solo e paisagem natural, ou de valor científico ou histórico, objeto de preservação permanente, postas à disposição da população. Sua utilização para fins científicos, educacionais e recreativos depende de prévia autorização do IBAMA.

Na área do projeto existem apenas um Parque Nacional e um Parque Estadual.

11.2.1.2.1 – PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS GUIMARÃES

Foi criado pelo Decreto nº 97.656 de 12/04/89, ocupando uma área de 33.000ha, situando-se no município de Chapada dos Guimarães sendo totalmente cercado e administrado pelo IBAMA.

Seu objetivo principal é o de proteger e preservar amostra do ecossistema ali existentes, assegurando a preservação de seus recursos naturais, proporcionando oportunidades controladas para uso pelo público, educação, pesquisa científica e também contribuindo para a preservação de sítios arqueológicos existentes na área.

Dentro do parque existem vários monumentos geológicos e diversas cachoeiras dentre as quais destaca-se o Véu de Noiva.

11.2.1.2.2 – PARQUE DA CIDADE - MÃE BONIFÁCIA

Foi criado pelo Decreto Estadual nº 1.470 de 09/06/2000, ocupando uma área de 771,606,00m² e com um perímetro de 3.583,00m, dentro do perímetro urbano do município de Cuiabá.

A criação do parque objetiva garantir proteção dos recursos naturais da área preservando amostra significativa de cerrado dentro do contexto urbano e proporcionando oportunidades controladas para uso público, educação ambiental, pesquisa, recreação e turismo.

O parque encontra-se subordinado a Fundação Estadual de Meio Ambiente, que deve tomar as medidas necessárias para sua administração e controle.

11.3 – ECOTURISMO

11.3.1 – CAVERNA DO AROE JARI

A caverna do Aroe Jari (**Foto 11.1**), que em língua bororo significa “Morada das Almas”, situa-se a 45km a leste da cidade de Chapada dos Guimarães, sendo a segunda maior caverna em areni-



Foto 11.1 – Entrada da Gruta do Aroe Jari. Coordenadas UTM: 660952/8273197.

tos no Brasil. O acesso é realizado pela rodovia MT-251 que liga Chapada dos Guimarães a São José da Serra, até a entrada da fazenda Medianeira e deste ponto até o estacionamento por estrada de terra. Do estacionamento até a caverna são aproximadamente 3,5km de trilhas através de campos cerrados, veredas e matas galerias, em um percurso agradável onde podem-se observar várias esculturas produzidas pela erosão nos arenitos como a Ponte de Pedra (**Foto 11.2**).

A caverna foi esculpida em arenitos do Grupo Rio Ivaí depositados durante o Período Neo-Ordoviciano, com

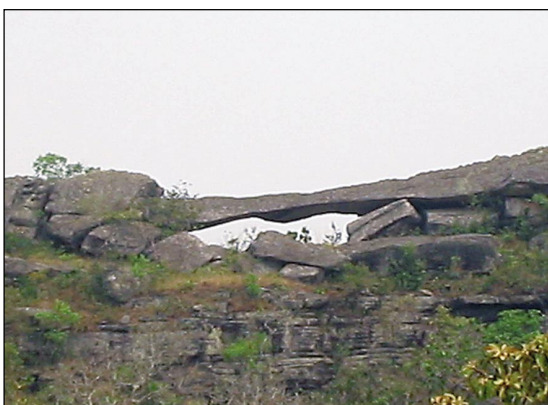


Foto 11.2 – Ponte de Pedra. Esculpida pela erosão em arenitos do Grupo Rio Ivaí, no trajeto para a caverna do Aroe Jari.

idade aproximada de 435 milhões de anos. Sua formação deve-se a fragilidade à erosão dos arenitos da Formação Alto Garças, constituídos por grãos de quartzo de granulação fina, subarredondados a arredondados e de tonalidade amarelada.

A caverna tem 1.400m de extensão, e dentro dela existem várias lagoas, sendo a mais conhecida a “Lagoa Azul”, devido à tonalidade azulada de suas águas.

11.3.2 – MIRANTE

Situa-se a 7,5km a leste e a sudeste da cidade de Chapada dos Guimarães, às margens da rodovia MT-251, na es-

carpa da serra, em uma cota de 845m acima do nível do mar.

Apresenta um relevo plano, esculpido em siltitos parcialmente laterizados e contendo restos e moldes de conchas de brachiópodos que comprovam terem essas rochas se depositado em ambiente marinho, pertencentes à Formação Ponta Grossa de idade devoniana (345 a 395 milhões de anos). Na beirada da escarpa observa-se o contato gradacional com os arenitos da Formação Furnas também depositados no Período Devoniano, porém em ambiente predominantemente continental e que formam a escarpa da serra.

Em dia claro a vista que se descortina (**Foto 11.3**) é maravilhosa, podendo ser observada a escarpa da serra em várias direções, as nascentes do rio Coxipó e vários outros córregos, a Baixada Cuiabana, a cidade de Cuiabá e vários espelhos de água e lagos derivados de pequenas barragens e da exploração garimpeira de ouro.



Foto 11.3 – Vista da Baixada Cuiabana a partir do Mirante. Observem-se os diversos espelhos de água originados por represas e lagos de garimpos abandonados.

Coordenadas UTM: 640601/8288056.

11.3.3 – MORRO DE SÃO JERÔNIMO

Localiza-se dentro do Parque Nacional, a oeste da cidade de Chapada dos Guimarães. O acesso é por uma estrada vicinal a partir da MT-251. O trajeto até o morro é realizado sobre rochas metasse-

dimentares do Grupo Cuiabá de idade neoproterozóica (600 milhões de anos). As litologias do grupo, no local, estão representadas por filitos conglomeráticos de cor cinza-amarelada contendo grânulos e seixos de quartzo e metarenitos.

Na base do morro, assentando discordantemente sobre estas rochas aflora microconglomerado da Formação Furnas de idade devoniana (345 a 395 milhões de anos) e que em direção ao topo gradua para arenito homogêneo de cor clara, granulação média e friável e que quando desagregado assemelha-se a “açúcar cristal”. No topo do morro sobre os arenitos ocorre uma fina camada de siltitos parcialmente laterizados da Formação Ponta Grossa também de idade devoniana.

O morro de São Jerônimo (**Foto 11.4**) constitui-se em um dos pontos mais altos de Mato Grosso (1.020m acima do nível do mar), e a vista que se descortina a partir do topo é deslumbrante. Quando não há fumaça de queimadas a vista de Cuiabá e da Baixada Cuiabana é fabulosa.

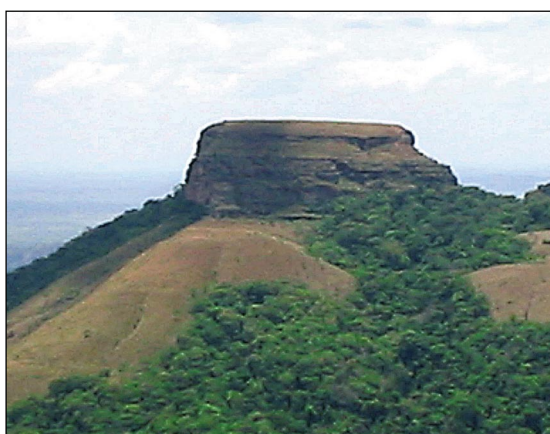


Foto 11.4 – Morro de São Jerônimo. Coordenadas UTM: 622562/8292244.

11.3.4 – CIDADE DE PEDRA

O aspecto “ruiniforme” esculpido pelos ventos e pelas chuvas em arenitos vermelhos de origem eólica da Formação Botucatu de idade cretácea (65 a 135

milhões de anos) visto de longe dá uma aparência de um aglomerado de moradias a estas rochas, daí o nome “Cidade de Pedra” (**Foto 11.5**).

O local situa-se a noroeste da cidade de Chapada dos Guimarães e o acesso é feito a partir da MT-251, pela rodovia não asfaltada que une esta localidade ao povoado de Água Fria. Após um percurso de 10km, toma-se uma estrada vicinal para a fazenda Chafariz, e se percorre aproximadamente 8km. Desse ponto em diante se segue por uma trilha até a escarpa da serra, passando por várias formações rochosas com formas bizarras. Da borda da serra se avista a “Cidade de Pedra” e os magníficos paredões da serra, várias nascentes de córregos e a Baixada Cuiabana (**Foto 11.6**).



Foto 11.5 – Vista panorâmica da “Cidade de Pedra”. Coordenadas UTM: 624430/8307962.



Foto 11.6 – Outra vista do mesmo local, observando-se à direita da foto a Baixada Cuiabana.

11.3.5 – PORTÃO DO INFERNO

Localiza-se na rodovia MT-251, descida da serra de quem segue de Chapada para Cuiabá. Constitui-se em um trecho com inúmeras curvas perigosas tendo do lado direito enormes paredões e com diversos despenhadeiros do lado esquerdo.

À direita de quem desce, ocorrem várias formas “ruiniformes” esculpidas nos arenitos eólicos vermelhos da Formação Botucatu de idade cretácea (65 a 135 milhões de anos), depositada em ambiente desértico (**Foto 11.7**). Nos paredões desta formação são visíveis estratificações cruzadas de grande porte características de depósitos sedimentares de dunas.



Foto 11.7 – Estratificações cruzadas de grande porte em arenitos da Formação Botucatu. Coordenadas UTM: 623470/8300132.

Do lado esquerdo ocorre um cânion de 85m de profundidade esculpido em arenitos tabulares de cor creme a amarelada da Formação Furnas de idade devoniana (355 a 395 milhões de anos) e depositados em ambiente continental.

Deste local é possível de se avistar a “Cidade de Pedra” bem como a Baixada Cuiabana.

11.3.6 – CACHOEIRA DO VÉU DA NOIVA

É a principal atração turística de Chapada dos Guimarães. Está localizada a noroeste da cidade, próxima a rodovia MT-251, com acesso por rodovia secun-

dária, dentro do Parque Nacional, controlado e fiscalizado pelo IBAMA.

A cachoeira é formada pelo rio Coxipó com uma queda livre de 86m em uma escarpa constituída por arenitos da Formação Furnas, depositados durante o Período Devoniano (345 a 395 milhões de anos). No local, o arenito forma uma escarpa íngreme na qual podem ser observados os pacotes tabulares e horizontais de arenito, separados por delgadas camadas de siltitos e argilitos. Na base da escarpa esses arenitos assentam discordantemente sobre as rochas metamórficas que compõem o Grupo Cuiabá de idade criogeana (> 600 milhões de anos).

A cachoeira pode ser observada a partir de um mirante (**Foto 11.8**) ou pode ser observada de baixo. Mas para se atingir a parte inferior tem que se seguir por uma trilha extremamente íngreme, não sendo aconselhada para pessoas idosas ou não preparadas para intenso esforço físico.



Foto 11.8 – Cachoeira do Véu da Noiva, rio Coxipó. Coordenadas UTM: 625455/8296316.

Na área do estacionamento próximo ao posto do IBAMA existe um restaurante regional típico, que também comercializa peças do artesanato local.

11.3.7 – CACHOEIRINHA

Localiza-se no rio Coxipozinho, na ponte da rodovia MT-251 que liga Cuiabá a Chapada dos Guimarães.

É uma cachoeira de pequenas proporções em torno de 15m de queda em arenitos arcoseanos da Formação Furnas. Mas por ser de fácil acesso é muito freqüentada, principalmente nos finais de semana. Na base da queda forma-se um poço (**Foto 11.9**) onde os freqüentadores aproveitam para nadar.

No local existe um restaurante particular e uma pequena praia cercada.

Próximo a ela, aproximadamente a 50m localiza-se a Cachoeira dos Namorados (**Foto 11.10**), com uma queda de 8m e com uma pequena gruta atrás da cachoeira.



Foto 11.9 – Cachoeirinha. Coordenadas UTM: 626411/8296381.



Foto 11.10 – Cachoeira do Namorados. Coordenadas UTM: 626421/8296215.

11.3.8 – SALGADEIRA

Trata-se de uma cachoeira no córrego Salgadeira (coordenadas UTM: 625588/8301820), situada a 20km a noroeste da

cidade de Chapada dos Guimarães, próximo à rodovia MT-251.

A queda situa-se sobre uma pequena escarpa esculpida em arenitos conglomeráticos da Formação Furnas, dentro de uma mata ciliar ainda bem preservada e cujo acesso se dá através de uma pequena trilha. No local existe um restaurante e uma área de camping.

11.3.9 – CAMINHO DAS ÁGUAS

No córrego Sete de Setembro, afluente da margem esquerda do rio Coxipó, ocorre uma seqüência de cachoeiras, denominada de “Caminho das Águas” (coordenadas UTM: 624285 / 8295494). Estas cachoeiras situam-se dentro do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães e todas elas cortam os arenitos da Formação Furnas de idade devoniana (345 a 395 milhões de anos).

A primeira delas é a Cachoeira Sete de Setembro – a mais próxima da sede do IBAMA.

Seguem-se as cachoeiras: das Andorinhas – com uma queda de 20m, formando em sua base uma piscina de águas cristalinas, com 20m de diâmetro; do Pulo – situada 50m abaixo e com uma queda livre de 8m de altura; Sonrisal – localiza-se 300m após a Cachoeira das Andorinhas e leva este nome por formar bolhas no poço situado em sua base, semelhante a efervescência daquele medicamento; do Degrau – localizada 500m após a Cachoeira do Pulo, compreendendo uma queda em cascata formando degraus até cair em um belíssimo poço de águas límpidas. A 100m abaixo tem-se a Cachoeira da Prainha. Além destas existem na região inúmeras outras cachoeiras de grande beleza cênica.

11.3.10 – CASA DE PEDRA

Situa-se a 15km da cidade de Chapada dos Guimarães (coordenadas UTM: 625120/829381), no início do “Caminho das Águas”. Trata-se de uma caverna de

pequenas dimensões (40m²), esculpida pelo córrego Sete de Setembro em arenitos claros e friáveis da Formação Furnas já descrita anteriormente, e que para o topo gradam para siltitos ferruginosos da Formação Ponta Grossa.

11.3.11 – MORRO DE SANTO ANTÔNIO

Situa-se a norte-noroeste da cidade de Santo Antônio de Leverger. O acesso se dá pela MT-301, que une Santo Antônio a Cuiabá e desta segue-se mais 3km por estrada vicinal.

O morro (**Foto 11.11**) faz parte da história de Mato Grosso desde a época dos bandeirantes, pois servia de referência para chegarem a Cuiabá. No período da guerra com o Paraguai era do seu topo que os brasileiros vigiavam o rio Cuiabá para alertar sobre uma possível invasão da frota paraguaia.

Recentemente foi tombado como Patrimônio Paisagístico, Histórico e Cultural do estado de Mato Grosso.

Constitui-se um “morro-testemunho”, com uma cota de 450m (SRMT), sobressaindo na Baixada Cuiabana. As rochas que o compõem pertencem ao Grupo Cuiabá de idade criogeana (> 600 milhões de anos) e são representadas por metarenitos, quartzitos e intercalações de filitos cortados por inúmeros veios de quartzo leitoso, muitos dos quais auríferos.



Foto 11.11 – Morro de Santo Antônio. Coordenadas UTM: 597257/8256734.

11.3.12 – BAÍA GRANDE

Situa-se no município de Nossa Senhora do Livramento, no limite sul da área do projeto. Para se chegar ao local (**Foto 11.2**) segue-se pela MT-122 a partir de Várzea Grande, pela margem direita do rio Cuiabá, por aproximadamente 25km até a entrada da fazenda Conceição e daí por mais 8km até a baía.

Localiza-se em um local repleto de meandros abandonados do rio Cuiabá e tem 5km de extensão e uma largura variável chegando a atingir até 2,5km. A região é uma área de preservação ambiental particular e no percurso até a lagoa pode-se ver diversos animais característicos do pantanal, uma vegetação exuberante e verdadeiras “cidades de cupinzeiros” (**Foto 11.13**) com extremidades pontiagudas, típicas das zonas de inundação do Pantanal Mato-grossense.



Foto 11.12 – Vista parcial da Baía Grande. Coordenadas UTM:593000/8238950.



Foto 11.13 – Cupinzeiros típicos das zonas de inundação do Pantanal Mato-grossense.

12 – MAPA GEOAMBIENTAL - NOTA EXPLICATIVA

12.1 – INTRODUÇÃO

O diagnóstico geoambiental da área de Cuiabá, Várzea Grande e entorno, produzido na escala 1:100.000, visa identificar as principais unidades geoambientais presentes, ressaltando suas potencialidades e limitações frente à intervenção humana, apontando as principais vocações socioeconômicas de cada terreno, bem como os principais problemas ambientais decorrentes de uma intervenção desordenada no território. Assim sendo, este produto almeja contribuir para o desenvolvimento sustentável regional através de um documento que possa subsidiar um planejamento eficiente com vistas à ordenação do uso do território.

12.2 – METODOLOGIA

O presente estudo baseia-se numa abordagem geocológica, na qual o ecótono ou unidade de paisagem é um produto singular da combinação de elementos geofísicos em constante di-

nâmica espacial e temporal, dentre os quais destacam-se: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Hidrologia e Climatologia, dentre outros campos do conhecimento.

A classificação geoambiental aqui proposta possui uma hierarquia taxonômica, na qual o nível de abrangência e a seleção de critérios de compartimentação ficam dependentes da escala de trabalho. Nessa hierarquia, distingue-se como táxon superior os domínios geoambientais – individualizados pelos grandes compartimentos geológico-geomorfológicos. Em táxon inferior, são individualizadas as unidades geoambientais – definidas, em primeira instância, por unidades morfopedológicas (padrões de relevo com dominância de determinada classe de solos) e seguidas num nível de maior detalhe, por variáveis ambientais tais como: formações superficiais; uso do solo e cobertura vegetal atual; potencial hidrogeológico; potencial mineral; tipos climáticos; balanço hídrico e padrões da vegetação original.

A partir da definição dos domínios e das unidades geoambientais, procede-se a caracterização das limitações e fragilidades a diferentes tipos de uso e as diversas potencialidades que cada unidade oferece. Analisa-se, sistematicamente as vocações naturais de cunho geotécnico (urbanização; obras viárias e enterradas; disposição de resíduos sólidos); hídrico; mineral; agropecuário e geoturístico. Assim, fazem-se recomendações em nível generalizado, de acordo com as limitações e potencialidades desvendadas, visando subsidiar um desenvolvimento sustentado do território, seguindo uma linha consagrada de trabalhos anteriores da CPRM (Theodorovicz *et al.*, 1994; Dantas *et al.*, 2000; Orlandi Filho & Trainini, 2002; dentre outros).

12.3 – DOMÍNIOS E UNIDADES GEOAMBIENTAIS

Apresenta-se, a seguir, uma análise sumária de todos os domínios e unidades geoambientais identificados na região de Cuiabá, Várzea Grande e entorno:

O **Domínio Geoambiental Planalto dos Guimarães** caracteriza-se por um conjunto de escarpas e planaltos esculpidos em terrenos pertencentes à Bacia Gondwânica do Paraná.

Neste domínio destaca-se a **Unidade Geoambiental Chapadas em solos argilo-arenosos (CH1)**, notabilizada por um relevo plano modelado em extensas e monótonas planuras ou reafeiçoado em colinas muito amplas, com amplitudes de relevo muito baixas, estando sustentadas por rochas das formações Furnas e Ponta Grossa. Consistem de terrenos bem drenados, com alta capacidade de carga e altas taxas de infiltração dos solos. Em direção ao interior do planalto constitui uma zona de recarga dos aquíferos e demonstra um alto potencial hidrogeo-

lógico. Apresenta solos profundos, aptos à lavoura mecanizada e pastagens plantadas. Apto também para urbanização e obras viárias, sendo localmente restrito para obras enterradas e disposição de resíduos sólidos, devido a ocorrência de crostas lateríticas. Todavia, esses terrenos podem apresentar moderada suscetibilidade à erosão laminar ou linear (sulcos, ravinas e voçorocas).

A **Unidade Geoambiental Chapadas em solos arenosos (CH2)** difere da anterior pelo fato de estar embasada por arenitos quartzíticos da Formação Botucatu. Apresenta, portanto, solos friáveis e muito permeáveis, com alta erodibilidade em textura de areia fina. Assim, apresenta uma alta vulnerabilidade natural dos aquíferos. Consiste de terrenos de baixa fertilidade natural com restrições para disposição de resíduos sólidos.

Numa área circunscrita às cabeceiras do rio Coxipó, individualiza-se a **Unidade Geoambiental Planalto dissecado (PLD)**, caracterizada por um relevo entalhado em morros amplos e topos alongados, apresentando vertentes declivosas e vales aprofundados. Esta unidade destaca-se por ser uma área de mananciais, com boa disponibilidade hídrica superficial e por exibir notável biodiversidade (refúgio de bioma florestal). Entretanto, apresenta terrenos com moderada a alta suscetibilidade à erosão laminar ou movimentos de massa (deslizamentos rasos) em solos pouco espessos. Assim sendo, é muito restrita para urbanização, obras viárias e enterradas e disposição de resíduos sólidos.

A **Unidade Geoambiental Escarpas erosivas de borda da chapada (ESC)** sobressai na paisagem regional pelos paredões rochosos subverticais com desnivelamentos superiores a 300m, exibindo típico relevo ruiforme no topo da escarpa (“cidades-de-pedra”) e ocorrência expressiva de depósitos de tálus

em seu sopé, em clássica morfologia de cones detríticos. Esta unidade destaca-se pela grande beleza cênica e pela biodiversidade expressiva (formações rupes- tres), com grande potencial para ecoturismo controlado de baixa densidade. Por outro lado, apresenta alta suscetibilidade a movimentos de massa, em especial, queda de blocos, sendo inapta para atividades agropecuárias ou para urbanização, obras enterradas e disposição de resíduos sólidos.

A **Unidade Geoambiental Patamares litoestruturais (PAT)** encontra-se embutida, em porções exíguas, numa superfície abaixo do topo da chapada, em relevo plano, com topos tabulares, sustentados por arenitos do Grupo Rio Ivaí, situada numa área restrita às cabeceiras dos rios Aricá-Açu e Formoso. Tratam-se de terrenos planos com alta capacidade de carga e altas taxas de infiltração dos solos. Contudo, estes são pouco profundos e muito permeáveis, apresentando moderada a alta suscetibilidade à erosão laminar e linear (sulcos e ravinas), sendo mais vulneráveis junto aos rebordos da escarpa. Consiste numa zona de recarga com moderado a alto potencial hidrogeológico nas zonas internas do patamar; todavia apresenta uma alta vulnerabilidade dos aquíferos. Do mesmo modo, destaca-se por forte restrição para disposição de resíduos sólidos.

A **Unidade Geoambiental Morros com cristas e encostas ravinadas (MC-RAV)**, a despeito de estar sustentada por metaconglomerados e filitos do Grupo Cuiabá, representa um relevo acidentado de morros alinhados em vales incisos e cristas declivosas intensamente sulcadas por uma rede de drenagem de alta densidade, resultante do recuo da escarpa da Chapada dos Guimarães, razão pela qual foi inserida no Domínio Geoambiental da Chapada dos Guimarães. Assim como as escarpas e as chapadas

dissecadas, esta unidade destaca-se pela beleza cênica, bem como por ser uma área de mananciais, com ocorrência de uma biodiversidade expressiva (contato entre formações florestais e savânicas). Do mesmo modo, apresenta expressivas fragilidades do meio físico, em especial, uma alta suscetibilidade à erosão laminar e movimentos de massa, em solos pouco profundos estando, portanto, inapta para atividades agropecuárias, ou para urbanização e disposição de resíduos sólidos. Implantação de obras viárias e enterradas sob severas restrições geotécnicas.

O **Domínio Geoambiental Depressão Cuiabana**, por sua vez, caracteriza-se por um conjunto de superfícies aplainadas modeladas na Faixa Dobrada Neoproterozóica do Alto Paraguai.

Ocupando uma vasta área neste domínio, a **Unidade Geoambiental Superfícies aplainadas conservadas (SUP-CON)** caracteriza-se por um relevo plano a levemente ondulado, em colinas rampeadas muito amplas e suaves, com amplitudes de relevo muito baixas e sedimentação aluvial expressiva, ocupando as bacias do rio Aricá-Açu e ribeirão Cocaes em terrenos a sul e a leste da cidade de Cuiabá. Consiste de terrenos planos a levemente ondulados com alta capacidade de carga. A vazão dos poços na área varia conforme a existência de zonas de fraturas abertas, sendo que a maioria dos poços apresenta valores menores que a média de 12m³/h, o que em termos absolutos representam vazões baixas. No entanto, o potencial hidrogeológico foi considerado alto devido a existência de um bom armazenamento e da possibilidade, comprovada por vários casos, de se conseguir poços com vazões superiores à 30m³/h ou mesmo 60m³/h, valores estes altos para o meio fraturado. Predomínio de solos profundos e bem drenados (Latos-

solos) com baixa suscetibilidade à erosão e em topos planos, aptos à lavoura irrigada e pastagens plantadas. Apto para urbanização, obras viárias e enterradas e disposição de resíduos sólidos, em especial, sobre os Latossolos. Em contrapartida, ressalta-se a ocorrência de solos pouco espessos, imperfeitamente drenados e concrecionários (Plintossolos Pétricos), com baixa fertilidade natural, moderada a alta suscetibilidade à erosão laminar e linear (sulcos e ravinas) e severas restrições para agricultura, sendo restrito para obras enterradas e disposição de resíduos sólidos.

Numa área restrita ao sopé da escarpa da Chapada dos Guimarães, nos vales dos rios Mutuca e Claro, individualiza-se a **Unidade Geoambiental Superfícies aplainadas inumadas (SUP-INU)** caracterizada por extensa superfície recoberta por uma espessa cobertura de rampas coluviais. Caracteriza-se por terrenos planos a suavemente inclinados e ocorrência de solos profundos e bem drenados, aptos a pastagens plantadas. Apto também para urbanização, obras viárias e obras enterradas. Em contrapartida, apresenta moderada suscetibilidade à erosão laminar ou linear (sulcos, ravinas e voçorocas) em relevo plano sobre solos friáveis e permeáveis. Restrita para disposição de resíduos sólidos. Apesar dessa unidade estar embasada pelos arenitos da Formação Furnas, e posicionada numa cota ligeiramente mais elevada em relação ao relevo colinoso da Depressão Cuiabana, optou-se por inseri-la no domínio das depressões por situar-se, topograficamente, em cotas muito mais baixas que as dos planaltos circunvizinhos.

Também abrangendo extensa área, correspondente às bacias dos rios Coxipó e Pari e ribeirão Esmeril, em áreas a norte e a oeste da cidade de Cuiabá, a **Unidade Geoambiental Superfícies**

aplainadas dissecadas em colinas e morrotes (SUP-DISS) apresenta relevo dissecado em colinas médias de baixa amplitude de relevo, com ocorrência esporádica de morros e morrotes alinhados em nítido condicionamento estrutural. É constituída por terrenos com declividades suave a moderada e alta capacidade de carga, sendo apta, com restrições para urbanização e obras viárias, tendo em vista os solos rasos e pedregosos e o relevo ondulado. Assim, estes terrenos apresentam severas restrições para obras enterradas e disposição de resíduos sólidos. Apto apenas para pastagens naturais devido à baixa capacidade de suporte do terreno. Apresenta moderada a alta suscetibilidade à erosão laminar e linear (sulcos e ravinas) e baixa disponibilidade hídrica superficial, exceto nas áreas circunvizinhas aos coletores principais (rios Cuiabá e Coxipó), em vista da expressiva ocorrência de bacias de drenagem com canais principais intermitentes e canais de primeira ordem efêmeros.

Assim como na unidade anterior, a vazão dos poços na área varia conforme a existência de zonas de fraturas abertas, sendo que a maioria dos poços apresenta valores menores que a média de 12m³/h, o que em termos absolutos representam vazões baixas. Numa faixa SW-NE, abrangendo as cidades de Várzea Grande e Cuiabá, ocorrem poços com alta vazão, como no caso anterior; porém, as condições de armazenamento no restante dessa unidade são inferiores. Por essa razão o potencial hidrogeológico foi considerado moderado.

A **Unidade Geoambiental Superfícies aplainadas com escoamento impedido (SUP-IMP)**, situada numa área restrita às bacias do rio Esmeril e do córrego Carandá, consiste de uma superfície aplainada em posição de interflúvio apresentando relevo tabular com nítidos

abaciamientos (depressões fechadas) e drenagem, localmente impedida. Caracteriza-se por terrenos planos com baixa suscetibilidade à erosão e moderada capacidade de carga com uma alta vulnerabilidade natural dos aquíferos. Ocorrência de solos profundos e bem drenados em topos planos, aptos para pastagens plantadas, sendo aptos para urbanização e obras viárias e moderada restrição para obras enterradas. Por outro lado, os abaciamientos apresentam nível freático suspenso raso e solos com problemas de drenagem e alta restrição para disposição de resíduos sólidos devido às deficiências de drenagem dos solos.

Ocupando toda a porção ocidental da área de estudo (bacia do alto rio Pari), a **Unidade Geoambiental Colinas, morrotes e morros alinhados em cristas (CMC)** exibe um relevo de colinas e morrotes alinhados e baixas cristas submetidas a um forte controle estrutural de direção SW-NE. Trata-se de uma área de mananciais (nascentes do rio Pari), com aptidão restrita para urbanização e obras viárias. Apta apenas para pastagens naturais devido à baixa capacidade de suporte do terreno. Sendo assim, a fragilidade natural dos terrenos é significativa, destacando uma morfologia acidentada de declividades moderadas a acentuadas com alta suscetibilidade à erosão laminar e linear (sulcos), sendo moderada nas colinas. Predomínio de solos muito rasos e cascalhentos com baixíssima capacidade de retenção de água.

A **Unidade Geoambiental Inselbergs (INS)** limita-se a duas ocorrências (Morro de Santo Antônio – 450m de altitude; e Serra do Jacaré – 320m de altitude) localizadas próximo à cidade de Santo Antônio do Leverger. Destaca-se, na paisagem regional, como imponentes montes isolados e rochosos de declividades muito acentuadas, resultantes do

intemperismo e erosão diferenciais em meio à superfície aplainada. Tratam-se de relevos residuais de grande beleza cênica, mas com alta suscetibilidade à erosão laminar e linear (sulcos) e ocorrência de movimentos de massa, sendo inaptos para atividades agropecuárias ou para urbanização, obras viárias, obras enterradas e disposição de resíduos sólidos.

Por fim, a **Unidade Geoambiental Planícies aluviais sobre a Depressão Cuiabana (PAC)**, formada pelas planícies aluviais dos rios Cuiabá (em seu médio curso), Pari, Coxipó e Aricá-Açu, caracteriza-se por planícies periodicamente inundáveis, constituídas por sedimentos de textura arenosa ou areno-argilosa. Tratam-se de áreas planas, imperfeitamente a mal drenadas, com solos com moderada fertilidade natural, sendo aptas para lavouras de ciclo curto e pesca.

O **Domínio Geoambiental Pantanal** caracteriza-se por um conjunto de planícies fluviais ou fluviolacustres da Bacia Quaternária do Pantanal.

A **Unidade Geoambiental Terraços fluviais antigos com perfis lateríticos incipientes (TFA)** representa uma unidade transicional entre os domínios Depressão Cuiabana e Pantanal. Consiste de terraços fluviais altos constituídos por sedimentos arenosos a areno-argilosos da Formação Pantanal (Qp), estando parcialmente ferruginizados num estágio inicial de laterização. Apresenta terrenos planos à levemente ondulados, moderadamente drenados e não inundáveis. Declividades muito suaves com baixa suscetibilidade à erosão e alta capacidade de carga, sendo apta, com restrições, para urbanização e obras viárias; e restrita para obras enterradas e disposição de resíduos sólidos, devido ao lençol freático elevado.

Posicionada em cota mais baixa, a **Unidade Geoambiental Terraços fluviais recentes (TFR)**, consiste de terraços

fluviais episodicamente inundáveis constituídos por sedimentos de textura areno-argilosa ou argilo-arenosa, estando em cotas ligeiramente mais elevadas que as planícies aluviais adjacentes. Apresenta terrenos planos, mas imperfeitamente drenados e declividades muito suaves com baixa suscetibilidade à erosão e moderada capacidade de carga. Ocorrência de solos com boa fertilidade natural e biodiversidade expressiva (ecótonos melhor drenados do Pantanal). Por outro lado, ressaltam-se severas restrições para urbanização, obras viárias e enterradas e inapta para disposição de resíduos sólidos devido à ocorrência de alagamentos em cheias excepcionais.

A **Unidade Geoambiental Planícies Aluviais sobre a planície do Pantanal (PAP)**, formada pelas planícies aluviais dos baixos cursos dos rios Cuiabá e Aricá-Açu, caracteriza-se por planícies de inundação prolongadamente inundáveis, constituídas por sedimentos de textura argilo-arenosa ou areno-argilosa. Tratam-se de áreas planas, de solos com moderada fertilidade natural, sendo aptas para lavouras de ciclo curto e pesca. Áreas de grande beleza cênica, com biodiversidade expressiva (ecótonos inundáveis do Pantanal). Entretanto, a unidade apresenta terrenos mal drenados, sujeitos a prolongadas inundações sazonais, com alta suscetibilidade à erosão fluvial (desbarrencamento das margens dos rios). Severas restrições para obras viárias e inapta para urbanização, obras enterradas e disposição de resíduos sólidos.

Por fim, a **Unidade Geoambiental Planícies flúvio-lacustres do Pantanal (PFL)**, constituindo o Pantanal propriamente dito, notabiliza-se por uma baixada aluvial lacustrina, prolongadamente inundável, constituída por sedimentos de textura argilo-arenosa ou argilosa que preenchem a Bacia Quaternária do Pantanal. Destaca-se, neste contexto, uma rede desorga-

nizada de canais divagantes, pontilhada por lagos pequenos e alguns outros de grande porte. Assim como as planícies aluviais, destaca-se como uma área de grande beleza cênica, com biodiversidade expressiva, apresentando também as mesmas severas limitações decorrentes dos terrenos mal drenados, sujeitos a prolongadas inundações sazonais.

12.4 – ANÁLISE REGIONAL PARA PLANEJAMENTO TERRITORIAL

Considerando o Espaço Geográfico como palco de conflitos de interesse entre os diversos atores sociais e que estes conflitos, de ordem geopolítica e geoeconômica, são materializados espacialmente por meio de conflitos territoriais (Lacoste, 1985; Becker & Egler, 1993), o Estado, por meio de órgãos executivos, tais como a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, vem sendo chamado a colaborar frente as questões de conflito de uso ou ocupação desordenada visando subsidiar o planejamento para o uso adequado do território com o estudo do meio físico. Neste caso, a análise dos domínios e unidades geoambientais serve como base conceitual e prática para esta proposição de gestão territorial, salientando a vocação natural de cada unidade geoambiental.

Neste sentido, visando o desenvolvimento sustentável da área de Cuiabá, Várzea Grande e entorno, sugere-se:

- A exploração de areia e cascalho, principalmente no leito ativo do rio Cuiabá é primordial para o setor de construção civil em Cuiabá e Várzea Grande. Atualmente, a produção não está atendendo a demanda necessária e a principal fonte, o rio Cuiabá, poderá ter suas reservas exauridas em curto espaço de tempo. Some-se a isso o represamento do rio Manso, principal responsável pelo transporte de sedimentos que consti-

tuem a fração arenosa desses depósitos. Portanto, devem ser procuradas novas fontes (no próprio rio Cuiabá – para sul, e também no rio Aricá-Açu) destes materiais, bem como elaborados planos de exploração que minimizem o impacto ambiental causado por sua extração.

- A argila para cerâmica vermelha é extraída em um único depósito pela COOPENCER (Cooperativa de Exploração Mineral para Cerâmica e Setores da Construção Civil), atendendo a todas as cerâmicas e olarias da região. A sua exploração é controlada e atende aos requisitos ambientais, minimizando os impactos ao meio ambiente. Devem ser pesquisadas novas áreas nas planícies de inundação do rio Cuiabá e Aricá-Açu, as quais deverão funcionar nos moldes da cooperativa atual. Durante os trabalhos de campo, a leste de Cuiabá, na planície de inundação do rio Aricá-Açu, foi identificada uma área de aproximadamente 650ha, constituída por argila com características que permitem que sua utilização como argila de base para o fabrico de peças de cerâmica vermelha. Recomenda-se que sejam realizados trabalhos de pesquisa mais aprofundados e análises tecnológicas mais detalhadas para determinar a real quantidade de material existente e melhor caracterizar suas propriedades físicas.
- A exploração de cascalho laterítico e de cascalho de veios de quartzo que ocorre na área a sul-sudoeste de Várzea Grande, muito utilizados como material de empréstimo em obras viárias, deve ter um controle ambiental rígido, pois sua extração implica em denudação do solo, deixando exposta a rocha alterada, podendo causar voçorocamento e desmoronamentos devido ao aumento do escoamento superficial, contribuindo também para o assoreamento e poluição das drenagens.
- Reordenamento das atividades de extração de ouro (nas subunidades 3 e 5 do Grupo Cuiabá, que apresentam alto potencial aurífero), com o objetivo de conferir uma maior eficiência e rentabilidade à atividade mineira, concentrando-se em jazidas filonares (em rocha alterada ou sã) e empregando técnicas modernas de extração; abandono das jazidas em aluvião remanescentes; e recuperação ambiental/paisagística das cavas de mineração abandonadas e suas respectivas pilhas de rejeito que ocorrem em profusão no ambiente colinoso da Depressão Cuiabana, em especial, nas cercanias da cidade de Cuiabá.
- Exploração racional e controlada dos recursos hídricos, visto que a disponibilidade hídrica anual é boa (precipitação média em torno de 1.400mm/ano) e o rio Cuiabá apresenta uma vazão média de 359m³/s. Todavia, a distribuição das chuvas é desigual, concentrada no período de outubro a março. Durante a estiagem, apenas as bacias alimentadas pelos aquíferos da borda da Chapada são perenes. Há uma carência de água na bacia do rio Pari, onde o fluxo diminui drasticamente no período seco. Já no período chuvoso, ocorrem problemas de enchentes e erosão determinados pela quantidade/intensidade das chuvas, característica geológica/hidrogeológica dos terrenos e declividade das vertentes.
- Saneamento ambiental do aglomerado Cuiabá/Várzea Grande devido ao comprometimento dos cursos d'água e de aquíferos, principalmente, pelo lançamento de esgoto bruto e lixo.
- Exploração racional e controlada dos recursos hídricos subterrâneos evitando a superexploração e a contaminação, tendo em vista que a maioria das formações geológicas que contêm água (aquíferos) é do tipo fraturado, não for-

mando, tradicionalmente, um aquífero de grande capacidade. Entretanto tais aquíferos têm grande importância na região e podem apresentar estoques de boa qualidade, para aproveitamento em poços na faixa de 100m, com vazões médias de 12m³/h. Estima-se que 20% do abastecimento, da mancha urbana Cuiabá/Várzea Grande é feito por poços, com tendência a aumentar, devido à relativa facilidade de se perfurar poços e a boa qualidade da água. A maior concentração de poços nos núcleos urbanos pode exceder a capacidade de exploração dos aquíferos, e ainda induzir fluxos de recarga locais mais intensos, tornando o aquífero mais vulnerável à contaminação, num local onde as cargas contaminantes, representadas pelas várias fontes existentes nos núcleos urbanos, são maiores. Isso já deve estar ocorrendo em Cuiabá/Várzea Grande onde há muitos poços contaminados por coliformes. Poços mal construídos e poços abandonados sem proteção sanitária, são um vetor de contaminação do aquífero. Assim, devido à alta vulnerabilidade, torna-se necessária uma atenção redobrada quanto a proteção dos poços e aquíferos. Os regulamentos e fiscalização do uso e ocupação do solo devem dedicar especial atenção a lixões, depósitos de rejeito, vazamento de redes de esgoto, tanques coletores, depósitos de combustíveis e substâncias químicas. Nas áreas de maior demanda recomenda-se o monitoramento dos níveis piezométricos e da qualidade das águas.

- Incremento de agricultura irrigada e mecanizada nos topos da Chapada dos Guimarães quando embasados pelas rochas das formações Furnas e Ponta Grossa, com emprego intensivo de tecnologia e utilização mínima de defensivos agrícolas para evitar contaminação do lençol freático e das águas superficiais. A

agricultura mecanizada, apesar de gerar um baixo número de empregos, fomenta o desenvolvimento regional através da geração de riquezas em torno do agronegócio. Todavia, tal atividade deve ser desenvolvida somente nas zonas afastadas do rebordo da escarpa (área de preservação permanente – APP) e fora das Unidades de Conservação (UC): Parque Nacional da Chapada dos Guimarães e Área de Proteção Ambiental (APA) da Chapada dos Guimarães.

- Implantação de um Cinturão Verde e uma Bacia Leiteira de Cuiabá. Tal proposição se viabilizaria por meio de uma agricultura irrigada sobre as superfícies aplainadas conservadas (SUP-CON) em especial, na bacia do rio Aricá-Açu, com emprego moderado de tecnologia, utilização mínima de defensivos agrícolas e uso intensivo de mão-de-obra. Este modelo de agricultura, calcado em áreas restritas aos topos das colinas (Latosolos) com solos de melhor aptidão agrícola, gera um elevado número de empregos, visando abastecer o mercado local vizinho, constituído por Cuiabá e Várzea Grande (Cinturão Verde). Em consórcio, as áreas de menor aptidão agrícola (vales amplos com Plintosolos Pétricos) seriam destinadas à introdução de pastagens plantadas para pecuária leiteira (Bacia Leiteira). Preservação e recuperação de matas ciliares e cabeceiras de drenagem com desenvolvimento de turismo rural.
- Implantação e/ou consolidação de áreas de pastagens plantadas (para pecuária de corte), com preservação e recuperação de matas ciliares e cabeceiras de drenagem, sobre os patamares estruturais (PAT); nas superfícies aplainadas com escoamento impedido (SUP-IMP); e em trechos de terraços fluviais melhor drenados no Pantanal.
- Delimitação e conservação dos abaciamientos e lagos temporários sobre as su-

perfícies aplainadas com escoamento impedido (SUP-IMP), com vistas à proteção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

- Implantação e/ou consolidação de áreas de pastagens naturais extensivas de pequena produtividade e pouco conteúdo tecnológico devido à baixa capacidade de suporte dos terrenos situados a oeste da área de estudo (superfícies aplainadas dissecadas – SUP-DISS – e o relevo de colinas e morrotes e serrotes da bacia do rio Pari – CMC). Inserção de técnicas de armazenamento de água superficial e exploração de água subterrânea. Preservação e recuperação de matas ciliares e cabeceiras de drenagem e conservação de fragmentos de campos-cerrado e cerrado nativos.
- Implantação e/ou consolidação, junto às planícies aluviais, de lavouras de ciclo curto próximo aos centros urbanos (horticultura e olericultura), com destaque às planícies de inundação – PAC e PAP – lindeiras às cidades de Cuiabá, Várzea Grande e Santo Antônio do Leverger. Impedimento de expansão urbana nas planícies fluviais.
- Incremento de atividade pesqueira sustentável em consórcio com projeto de turismo ecológico (passeios de barco ao longo do rio Cuiabá e no Pantanal) e pesca esportiva. Preservação e recomposição de matas ciliares ao longo do perfil longitudinal dos canais.
- Na área circunscrita à APA da Chapada dos Guimarães sugere-se a implantação de projetos ecoturísticos de consolidação de trilhas sobre vegetação de cerrado no topo da chapada, assim como o camping. Preservação e recomposição dos ecossistemas nativos. Desenvolvimento de projetos de Geoecoturismo aproveitando os ambientes de grande beleza cênica na borda do planalto.
- Na área circunscrita ao Parque Nacional da Chapada dos Guimarães deve-se

priorizar a preservação e recomposição dos ecossistemas nativos. As atividades humanas devem se limitar a pesquisa científica e ao desenvolvimento de projetos de Geoecoturismo – turismo científico para divulgação do patrimônio natural (Mirante da Chapada; Cidade de Pedra) com rígido controle ambiental. Especial atenção à preservação/recomposição ambiental dos biomas de refúgio florestal na bacia do alto rio Coxipó; e de cerrado que reveste a superfície aplainada inumada em posição de sopé da escarpa da Chapada dos Guimarães.

- Consagração do Monumento Natural do Morro de Santo Antônio. Ecoturismo com rígido controle ambiental, restrito à consolidação da trilha que acessa o topo do monte. Demais atividades limitadas a pesquisas científicas sobre a geobiodiversidade deste Patrimônio Histórico do Estado Mato Grosso.
- No Pantanal, em algumas regiões, deve-se permitir a consolidação de áreas como pastagens naturais extensivas (atividade econômica tradicional na região). No restante, sugere-se limitar as atividades ao turismo ecológico e à pesca esportiva. Desenvolvimento das atividades científicas e de pesquisa da geobiodiversidade do Patrimônio Ecológico. Implantação de um centro de ecoturismo junto à Baía Grande.

12.5 – BIBLIOGRAFIA

- BECKER, B.K. & EGLER, C. A. G. Brasil: uma nova potência regional na economia-mundo. Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1993, 267p.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: um esboço metodológico. Cadernos de Ciências da Terra, 13. Instituto de Geografia/USP, São Paulo, 1972, 7 p.

- COELHO NETTO, A. L. O Geoeossistema da Floresta da Tijuca *In*: ABREU, M. A. (Ed.). *Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro*. (Cap. 5) Secretaria Municipal de Cultura/DGDI - Biblioteca Carioca, 1992, v. 21, p.104-142.
- DANTAS, M. E.; SHINZATO, E.; MEDINA, A. I. M.; SILVA, C. R.; PIMENTEL, J.; LUMBRERAS, J. F.; CALDERANO, S. B. & CARVALHO FILHO, A. Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro, Brasília/CPRM, 2000. Mapa. CD-ROM. 35p.
- LACOSTE, Y. Geografia: isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra. Ed. Papyrus. (3a edição), Campinas/SP, 1985, 263p.
- MONTEIRO, C. A. F. Geossistemas: a história de uma procura. Ed. Contexto (Novas Abordagens - GeoUSP, 3), São Paulo, 2001, 127 p.
- ORLANDI FILHO, V. & TRAININI, D. Mapa Geoambiental. Zoneamento Ecológico-Econômico da Região Integrada de Desenvolvimento do Entorno do Distrito Federal (ZEE RIDE Brasília), Brasília, CPRM-DEGET, 2002.
- THEODOROVICZ, A. *et al.* Projeto Curitiba: Carta de Fotoleitura: Subsídios à Caracterização do Meio Físico para Fins de Planejamento Territorial - Folha Curitiba 1:100.000. São Paulo, CPRM, 1994, 33p.
- ZONNEVELD, I. S. The Land Unit – a fundamental concept in landscape ecology and its application. *Landscape Ecology*, 3(2), p. 67-86, 1989.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil – <http://www.cprm.gov.br>

Sede

SGAN – Quadra 603 – Conjunto “J”,
Parte A, 1º andar
CEP: 70830-030 – Brasília – DF
Tel: (61) 2192-8252 Fax: (61) 3224-1616
e-mail: cprmsede@df.cprm.gov.br

Escritório Rio de Janeiro

Av. Pasteur, 404 – Praia Vermelha
CEP: 22290-240 – Rio de Janeiro – RJ
Tel: (21) 2295-0032 Fax: (21) 2295-5804
e-mail: cprm@rj.cprm.gov.br

Superintendência Regional de Manaus

Av. André Araújo, 2160 – Aleixo
CEP: 69060-001 – Manaus – AM
Tel.: (92) 2126-0300 Fax: (92) 2126-0319
e-mail: suregma@ma.cprm.gov.br

Superintendência Regional de Belém

Av. Dr. Freitas, 3645 – Marco
CEP: 66095-110 – Manaus – AM
Tel: (91) 3276-8577 Fax: (91) 3276-4020
e-mail: sureg@be.cprm.gov.br

Superintendência Regional de Recife

Av. Sul, 2291 – Afogados
CEP: 50770-011 – Recife – PE
Tel: (81) 3428-0623 Fax: (81) 3428-1511
e-mail: cprm@re.cprm.gov.br

Superintendência Regional Salvador

Av. Ulysses Guimarães, 2862
Centro Administrativo da Bahia
CEP: 41213-000 – Salvador – BA
Tel: (71) 3230-9977 Fax: (71) 3371-4005
e-mail: suregsa@sa.cprm.gov.br

Superintendência Regional de Belo Horizonte

Av. Brasil, 1731 – Funcionários
CEP: 30140-002 – Belo Horizonte – MG
Tel: (31) 3261-0391 Fax: (31) 3261-5585
e-mail: suregbh@bh.cprm.gov.br

Superintendência Regional de Goiânia

Rua 148, nº 485 – Setor Marista
CEP: 74170-110 – Goiânia – GO
Tel: (62) 3240-1400 Fax: (62) 3281-1709
e-mail: cprm@go.cprm.gov.br

Superintendência Regional de São Paulo

Rua Costa, 55 – Cerqueira César
CEP: 01304-010 – São Paulo – SP
Tel: (11) 3258-4744 Fax: (11) 3256-8430
e-mail: cprmsp@sp.cprm.gov.br

Superintendência Regional de Porto Alegre

Rua Banco da Província, 105 – Santa Teresa
CEP: 90840-030 – Porto Alegre – RS
Tel: (51) 3233-7311 Fax: (51) 3233-7772
e-mail: sureg@pa.cprm.gov.br

Residência de Fortaleza

Av. Antônio Sales, 1418 – Joaquim Távora
CEP: 60135-101 – Fortaleza – CE
Tel: (85) 3246-1242 Fax: (85) 3246-1686
e-mail: refo@fo.cprm.gov.br

Residência de Porto Velho

Av. Lauro Sodré, 2561 – Tanques
CEP: 78904-300 – Porto Velho – RO
Tel: (69) 3223-3544 Fax: (69) 3229-5547
e-mail: secretaria@pv.cprm.gov.br

Residência de Teresina

Rua Goiás, 312 – Sul – Ilhotas
CEP: 64001-570 – Teresina – PI
Tel: (86) 3222-4153 Fax: (86) 3222-6651
e-mail: cprm@te.cprm.gov.br

Serviço de Atendimento ao Usuário – SEUS

Av. Pasteur, 404 – Praia Vermelha
CEP: 22290-240 – Rio de Janeiro – RJ
Tel: (21) 2295-5997 Fax: (21) 2295-5897
e-mail: seus@rj.cprm.gov.br

Ouvidoria

e-mail: ouvidoria@rj.cprm.gov.br

Secretaria de Estado de Indústria, Comércio, Minas e Energia do Estado de Mato Grosso

Av. Getúlio Vargas, 1077 – Centro – Cuiabá – MT – CEP: 78045-300
Tel: (65) 3613-0064



Localização do Projeto no Estado de Mato Grosso

www.cprm.gov.br
www.sicme.mt.gov.br



Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

Secretaria de Geologia,
Mineração e Transformação Mineral

Ministério de
Minas e Energia

