



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Câmpus de Presidente Prudente

BRUNA TIAGO ALMEIDA

**INTERAÇÕES HIDROSSEDIMENTOLÓGICAS E DE USO E OCUPAÇÃO DO
SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA RIBEIRÃO PALMITO – TRÊS LAGOAS (MS)**

**Orientador: Professor Dr. João Osvaldo
Rodrigues Nunes**

Dissertação de mestrado apresentada junto ao Curso de Pós-graduação em Geografia Área de Concentração: Desenvolvimento Regional e Planejamento Ambiental, da Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP, para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Presidente Prudente - SP

2008

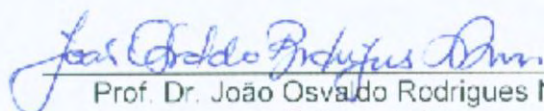
Almeida, Bruna Tiago.
A444i Interações hidrossedimentológicas e de uso e ocupação do solo
na Bacia Hidrográfica Ribeirão Palmito – Três Lagoas (MS) / Bruna
Tiago Almeida. - Presidente Prudente : [s.n], 2011
221 f.

Orientador: João Osvaldo Rodrigues Nunes
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

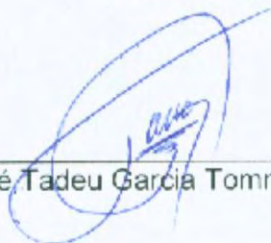
1. Geomorfologia. 2. Hidrossedimentologia. 3. Uso e ocupação do
solo I. Nunes, João Osvaldo Rodrigues. II. Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

CDD 910

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes
(Orientador)



Prof. Dr. José Tadeu Garcia Tommaselli (FCT/Unesp)



Profª. Drª. Sandra Baptista da Cunha (UFF)



Bruna Tiago Almeida

Presidente Prudente (SP), 08 de julho de 2008.

Resultado: APROVADA.

“A crise ambiental não é crise ecológica, mas crise da razão. Os problemas ambientais são, fundamentalmente, problemas do conhecimento. Daí podem ser derivadas fortes implicações para toda e qualquer política ambiental – que deve passar por uma política do conhecimento – e também para a educação. Aprender a complexidade ambiental não constitui um problema de aprendizagem do meio, e sim de compreensão do conhecimento sobre o meio”.

(LEFF, 2002)

AGRADECIMENTOS

Ao professor, orientador e amigo João Osvaldo Rodrigues Nunes a quem admiro e agradeço tanto pela dedicação, confiança, incentivo e contribuições que me levaram a conclusão deste trabalho, quanto pela compreensão e apoio diante das dificuldades e mudanças.

Ao co-orientador e amigo Paulo César Rocha, pelo auxílio na formação do pensamento crítico e domínio das técnicas; também pela paciência e pelo tempo maravilhoso de convívio durante os últimos anos.

Aos professores do curso de Pós-graduação em Geografia, Faculdade de Ciência e Tecnologia, da Universidade Estadual Paulista, que ajudaram direta ou indiretamente no amadurecimento profissional, moral e emocional.

Aos professores Tadeu, Godoy, Margareth, João Lima, Mateo e César do curso de Pós-graduação em Geografia UNESP/FCT, pelos sorrisos, apoio e preocupação com a realização deste trabalho; também pela colaboração com críticas e sugestões.

Aos professores do curso de Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pelos ensinamentos essenciais à formação acadêmica e pela contribuição para um pensamento crítico, principalmente aos professores: Arnaldo, Luiza, Jodenir, Conceição, Wallace, Francisco Jr.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pelos recursos disponibilizados.

Ao GAIA (Grupo de Estudo das Interações na Superfície Terrestre, Água e Atmosfera), da Universidade Estadual Paulista/FCT, pelo espaço disponibilizado.

Ao GEMA (Grupo de Estudos Multidisciplinares do Meio Ambiente), da Universidade Estadual de Maringá-PR, pela utilização das instalações e equipamentos, em especial a laboratorista Maria, pelo auxílio e prontidão durante as análises de laboratório. Também aos professores Stevaux, Edvard, Nelson e Messias, pelas contribuições.

Ao Laboratório de Sedimentologia e Análise de Solos da Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP, pela utilização das instalações e equipamentos, em especial a Maria Cristina Perusi, pelo auxílio durante as análises de laboratório e pela amizade e apoio diante de dificuldades encontradas.

Aos colegas da pós-graduação, pelos momentos de convívio que me ofereceram condições para o trabalho e relacionamento em grupo, proporcionando experiências e trocas de conhecimentos, em especial a Gilnei, Atamis, Sílvia Cantoia, Leda, Odair, Xisto, Priscila, Beatriz e Sílvia Pereira, que sempre estiveram presentes.

Aos amigos queridos, parte de minha vida, a quem venero e enalteço sempre: Cristina Burato, Lisânia, Ricardo, Sandra, Marisselma, Vanessa, Jocilene, Sara, Vânia, Érica, Vivian, Flávio, Kelly, Criscia, Estela, Maria Paula e Nathália.

Aos meus queridos pais, pela paciência, incentivo e pelos sábios ensinamentos que tanto me fizeram refletir e crescer. A minha mãe, agradeço ainda a companhia e colaboração nos trabalhos de campo. Mamãe, sem você nada disso seria possível!

A toda minha família, pelo amor, carinho, compreensão e incentivo, em especial aos meus irmãos Hugo e Camila, minha avó Lázara, meus padrinhos Nélio e Neli, meus tios Nilma, Neyla, Waldomiro e José Tiago.

A meu namorado Erivelto, pela paciência, dedicação, amor, carinho e pela compreensão diante da ausência e das mudanças; também pela companhia e ajuda em muitos trabalhos de campo.

Aos funcionários da Escola Estadual Edwards Correa e Silva em Três Lagoas, pelos maravilhosos momentos de convívio, em especial as colegas Cirlene, Marinês, Maria Helena, Jane e Verônica.

A todos que direta ou indiretamente ajudaram na realização deste trabalho, um fraternal abraço e um eterno MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Uma vez que é mais freqüente a cada dia o direcionamento de fortes investimentos para o resgate das potencialidades dos ambientes naturais, devido constantes agressões disseminadas pelo modelo de desenvolvimento adotado nos últimos séculos, este trabalho tem como objetivo o estudo dos aspectos físicos e a dinâmica dos agentes sociais que atuam na área da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, localizada no município de Três Lagoas (MS). Assim, o presente trabalho visa à busca de uma leitura dinâmica da paisagem através das características estruturais e ecológicas da bacia, da leitura espaço-sazonal de alguns componentes do regime hidrológico e hidrossedimentológico, além da caracterização do uso do solo ocupação do relevo. As investigações realizadas e a avaliação da existência ou não de desequilíbrios na paisagem da bacia estudada considerou as características naturais por meio da dinâmica do canal fluvial, assim como os fatores geomorfológicos, geopedológicos e hidrológicos da bacia, baseado principalmente no fato de que os materiais podem ser facilmente erodidos em função dos solos frágeis e bastantes espessos da região. Além disso, os fatores que transformam a paisagem através dos tipos de utilização e ocupação do relevo foram abordados em busca de uma leitura dinâmica das relações sócio-ambientais, leitura essa fundamentada na retirada da vegetação nativa em razão das novas perspectivas econômicas advindas da comercialização e do desenvolvimento da silvicultura e da modernização da agropecuária, que propiciou a conseqüente instalação de indústrias ligadas ao setor.

Palavras-chave: Geografia física; Geomorfologia Fluvial; Hidrossedimentologia; Uso e Ocupação do Solo; Ribeirão Palmito.

ABSTRACT

A time that is more frequent to each day the aiming of strong investments for the rescue of the potentialities of natural environments, had constant aggressions spread for the model of development adopted in the last centuries, this research has as objective the study of the physical aspects and the dynamics of the social agents that act in the area of the hydrographic basin of the Palmito stream, located in the Três Lagoas city (MS). Thus, the present work aims at to the search of a dynamic reading of the landscape through the structural and ecological characteristics of the basin, of the reading space-seasonably of some components of the hydrologic and hydrossedimentologic regimen, beyond the characterization of the use of the ground and occupation of the relief. The investigations realized and the evaluation of the existence or not of disequilibria in the landscape of the studied basin did not consider the natural characteristics by means of the dynamics of the fluvial canal, as well as the geomorphologics factors, geopedologics and hydrologics of the basin, based mainly on the fact of that the materials can easily be eroded in function of the fragile grounds and sufficiently thick. Moreover, the factors that transform the landscape through the types of use and occupation of the relief had been boarded in search of a dynamic reading of the partner-ambient relations, reading this based on the withdrawal of the native vegetation in reason of the new economic perspectives happened of the commercialization and the development of the forestry and the modernization of the farming, that propitiated the consequent installation of industries plugged in the sector.

Key-Words: Physical geography; Fluvial Geomorphology, Hydrossedimentology, Use and Occupation of the Ground, Palmito Stream.

APRESENTAÇÃO

No primeiro capítulo foi realizada uma introdução ao trabalho, além do estabelecimento do objetivo geral, a descrição dos objetivos específicos e os aspectos referentes à metodologia abordada.

O capítulo 2 trata dos conceitos referentes aos estudos nas bacias hidrográficas e as características do processo de erosão acelerada e sedimentação nesses ambientes, visando o entendimento da importância da dinâmica ambiental, além da necessidade de se adotar técnicas conservacionistas e se evitar o uso e ocupação desordenada.

O terceiro capítulo aborda as características geológicas, geomorfológicas, geopedológicas, climáticas e de cobertura vegetal da região do município de Três Lagoas - MS, aspectos esses que articulados aos elementos sócio-ambientais, suas causas e consequências, são primordiais para a realização de uma leitura morfodinâmica da paisagem da bacia hidrográfica estudada.

No quarto capítulo foram estabelecidas e avaliadas as características fisiográficas do sistema de drenagem do ribeirão Palmito com a identificação de diversos índices e parâmetros analíticos, em busca do conhecimento das características morfológicas e dos processos envolvidos em cada categoria da bacia hidrográfica e do canal fluvial.

No capítulo 5 foram analisados os elementos referentes à susceptibilidade erosiva dos solos e a intensidade/sazonalidade das precipitações na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, que influenciam também os processos morfodinâmicos, responsáveis pelo transporte de partículas e modelagem do relevo.

No sexto capítulo foram analisados os aspectos referentes ao processo histórico de ocupação da área do município de Três Lagoas, além do parcelamento do solo e cobertura vegetal na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, realizados através de estudos detalhados do uso e ocupação do solo nas vertentes.

No capítulo 7 foram tratados os aspectos referentes à caracterização e distribuição das partículas de fundo e em suspensão na água do ribeirão Palmito, além das características fluviométricas e hidrodinâmicas do canal fluvial. O diagnóstico da dinâmica hidrossedimentológica é primordial para o entendimento das características morfodinâmicas da bacia hidrográfica estudada e para a realização de uma proposta de manejo geomorfológico para o ecossistema.

O último capítulo trata das considerações finais e discussão dos resultados da pesquisa. Os componentes naturais e sócio-econômicos estudados foram contemplados de maneira sistêmica, procurando identificar e estabelecer as correlações existentes entre as unidades geomorfológicas e do sistema ambiental da bacia hidrográfica.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	14
LISTA DE ANEXOS.....	18
LISTA DE SIGLAS.....	19
LISTA DE SIGLAS.....	19
1 INTRODUÇÃO	20
1.1 OBJETIVOS.....	28
1.2 MATERIAL E MÉTODO	29
2 BACIA HIDROGRÁFICA E PROCESSOS EROSIVO-SEDIMENTOLÓGICOS: CONCEITOS BÁSICOS	34
2.1 A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE INVESTIGAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA E DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL	35
2.2 AS ESCALAS ESPACIAL E TEMPORAL E A BACIA HIDROGRÁFICA	37
2.3 A BACIA HIDROGRÁFICA E O CICLO HIDROLÓGICO.....	39
2.4 O PROCESSO EROSIVO E SUA RELAÇÃO COM O RELEVO E A COBERTURA VEGETAL	42
2.5 O CICLO HIDROSEDIMENTOLÓGICO	46
2.6 GEOMETRIA HIDRÁULICA	48
2.7 O PROCESSO EROSIVO-SEDIMENTOLÓGICO ENQUANTO FONTE DE POLUIÇÃO	50
2.8 O PROCESSO EROSIVO-SEDIMENTOLÓGICO CONFORME O TIPO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS VERTENTES	52
3 PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE TRÊS LAGOAS – MS	58
3.1 GEOLOGIA.....	60
3.2 GEOMORFOLOGIA.....	65
3.3 ASPECTOS GEOPEDOLÓGICOS.....	70
3.4 CLIMA	74
3.5 COBERTURA VEGETAL.....	77
4 FISIOGRAFIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PALMITO	84
4.1 CARACTERÍSTICAS DA DRENAGEM	84
4.1.1 ÁREA DE DRENAGEM	85
4.1.2 DENSIDADE DE DRENAGEM.....	85
4.1.3 EXTENSÃO MÉDIA DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL	87
4.1.4 HIERARQUIA FLUVIAL	87
4.1.5 PADRÃO DE DRENAGEM	90

4.1.6 SINUOSIDADE DO CANAL PRINCIPAL	91
4.1.7 PADRÃO DO CANAL	92
4.1.8 FORMA DA BACIA	95
4.2 CARACTERÍSTICAS DO GEOMORFOLÓGICAS DA BACIA.....	97
4.2.1 VERTENTES.....	102
4.2.2 CURVA HIPSOMÉTRICA	105
5 SUSCEPTIBILIDADE EROSIVA DOS SOLOS E AS CHUVAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PALMITO.....	108
5.1 SUSCEPTIBILIDADE EROSIVA DOS SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PALMITO	110
5.2 VARIABILIDADE TERMOPLUVIOMÉTRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PALMITO	116
6 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PALMITO	123
6.1 HISTÓRIA DE OCUPAÇÃO DA ÁREA DO MUNICÍPIO DE TRÊS LAGOAS	124
6.2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE TRÊS LAGOAS	127
6.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PALMITO	130
6.3.1 COBERTURA VEGETAL.....	133
6.3.1.1 VEGETAÇÃO ORIGINAL	133
6.3.1.2 VEGETAÇÃO INTRODUZIDA OU SEMI-INTRODUZIDA	143
6.3.1.3 SEM COBERTURA VEGETAL	152
6.3.2 PARCELAMENTO DO SOLO	155
6.3.2.1 UNIDADE 1: SUPERFÍCIES NATURAIS E SEMI-NATURAIS.....	156
6.3.2.2 UNIDADE 2: SUPERFÍCIES ARTIFICIAIS.....	157
6.3.2.3 UNIDADE 3: CORPOS AQUOSOS.....	166
7 DINÂMICA HIDROSSEDIMENTOLÓGICA DO RIBEIRÃO PALMITO	168
7.1 CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS E HIDROSSEDIMENTOLÓGICAS DA BACIA	169
7.2 CARACTERIZAÇÃO FLUVIOMÉTRICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PALMITO	171
7.2.1 PERFIL LONGITUDINAL.....	172
7.2.2 BATIMETRIA.....	174
7.2.3 VELOCIDADE DE FLUXO	177
7.3 CARACTERIZAÇÃO HIDROSSEDIMENTOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PALMITO.....	181
7.3.1 CARGA DE PARTÍCULA DO LEITO	181
7.3.1.1 TENDÊNCIA CENTRAL	186
7.3.1.2 GRAU DE SELEÇÃO	189
7.3.1.3 GRAU DE ASSIMETRIA	190
7.3.1.4 GRAU DE CURTOSE.....	191
7.3.2 CARGA DE PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO.....	192

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	199
-----------------------------	-----

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	208
---------------------------------	-----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Modelo teórico geossistêmico proposto por G. Bertrand	23
Figura 1.2 Limite da bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	24
Figura 2.1 Classificação das bacias de drenagem considerando as escalas espacial e temporal	38
Figura 2.2 Modelo caracterizando o ciclo hidrológico em bacias hidrográficas, assinalando os Fluxos e armazenamentos e identificando influências artificiais	40
Figura 2.3 Fluxograma do modelo LISEM	44
Figura 2.4 escoamento superficial (overlandflow)	45
Figura 2.5 Relações entre as variáveis da geometria hidráulica	49
Figura 3.1 Localização do município de Três Lagoas (MS)	59
Figura 3.2 Coluna litoestratigráfica da bacia do rio Paraná	61
Figura 3.3 Mapa Geológico do município de Três Lagoas (MS)	63
Figura 3.4 Modelo esquemático das formações geológicas da cidade de Três Lagoas (MS)	64
Figura 3.5 Mapa Geomorfológico do município de Três Lagoas (MS)	68
Figura 3.6 Mapa dos tipos de solo do município de Três Lagoas (MS)	71
Figura 3.7 Mapa de vegetação de solo do município de Três Lagoas (MS)	79
Figura 3.8 Paisagem com vegetação de cerrado na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito – Três Lagoas (MS)	81
Figura 4.1 Proposta de Hierarquia Fluvial de Horton e Strahler	88
Figura 4.2 Sistema de Drenagem e Ordenação Fluvial do Ribeirão Palmito – Três Lagoas (MS)	89
Figura 4.3 Principais padrões de drenagem	91
Figura 4.4 Principais padrões de drenagem – forma em planta, conforme por Miall (1977)	94
Figura 4.5 Formas das bacias hidrográficas	95
Figura 4.6 Mapa Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito – Três Lagoas (MS)	99
Figura 4.7 Carta hipsométrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito – Três Lagoas (MS)	101
Figura 4.8 A dinâmica da vertente considerada como sistema aberto	103
Figura 4.9 Perfil topográfico transversal da bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito à montante	104
Figura 4.10 Curva hipsométrica da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito	106
Figura 5.1 Perfil de Latossolo Vermelho nas áreas à montante na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito	112
Figura 5.2 Perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo nas áreas à jusante na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito	113
Figura 5.3 Horizonte gleizado (acinzentado) em solos hidromórficos nas margens do Ribeirão Palmito	114
Figura 5.4 Solos hidromórficos encontrados nas margens do Ribeirão Palmito	115
Figura 5.5 Área de empréstimo da CESP – Usina de Jupia nas terras à jusante na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito	116
Figura 5.6 Precipitação mensal para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito – Outubro/2005 – Setembro/2006	117

Figura 5.7 Interação entre os dados de precipitação mensal do Posto Pluviométrico do Horto do Barra do Moeda e da Estação Meteorológica da Usina de Jupia (CESP) – Outubro de 2005 – Setembro de 2006	119
Figura 5.8 Precipitação diária para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito – Outubro/2005 – Setembro/2006	121
Figura 6.1 Utilização das terras para pecuária extensiva na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito	126
Figura 6.2 Utilização das terras no município de Três Lagoas – MS	128
Figura 6.3 Uso do solo e cobertura vegetal da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito – Três Lagoas (MS)	132
Figura 6.4 Vegetação de cerrado na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito	134
Figura 6.5 Mata residual na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	136
Figura 6.6 Mata residual à jusante na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	137
Figura 6.7 Mata residual à jusante na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	137
Figura 6.8 Mata residual à jusante na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	137
Figura 6.9 Formação de Influência Fluvial as margens do Ribeirão Palmito	138
Figura 6.10 Mata ciliar na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	140
Figura 6.11 Canal fluvial em área de nascentes desprovido de mata ciliar	141
Figura 6.12 Canal fluvial em área de nascentes desprovido de mata ciliar	141
Figura 6.13 Mata ciliar no canal principal em área montante	141
Figura 6.14 Planície de inundação em área à jusante na bacia hidrográfica, próximo à seção 3 de estudo	142
Figura 6.15 Horto do Barra do Moeda	144
Figura 6.16 Área de reflorestamento próximo da Seção 3 de estudo	145
Figura 6.17 Transporte de eucalipto cortado para o comércio	145
Figura 6.18 Áreas de reflorestamento na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	146
Figura 6.19 Área de reflorestamento à montante na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	147
Figura 6.20 Área de reflorestamento à jusante na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	147
Figura 6.21 Área de pastagem caracterizada pela introdução da espécie <i>brachiária</i> na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito	148
Figura 6.22 Plantio de novas mudas de eucalipto na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito	149
Figura 6.23 Plantio da cultura da cana-de-açúcar à jusante na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	149
Figura 6.24 Plantio da cultura da cana-de-açúcar à montante na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	149
Figura 6.25 Gramíneas, plantações e pasto sujo localizados na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	150
Figura 6.26 Área de pastagem artificial utilizada para a criação de gado à montante na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito	151
Figura 6.27 Área de pasto sujo à montante na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	152
Figura 6.28 Área de pasto sujo à jusante na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	152
Figura 6.29 Solo exposto pela colheita recente dos talhões de eucalipto	153
Figura 6.30 Solo exposto na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	154
Figura 6.31 Solo exposto, sendo preparado para o plantio de eucalipto em áreas à montante na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito	155
Figura 6.32 Área utilizada para a instalação de indústria frigorífica e de curtume na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	159

Figura 6.33 Instalações do Frigorífico Três Lagoas na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	160
Figura 6.34 Áreas industriais às margens do Ribeirão Palmito	160
Figura 6.35 Área utilizada para a construção do Aterro sanitário da cidade de Três Lagoas (MS) na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito	161
Figura 6.36 Instalações do Aterro Sanitário de Três Lagoas (MS) na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	162
Figura 6.37 Área destinada ao lançamento de resíduos sólidos urbanos e de resíduos de serviços de saúde na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	162
Figura 6.38 Extração de areia na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	163
Figura 6.39 Área do Porto de Areia na foz do Ribeirão Palmito	163
Figura 6.40 Ponte sobre o Ribeirão Palmito na rodovia MS-395	165
Figura 6.41 Rodovia MS-262 em áreas à montante na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	165
Figura 6.42 Carreadores entre os talhões de eucalipto na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito	165
Figura 6.43 Estrada em área à jusante na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	166
Figura 6.44 Estrada em área de nascentes na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	166
Figura 7.1 Perfil longitudinal do Ribeirão Palmito	173
Figura 7.2 Estrutura dos fatores afetando a morfologia do canal fluvial	175
Figura 7.3 Perfil batimétrico transversal do canal fluvial principal na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	176
Figura 7.4 Índices de velocidade nas seções de estudo na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	179
Figura 7.5 Correlação descritiva entre os índices de velocidade de fluxo e precipitação média na bacia	180
Figura 7.6 Relações observadas no contexto dos canais e das bacias fluviais	182
Figura 7.7 Curva de frequência e curva de frequência acumulada de carga sedimentar do leito	185
Figura 7.8 Correlação descritiva entre os índices de velocidade de fluxo e carga sedimentar do leito (diâmetro médio) para as seção transversais 1, 2 e 4	187
Figura 7.9 Transporte de material de leito e forma do canal	188
Figura 7.10 Variações sazonais de Sólidos Suspensos Totais (SST) nas seções de estudo	195
Figura 7.11 Correlação descritiva entre os índices de velocidade de fluxo e carga sedimentar em suspensão para as seções transversais de estudo em ambas as campanhas	196

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 Velocidade terminal de gotas de chuva de vários diâmetros	43
Tabela 2.2 Perdas de solos associadas ao uso agrícola no estado de São Paulo	53
Tabela 4.1 Classificação dos tipos de canais fluviais e suas principais características	93
Tabela 4.2 Índices para o cálculo da Curva Hipsométrica da bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	106
Tabela 6.1 Proposta de classificação para o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito	131
Tabela 6.2 Percentual de cobertura vegetal da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito	133
Tabela 6.3 Percentual de mata residual para a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito	135
Tabela 6.4 Percentual de mata ciliar para a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito	139
Tabela 6.5 Percentual de áreas de reflorestamento para a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito	144
Tabela 6.6 Percentual de áreas de gramíneas, plantações e pasto sujo para a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito	147
Tabela 6.7 Percentual de áreas sem cobertura vegetal para a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito	152
Tabela 6.8 Parcelamento do solo da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito	156
Tabela 6.9 Percentual de área utilizada para a atividade industrial na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito	158
Tabela 6.10 Percentual de área utilizada para a construção de rodovias, estradas e ferrovia na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito	164
Tabela 6.11 Percentual de área ocupada por corpos aquosos na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito	167
Tabela 7.1 Sedimentos em Suspensão para os rios da bacia hidrográfica do Rio Paraná até outubro de 1986	171
Tabela 7.2 Velocidade de fluxo (m/s) no Ribeirão Palmito	178
Tabela 7.3 Escala quantitativa proposta Folk e Ward (1957)	183
Tabela 7.4 Distribuição das medidas estatísticas ao longo dos períodos amostrados (escala phi)	186
Tabela 7.5 Grau de seleção para as seções de estudo no Ribeirão Palmito ao longo dos períodos amostrados (escala phi)	189
Tabela 7.6 Grau de assimetria para as seções de estudo no Ribeirão Palmito ao longo dos períodos amostrados (escala phi)	191
Tabela 7.7 Grau de assimetria para as seções de estudo no Ribeirão Palmito ao longo dos períodos amostrados (escala phi)	192
Tabela 7.8 Sólidos Suspensos Totais (mg L ⁻¹) no Ribeirão Palmito	196
Tabela 8.1 Unidade de sistema ambiental natural da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito	202

LISTA DE ANEXOS

Anexo A IBAMA multa curtume em R\$ 50 mil

221

LISTA DE SIGLAS

ACP – Análise de Componentes Principais

CESP – Companhia Energética do Estado de São Paulo

CNES – Centre National d'Etudes Spatiales

CTH – Departamento de Águas e Energia Elétrica

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETM – Enhanced Thematic Mapper

FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia

FIBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

GPS – Global Position System

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

NCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

LANDSAT – Land Remote Sensing Satellite

MS – Mato Grosso do Sul

NOB – Noroeste Brasil

PMTL – Prefeitura Municipal de Três Lagoas

POLOCENTRO – Programa de Desenvolvimento das Áreas de Cerrado

PRONAP – Programa Nacional para Pecuária

SEPLAN – Secretaria de Planejamento do Estado de Mato Grosso do Sul

SPOT – Systeme Probatoire d' Observation de la Terre

SPRING® – Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas

SST – Sólidos Suspensos Totais

UHE – Usina Hidrelétrica

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”

1 INTRODUÇÃO

Os estudos científicos contemporâneos, sejam eles baseados nas relações sociedade-natureza ou na funcionalidade dos espaços geográficos apropriados pela sociedade, baseiam-se no pressuposto da existência de realidades globais que se interpenetram nas escalas regionais, locais e vice-versa.

A partir do século XVII, com a revolução científica realizada pelas novas descobertas na física, astronomia e matemática, mas principalmente após a segunda guerra mundial, foi adotado um modelo de alta tecnologia, visando um aumento na produtividade do capital mediante a adequação e introdução de novos produtos na indústria. Essas mudanças tornam-se um marco, uma vez que, pesquisadores de diversas áreas do conhecimento passam a trabalhar primordialmente com temas concretos e conhecimentos úteis ao desenvolvimento e crescimento econômico.

Em contrapartida a essa tendência, no início do século XX surgem grupos de pesquisadores, particularmente das ciências ambientais e principalmente da biologia, que criticam as técnicas e procedimentos do modelo econômico centrado no lucro industrial. Para eles a tendência ao isolamento, quantificação e medição da ciência cartesiana não correspondem às características de conectividade e inter-relação dos elementos naturais e sociais.

Mais recentemente, esse movimento teórico se reformula e fortifica calcado na decadência das formas de representação do mundo assentada na exatidão físico-matemática. Observa-se uma crise intelectual e cultural geral e mudanças em todos os campos da ciência, principalmente nas exatas, com a desordem quântica. Assim, a teoria da incerteza derruba a concepção de verdade absoluta e remata verdades que são ditas universais e globais. De acordo com Capra (2004), a ciência moderna tem nos cobrado uma pesada taxa, pois ofereceu-nos um universo morto e tivemos que destruir esse mundo em teoria antes que pudéssemos destruí-lo na prática.

Além disso, nas últimas décadas uma sucessão de desastres ecológicos fortifica ainda mais esse movimento de crítica ao modelo de desenvolvimento e a ideologia do crescimento econômico a qualquer custo. De acordo com Gonçalves (1998), de Minamata a Chernobil, o discurso do progresso é minado ponto a ponto, condenando a sociedade industrial e suas representações de mundo à falência.

Todas essas críticas são importantes e construtivas, uma vez que, não procuram negar os resultados obtidos, que foram bastante consideráveis, mas procura atentar ao fato de que a degradação dos recursos naturais tornou-se banal, devido à ocupação dos espaços geográficos feita em nome da racionalidade econômica.

Embora observemos essas mudanças de paradigmas desencadeadas pela crise no modelo cultural, intelectual e científico cartesiano, ainda hoje é notória a influência do reducionismo, cuja “divisão penetrou profundamente no espírito humano nos três séculos que seguiram Descartes, e levará muito tempo para que seja substituída por uma atitude realmente diferente em face ao problema da realidade” (HEISENBERG apud CAPRA, 1998). Desta maneira, a percepção integrada dos processos da natureza envolve além de mudanças científicas, mudanças de conduta e comportamento, que ainda são insuficientes ou não puderam ser observadas nas ciências:

[...] a divisão entre espírito e matéria levou a concepção do universo como um sistema mecânico que consiste em objetos separados, os quais, por sua vez, foram reduzidos a seus componentes materiais fundamentais, cujas propriedades e interações, acredita-se, determinam completamente todos os fenômenos naturais. Essa concepção cartesiana da natureza foi, além disso, estendida aos organismos vivos, considerados máquinas constituídas de peças separadas. Veremos que tal concepção mecanicista do mundo ainda está na base da maioria de nossas ciências e continua a exercer uma enorme influência em muitos aspectos de nossa vida (CAPRA, 1998).

A Geografia Física, como um dos campos da ciência geográfica, foi influenciada por todos esses movimentos e rupturas, de maneira que foi fragmentada pelas abordagens analíticas durante a Revolução Industrial, visando atender e se adequar a modelos de alta produtividade disseminados pela Revolução Verde. Para Suertegaray (2004), durante o século XX, tivemos uma construção do conhecimento da natureza dividido em subáreas do conhecimento.

Dentre as influências da sociedade moderna, nota-se ainda na geografia uma “ideologização” de vários conceitos como espaço, natureza, território, região, paisagem, lugar, entre outros. A medida em que investiga-se as raízes desses conceitos e suas transformações ao longo do tempo, além dos métodos utilizados, é possível estabelecer conexões com as demais ciências, com a tecnologia e principalmente com a sistema econômico.

De maneira geral, temos imbricado todas as relações entre os conceitos, teorias e métodos que procuram explicar cada realidade através da ciência e o modelo de produção capitalista:

[...] ao mesmo tempo que se produziu a ideologização do conceito de natureza, e conseqüentemente dos meios de produção capitalista em ter legitimada a apropriação privada da natureza, e conseqüentemente dos meios de produção, procurou-se construir um novo homem, destituído dos instintos selvagens, para pensar racionalmente em prol da eficiência e eficácia necessária ao novo modelo produtivista. É nesse contexto que se produz uma nova ética, fundamentada no desencantamento do mundo, na qual a ciência passa a ter um papel fundamental, razão pela qual têm-se as teorizações sobre a regra de conduta, as construções pedagógicas e políticas (CASSETI, 2004).

Todavia, apesar de todas as práticas e tendências que levaram a compartimentação da ciência geográfica e ao estabelecimento e interpretação de seus conceitos, teorias e métodos, nota-se que alguns geógrafos procuraram tornar o conhecimento passível de ser pensado de forma interativa:

[...] no Brasil essa perspectiva tomou como referência a abordagem sistêmica. O método sistêmico proveniente da biologia dos anos 20 foi adotado na geografia com o objetivo de promover uma análise integrada da natureza. Tornam-se clássicos entre nós os textos de SOTCHAVA (1977), TRICART (1977), BERTRAND (1982), entre os pesquisadores externos, e os de CHRISTOFOLETTI (1979) e MONTEIRO (2000) entre os geógrafos nacionais que buscaram a integração a partir deste conhecimento analítico. Não obstante, em nossa leitura, o que observamos é que a busca de articulação na perspectiva sistêmica ultrapassou a dimensão analítica referente à materialização do que se convencionou chamar de natureza (SUERTEGARAY, 2004).

Na geografia, a abordagem sistêmica veio trazer ao cerne das discussões a importância da integração do conhecimento da natureza, indo além quando trata da ação do homem não só como parte dela. Esses estudos levam em consideração que o entendimento das características sociais denota a discussão e compreensão de outros aspectos relevantes, como conforme destaca Suertegaray (2004), a compreensão do ser social historicamente construído.

A realização desses diagnósticos sócio-ambientais através da visão sistêmica tem utilizado frequentemente a delimitação hidrodinâmica, por divisão natural da bacia hidrográfica. Segundo Botelho e Silva (2004), na abordagem sistêmica e integrada do ambiente está implícita a adoção desta unidade fundamental – a bacia hidrográfica – destacando a preocupação com a quantidade e qualidade dos recursos naturais, considerando suas limitações e potencialidades.

Como proposta para a compreensão das relações homem-meio, Bertrand (1971) sugere um sistema de classificação que viabilize o entendimento da paisagem sob

determinada escala, e que possui um duplo significado, tempo e espaço. De acordo com o autor, a paisagem em questão não é a simples adição de elementos geográficos disparatados, e sim uma determinada porção do espaço, resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perfeita evolução.

O sistema de classificação sugerido por Bertrand (*op cit*) está relacionado a seis níveis temporo-espacial, são eles: zona, domínio, região (unidades superiores) e geossistema, geofácies, geótopo (unidades inferiores). Seguindo essa ordem taxonômica, a bacia hidrográfica se enquadraria na unidade inferior da paisagem, inserida entre a 4ª e 5ª grandeza temporo-espacial, ou seja, compreende o equilíbrio dinâmico e as inter-relações entre potencial ecológico, exploração biológica e ação antrópica, proposta do modelo teórico geossistêmico (Figura 1.1).

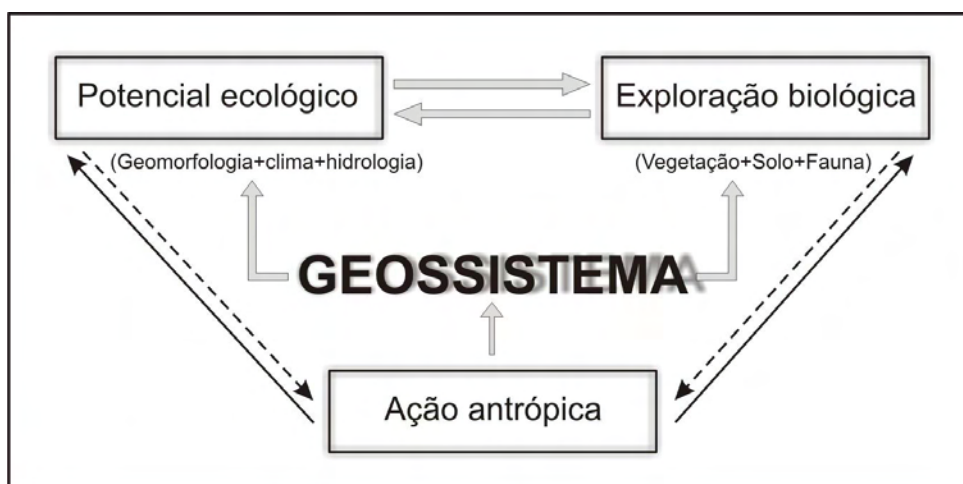


Figura 1.1 Modelo teórico geossistêmico proposto por G. Bertrand.
Fonte: Bertrand, 1971.

Para Bertrand (1971) o geossistema corresponde a dados ecológicos relativamente estáveis. Ele resulta da combinação de fatores geomorfológicos, como natureza das rochas e dos mantos superficiais, valor do declive, dinâmica das vertentes, fatores climáticos, como precipitações, temperaturas e, por fim, fatores hidrológicos, como lençóis freáticos epidérmicos e nascentes, pH das águas, tempos de ressecamento dos solos, entre outros. Trata-se portanto de:

[...] uma unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados. É nesta escala que se situa a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que evoluem as combinações dialéticas mais interessantes para o geógrafo. Nos níveis superiores a ele só o relevo e o

clima importam e, acessoriamente, as grandes massas vegetais. Nos níveis inferiores, os elementos biogeográficos são capazes de mascarar as combinações de conjunto. Enfim, o geossistema possui uma boa base para os estudos de organização de espaço porque ele é compatível com a escala humana (BERTRAND, 1971).

O presente trabalho tem como objeto de investigação a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito (Figura 1.2), localizada no município de Três Lagoas - MS. Adotou-se a concepção científica da inter-relação entre os aspectos estrutural, ecológico-funcional e sócio-espacial do geossistema, levando em consideração que o enfoque sistêmico comporta em suas bases os princípios filosóficos dialético-materialista, que trabalha com a dinâmica da natureza:

[...] No materialismo histórico e dialético elaborado por Marx, considera-se a história como unidade com a natureza. Assim a natureza é vista em dois momentos por meio do processo de apropriação e transformação da natureza realizada pelo homem. “A história pode ser considerada de dois lados, dividida em história da natureza e história dos homens. No entanto, esses dois aspectos não se podem separar” (MARX e ENGELS, 1991 apud AMORIN e NUNES, 2005).

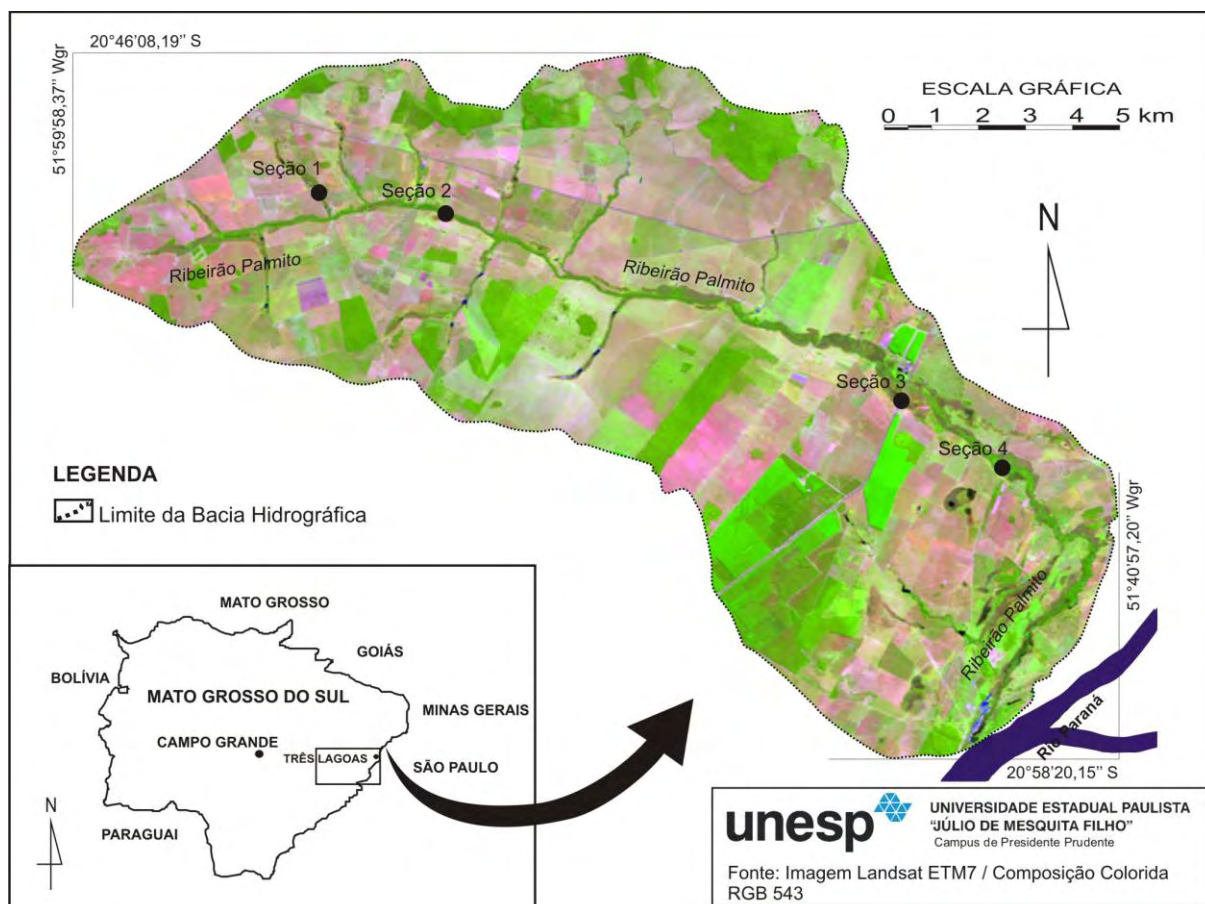


Figura 1.2 Limite da bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito.

Conquanto, de acordo com Amorin e Nunes:

[...] as possibilidades de se considerar a diversidade e a estrutura resultante das formas de interação entre os elementos da paisagem se traduzem em um maior número de relações. Dentro das características específicas das diversas áreas da geografia física, a partir da visão dialética, tanto a abordagem sistêmica como o materialismo histórico, enfocam o meio natural relacionando-o com o processo geral de desenvolvimento da sociedade, considerando-se, portanto, o resultado da interação da lógica da natureza com a lógica da sociedade (AMORIN e NUNES, 2005).

Os estudos na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito justificam-se pela necessidade de articulação dos principais elementos sócio-ambientais, suas causas e conseqüências, além da sua tendência evolutiva, como uma estratégia para se aumentar o conhecimento das dimensões humanas das mudanças ambientais na área:

[...] Do ponto de vista geomorfológico, a recente evolução do Brasil Central contribuiu para uma revisão da gênese das condições geoecológicas e hídrica de uma região que está no meio do processo motor de modernização e desenvolvimento no interior do Brasil. Uma revisão nas bases físicas que sustentaram a revitalização econômico-social da região pode ser útil ao conhecimento científico e, até mesmo, ao esforço de preservação dos fluxos vivos da natureza regional (AB'SÁBER, 2003).

A escolha da área de estudo e os trabalhos realizados levaram em consideração que na bacia hidrográfica observou-se, de acordo com os estudos realizados anteriormente por CARDOZO (1997) e ALMEIDA (2003), uma ocupação desordenada com a retirada da vegetação nativa para utilização das terras para o pastoreio e para a instalação de indústrias. Os trabalhos mencionados foram primordiais para um prévio entendimento da dinâmica de uso e ocupação do solo na área de estudo e a influência desse processo nas características hidrossedimentológicas do canal fluvial, uma vez que, para realização de um diagnóstico é necessário o conhecimento de vários elementos do quadro ambiental.

Desta maneira, as investigações realizadas na área de estudo e a avaliação da existência ou não de desequilíbrios na paisagem da bacia estudada considerou as características naturais por meio da dinâmica do canal fluvial, assim como os fatores geomorfológicos, geo-pedológicos e hidrológicos da bacia, baseado principalmente no fato de que os materiais podem ser facilmente erodidos em função dos solos frágeis e bastantes espessos da região. Além disso, os fatores que transformam a paisagem através dos tipos de utilização e ocupação do relevo foram abordados em busca de uma leitura dinâmica das relações sócio-ambientais, leitura essa fundamentada na retirada da vegetação nativa em razão das novas perspectivas econômicas advindas da comercialização e do desenvolvimento da silvicultura e da modernização da agropecuária, que propiciou a conseqüente instalação de indústrias ligadas ao setor. Sobre o uso e ocupação de solos em área agrícola, Paiva (2001) escreve:

[...] a erosão remove a camada superficial do solo, reduzindo a produtividade. O sedimento é transportado para os corpos d'águas, prejudicando a qualidade das águas superficiais, além de servir como veículo para outros poluentes, que são absorvidos a estes materiais. Assim que a capacidade de transporte dos corpos receptores seja insuficiente, tais sedimentos são depositados em canais de irrigação, rios, estuários, reservatórios, portos, reduzindo a capacidade das estruturas hidráulicas (PAIVA, 2001).

Uma vez que é mais freqüente a cada dia o direcionamento de fortes investimentos para o resgate das potencialidades dos ambientes naturais, devido constantes agressões disseminadas pelo modelo de desenvolvimento adotado nos últimos séculos, é importante destacar que, verifica-se na bacia estudada, além do lançamento de dejetos no canal fluvial em consequência da instalação da indústria frigorífica e do curtume, conforme mencionado anteriormente, a utilização do solo para a deposição de resíduos sólidos urbanos (devido à instalação do Aterro Sanitário Municipal de Três Lagoas) e a extração mineral do Porto de Areia nas proximidades da foz do Ribeirão Palmito. Neste sentido Silva *et al.*, nos lembra:

[...] os corpos líquidos sofrem toda sorte dos danos, resultante da exploração de recursos naturais e da simples ocupação humana em determinadas áreas. O ciclo hidrológico é alterado na maioria das vezes através do mau uso da terra, como desmatamento e uso agrícola, ou sobre a área urbana, em que as águas tendam a se escoar mais na superfície do que se infiltrar, iniciando processos erosivos. Além disso, o lençol freático pode diminuir em qualidade e quantidade, bem como ser contaminado através da poluição (SILVA *et al.* 1999).

A discussão da importância desses estudos para a permanência de condições sustentáveis de vida no planeta tem se tornado cada vez maior. Para Santos e Koffler (2000) um exemplo dessa mobilização é o uso cada vez mais freqüente da delimitação das áreas de intervenção nos trabalhos de planejamento segundo bacias hidrográficas, que são direcionados, basicamente, a manter um controle da qualidade ambiental, fomentando a necessidade de ordenar o uso e ocupação do solo conforme sua capacidade de uso, recuperar e revitalizar áreas degradadas e orientar a utilização de recursos naturais de forma sustentável.

Bastos *et al.* (1999) ressalta que a interação do homem com o meio ambiente, quer seja ela de forma harmônica ou não, provoca sérias mudanças em nível global. Essas mudanças decorrentes da relação históricas sociedade-natureza têm gerado profundas discussões sobre as questões ambientais em todos os segmentos da sociedade.

Assim, diversos são os fatores que têm provocado impactos na paisagem e tornando os debates acerca da necessidade da investigação das relações entre sociedade e natureza cada vez mais freqüentes:

[...] A velocidade de criação de novos equipamentos tecnológicos de intervenção na natureza, a partir da lógica de valorização dos recursos naturais como mercadorias, com valor de uso e de troca, têm gerado significativas transformações/degradações no relevo. Essas transformações têm sido mais evidenciadas nos locais de maiores concentrações populacionais, em que o capital intensifica sua atuação com mais vigor, na busca da obtenção de maior lucratividade (NUNES, 2002).

Sobre as atividades que mais afetam e modificam a dinâmica da natureza, Bordas e Semmelmann destacam:

[...] o desmatamento, a agricultura, a urbanização, a mineração, a construção de estradas, a retificação e o barramento dos cursos d'água. Consequentemente erosões e depósitos vêm-se multiplicando, e, com eles proliferam os prejuízos ligados tanto à redistribuição dos volumes de sedimentos erodidos, como, em alguns casos, a deterioração da qualidade desse sedimento, a ponto de torná-la perigosa para a vida aquática. Riscos e prejuízos assim criados podem ficar restritos ao local de agressão, mas geralmente são espalhados pelas áreas situadas mais a jusantes, às vezes em pontos muito distantes do foco que lhes deu origem. Por outro lado, são conhecidos casos em que as áreas de um trecho do rio, palco de interferência antrópica, foram também afetados, por exemplo, por erosão regressiva (BORDAS E SEMMELMANN, 2004).

O processo erosivo, suas fontes e conseqüências, constituem, na maioria das vezes, as manifestações mais facilmente perceptíveis das alterações provocadas pelo homem, pois grande parte delas são rápidas, danosas e até irreversíveis para o ambiente e, os acontecimentos que ocorrem nas vertentes repercutem nos canais fluviais, como um efeito em cadeia. Destarte, os estudos sobre ciclo hidrossedimentológico são de extrema importância, uma vez que, conforme destaca Christofletti (1980) as condições climáticas, a cobertura vegetal e a litologia são fatores que controlam a morfogênese das vertentes e, por sua vez, o tipo de carga detrítica a ser fornecida aos rios.

No entanto, de acordo com as mudanças nos objetos de investigação das ciências, influenciada pela ideologia capitalista, até algumas décadas atrás o ciclo hidrossedimentológico não despertava interesse:

[...] Raros são os manuais de hidrologia que a ele se refere, a não ser indireta ou parcialmente para tratar de prejuízos que os sedimentos podem causar a algum aproveitamento hidráulico (o caso mais notório diz respeito ao assoreamento de represas). A gestão integrada dos recursos hídricos, os riscos de degradação do solo, dos leitos dos rios e dos ecossistemas fluviais e estuarinos, ou de contaminação dos sedimentos por produtos químicos, levaram a reconsiderar essa postura e a dar maior atenção aos problemas que podem decorrer das alterações do ciclo hidrossedimentológico natural (TUCCI, 2004).

Paiva (2001) ressalta ainda que, os processos de erosão e sedimentação numa bacia hidrográfica podem trazer muitos problemas. Na área agrícola a erosão remove a camada superficial do solo, reduzindo a produtividade. O sedimento é transportado para os corpos d'água, prejudicando a qualidade das águas superficiais, além de servir como veículo para outros poluentes, que são absorvidos a estes materiais. Assim que a capacidade de transporte dos corpos receptores seja insuficiente, tais sedimentos são depositados em canais de irrigação, rios, estuários, reservatórios, portos, reduzindo a capacidade das estruturas hidráulicas.

Nas áreas com menor densidade demográfica, como as áreas rurais, o microclima sofre modificações em função das alterações no seu uso do solo. Em grandes áreas desmatadas a falta de obstáculos faz com que a velocidade do vento aumente ao nível do solo, reduzindo a sua umidade superficial. A ausência de cobertura vegetal dificulta a infiltração da água pluvial no solo, provocando ravinamentos e voçorocas. Em longo prazo isso provocará, com toda certeza, alterações no mesoclima (BASTOS e FREITAS, 1999).

Portanto, as investigações acerca dos ambientes naturais e o planejamento da paisagem podem se tornar um instrumento de proteção e manutenção do meio, ou seja, proporcionar um equilíbrio dinâmico entre o potencial ecológico e a exploração biológica dos sistemas ambientais, resultando assim, conforme AMORIN e NUNES (2005) “na melhor qualidade de vida humana”.

1.1 Objetivos

Este estudo tem como objetivo o estudo dos aspectos físicos da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito e da dinâmica dos agentes sociais que atuam na área.

Assim, o presente trabalho visa a busca de uma leitura dinâmica da paisagem através das características estruturais e ecológicas da bacia, da leitura espaço-sazonal de alguns componentes do regime hidrológico e hidrossedimentológico, além da caracterização do uso do solo ocupação do relevo.

Para se atingir o objetivo geral proposto, desenvolvendo-se os seguintes objetivos específicos:

- Caracterização dos aspectos físicos da região do município de Três Lagoas (MS), a partir dos aspectos geomorfológicos, geológicos, morfoestruturais, hidrogeológicos, pedológicos e climáticos;

- Caracterização dos aspectos físiográficos da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, bem como os aspectos geomorfológicos e pedológicos;
- Caracterização fisiográfica dos cursos d'água da bacia e realização de medidas fluviométricas em seção transversais;
- Caracterização do regime hidrossedimentológico nos cursos d'água da bacia, a partir de análises em seções transversais;
- Avaliação das variações pluviométricas, associada com o sistema produtor de tempo;
- Análise de uso e ocupação do solo nas vertentes, considerando as interações entre o canal e bacia de drenagem.

1.2 Material e método

Para cumprir os objetivos propostos, a compartimentação espacial da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito – MS foi realizada com base no perfil longitudinal do rio. Realizaram-se os estudos em quatro seções transversais distintas ao longo do rio principal, duas no setor montante e duas no setor jusante da bacia hidrográfica (Figura 1.2).

A seção 1 localiza-se próximo das cabeceiras de drenagem, de acordo com as coordenadas 20°48'36"S e 51°55'23"Wgr.

A seção 2 situa-se à montante na bacia, de acordo com as coordenadas 20°48'46"S e 51°52'50"Wgr.

A seção 3 encontra-se à montante de uma ponte e de uma corredeira, de acordo com as coordenadas de 20°51'41"S e 51°44'34"Wgr.

A seção 4 situa-se à jusante na bacia, de acordo com as coordenadas de 20°53'09"S e 51°43'08"Wgr, no terraço fluvial do Rio Paraná.

As coletas de amostras no campo foram realizadas ao longo de um ano, com abordagem sazonal. As campanhas foram realizadas nas seguintes datas: 16 de dezembro de 2005; 03 de março; 15 de junho e 23 de setembro de 2006.

Os pontos digitais foram obtidos através de saída a campo por meio do aparelho GPS Garmin 12, posteriormente transferidos para o software Google Earth, utilizados na

localização dos pontos relacionados às unidades da paisagem sob as referentes coordenadas geográficas, condizentes com a área de estudo.

Utilizou-se para a sistematização dos dados, processamento e classificação das imagens os softwares, Idrisi kilimanjaro¹ e Spring® 4.1², atuando com dados vetoriais e matriciais.

Os dados abordados e os procedimentos metodológicos estão descritos detalhadamente a seguir.

- **Caracterização física da área e fisiografia da bacia**

Os dados fisiográficos foram obtidos de acordo com o levantamento da carta topográfica (FOLHA SF.22-V-B-V – TRÊS LAGOAS – CARTA DO BRASIL), na de escala 1:100.000 (ALMEIDA, 2003). A aquisição e interpretação desses dados basearam-se nas propostas de Villela e Mattos (1975) e Christofolletti (1980), cujos principais índices abordados estão inseridos nas análises de hierarquia fluvial, análise areal, análise linear e hipsométrica.

Os dados produzidos numa escala menor foram aferidos no campo, através de observações e medições com a utilização de instrumentos como GPS e teodolito, verificações *in loco* por meio de levantamento fotográfico, ou de acordo com as Fotografias Aéreas do município, datadas de 1963, na escala de 1:60.000.

- **Dinâmica hidrossedimentológica do ribeirão Palmito**

A análise de material do leito do canal foi realizada através da granulometria das partículas de fundo. Para a coleta dos materiais utilizou-se o pegador tipo van-veenn adaptado, do tipo de penetração vertical de escavação.

¹ Idrisi kilimanjaro é marca registrada da Clark Labs.

² Spring® 4.1 é marca registrada do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

As amostras foram avaliadas qualitativamente no Laboratório Sedimentologia e Análise de Solos da Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP (Presidente Prudente-SP), de acordo com metodologia proposta por SUGUIO (1973), através da análise granulométrica dos dados para curva acumulativa por meio de peneiramento e pesagem.

As amostras foram peneiradas por cerca de 15 minutos³, utilizando-se agitador da marca Produtest, de acordo com a escala Wentworth (ϕ). Destaca-se que, foram utilizadas no peneiramento 100 gramas de amostra seca. Utilizou-se peneiras de 8 polegadas de diâmetro, de armação com 1 ou 2 polegadas de altura, possuindo telas com malhas padronizadas. O fracionamento das malhas usadas foi de 0,710 mm representada pela classe $-1,00 \phi$; de 0,500 mm representada pela classe $0,00 \phi$; de 0,250 mm representada pela classe $1,00 \phi$; de 0,125 representada pela classe $2,00 \phi$; de 0,088 representada pela classe $3,00 \phi$ e; de fundo representada pela classe $4,00 \phi$.

Os dados foram plotados em forma de tabelas para uma análise das curvas de frequência e curvas acumulativas. Posteriormente foi realizada a análise estatística com os programas “grânulo”⁴ e “Excel”⁵. Os dados foram avaliados de acordo com medidas de tendência central, medidas de grau de dispersão e espalhamento e, medidas de grau de assimetria. Todas essas medidas são observadas nos gráficos feitos através da plotagem dos dados de granulométrica que indicam a frequência e a frequência acumulada. Os valores destas medidas são indicados quando os dados são analisados no programa “grânulo”.

Os estudos relacionados à dinâmica da carga sedimentar em suspensão (SST) foram realizados através das coletas da água com a garrafa de van-dorn e analisados quantitativamente e qualitativamente no Laboratório de Limnologia/GEMA da Universidade Estadual de Maringá/PR. Utilizou-se o método da filtração em bomba a vácuo, tendo sido utilizados filtros milipore (fibra de vidro) de 0,5 μ m. Os filtros foram posteriormente secados na estufa a uma temperatura de aproximadamente 105°C por 4 horas e pesados em balança analítica (mg/l).

Os dados físicos do canal, que são de suma importância para o entendimento das variáveis hidrossedimentológicas, foram obtidos através da análise das amostras coletadas no campo conforme a identificação das características fluviométricas analisadas: medidas de velocidade do fluxo, largura e profundidade da coluna d’água nas seções transversais.

³ Segundo Suguio (1973), é um tempo ótimo de peneiramento.

⁴ Granulo não tem marca registrada.

⁵ Excel é marca registrada da Microsoft Corporation.

Utilizou-se o software “Excel” para a plotagem, análise e tratamento estatístico básico dos dados.

- **Avaliação das características pluviométricas**

Os dados de precipitação foram obtidos do Posto Pluviométrico do Horto Barra do Moeda (Empresa *International Paper do Brasil Ltda*) e da Estação Meteorológica de Jupiá (Departamento de Águas e Energia Elétrica – C.T.H.). O Posto do Moeda e a Estação de Jupiá estão próximos da referida área de estudo e apresenta uma série histórica de dados das alterações e modificações da variável precipitação.

Avaliou-se a correlação dos dados coletados *in situ* das chuvas com as variáveis hidrossedimentológicas. Os dados foram tabulados e analisados ainda, recebendo um tratamento estatístico e matemático, através de análise exploratória e correlação descritiva, através do Microsoft “Excel”.

- **Análise de uso e ocupação do solo**

Os estudos sobre o uso e ocupação do solo foram realizados com base na carta topográfica da área de estudo e nas imagens orbitais LANDSAT ETM5 2001, canais 345 (composição colorida 534 – 30m de resolução espacial) e SPOT GRF 2005 (10m de resolução espacial), disponibilizadas pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1997).

O mapeamento de uso e ocupação do solo nas vertentes foi realizado com base na imagem orbital supracitada do ano de 2005 (SPOT), período da coleta dos dados na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito. Quanto ao sistema SPOT:

[...] foi projetado pelo Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) da França em colaboração com outros países europeus. Consiste de uma sequência de quatro satélites para fins de sensoriamento remoto da superfície da terra. O primeiro satélite foi lançado em 22 de fevereiro de 1986 em associação com a Bélgica e Suécia e o segundo em 22 de janeiro de 1990. (CAMPANA e EID, 2001).

Para o tratamento das imagens de satélite, adotou-se um sistema de classificação preciso para o mapeamento das unidades paisagísticas da área. Na interpretação das imagens, utilizou-se de análise visual que teve como base as seguintes características: forma, textura e tonalidade.

Segundo ROSA (1990), forma/tamanho - podem ser utilizados na identificação de aparências individuais em relação à escala utilizada, por exemplo, culturas, reflorestamentos, estradas, etc. Textura - é o padrão do arranjo espacial dos elementos texturais, e podem ser divididas em: toscas, finas, lisas, ásperas, grosseiras ou suaves. Tonalidade/cor - esta relacionada à intensidade de radiação eletromagnética refletida e/ou emitida pelos objetos na superfície terrestre.

Foram realizadas também verificações *in loco* com levantamento fotográfico, o que permitiu uma análise multi-temporal da dinâmica das condicionantes de transformação do meio físico, facilitando o monitoramento das condições hidráulicas e climatológicas.

Para o mapeamento de uso e ocupação do solo, tanto quanto para a confecção dos demais mapas e desenhos, utilizou-se o software CorelDRAW⁶.

⁶ Corel Draw é marca registrada da Corel Corporation.

2 BACIA HIDROGRÁFICA E PROCESSOS EROSIVO-SEDIMENTOLÓGICOS: CONCEITOS BÁSICOS

A bacia hidrográfica é uma área de drenagem e, segundo Coelho Neto (1994), drena água, sedimentos e diversos materiais dissolvidos para uma saída comum, para um determinado ponto de um canal fluvial. Entende-se que a bacia hidrográfica é topograficamente delimitada e que seu limite, conforme Vilela e Matos (1975) é uma linha de separação que divide as precipitações que caem em bacias vizinhas e que encaminha o escoamento superficial resultante para outro sistema fluvial.

Vertentes, colinas, os próprios fundos de vales, corpos d'água subterrâneos, redes de drenagem urbana, entre outras unidades do espaço, mantêm-se interligados fazendo parte como elementos componentes de uma bacia hidrográfica (CUNHA e GUERRA, 1996).

Estudos sobre os temas erosão, manejo e conservação dos solos e da água e planejamento ambiental são aqueles que mais tem utilizado a bacia hidrográfica como unidade de análise (BOTELHO, 1999). A maioria desses estudos leva em consideração a dinâmica natural de funcionamento do sistema; a avaliação e análise dos desequilíbrios ambientais, suas causas e conseqüências; além de possibilidades de mitigação de problemas, através das técnicas de manejo e conservação das terras.

Antes de toda ação de planejamento visando ordenamento territorial, e em conseqüência a atenuação ou eliminação de impactos decorrentes das alterações no uso das terras, deve ser precedida de um diagnóstico ou monitoramento do uso e ocupação do solo (CAMPANA e EID, 2001). Verifica-se que mudanças no uso do solo, agressões ambientais e os desequilíbrios nas encostas das bacias, causa dos processos erosivos acelerados, trazem graves conseqüências tanto as terras da bacia quanto aos cursos d'água.

De acordo com Cunha e Guerra (1999), a dinâmica inter-relação que existe entre as encostas e os vales fluviais, permite constante troca de causa e efeito entre esses elementos da bacia hidrográfica. Para os autores:

[...] as mudanças no uso do solo nas encostas influenciam os processos erosivos que poderão promover a alteração na dinâmica fluvial. Por exemplo, o desmatamento ou o crescimento da área urbana nas encostas reduz a capacidade de infiltração, aumentando o escoamento superficial, promovendo a erosão hídrica nas encostas e fornece maior número de sedimento para a calha fluvial o que pode resultar no assoreamento do leito e enchentes na planície de inundação. Da mesma forma, alterações no

comportamento natural dos canais fluviais influenciam os processos que se registram nas encostas (CUNHA e GUERRA, 1999).

Sobre as alterações na dinâmica dos sistemas ambientais e o planejamento, Drew (1994) ressalta que, a intervenção do homem na evolução da terra faz refletir em nível muito indefinido, as direções das correntes de energia, alterando a magnitude e deposição dos materiais. Torna-se evidente então, que as ações do homem não podem ser confinadas e que elas acarretarão conseqüências em muitas partes do meio físico, além do local de intervenção.

De maneira geral, para o entendimento da importância da dinâmica ambiental em bacias hidrográficas, além da necessidade de se adotar técnicas conservacionistas e se evitar o uso e ocupação desordenada, serão tratados a seguir os conceitos referentes aos estudos nas bacias e as características do processo de erosão acelerada e sedimentação nesses ambientes.

2.1 A bacia hidrográfica como unidade de investigação técnico-científica e de planejamento ambiental

Segundo Botelho e Silva (2004), a bacia hidrográfica é reconhecida como unidade espacial na Geografia Física desde o fim dos anos 60. Contudo, durante a última década ela foi, de fato, incorporada pelos profissionais não só da Geografia, mas da grande área das chamadas ciências ambientais, em seus estudos e projetos de pesquisa. Entendida como célula básica de análise ambiental, a bacia permite conhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos e interações que nela ocorrem:

[...] A década de 1990, principalmente a partir da segunda metade, vem sendo caracterizada pelo aumento não só da produção de trabalhos ligados a área ambiental, mas especificamente, das pesquisas relacionadas ao uso e qualidade da água. A conscientização, cada vez maior, por parte da sociedade, da importância da água, essencialmente a vida e a muitas das atividades humanas, impulsionou o desenvolvimento de estudos e a criação de leis em âmbito federal, estadual e municipal, de regulamentação do uso dos recursos hídricos. Além disso, maior atenção tem sido dispensada as questões de saneamento básico, intimamente ligadas à qualidade do solo e da água, e de vida das populações (BOTELHO E SILVA, 2004).

Estes estudos são extremamente importantes a partir do momento que, conforme Guerra e Cunha (1996), a falta de planejamento na ocupação e no uso do solo das bacias hidrográficas, decorrentes de estímulos governamentais ou não, condiciona

esses ambientes a um desequilíbrio na sua dinâmica natural. A prática de atividades como agricultura, desmatamento, mineração, ocupação de encostas dessas áreas, colaboram com a perda de seus potenciais naturais, e que em sua maioria são irreversíveis.

Deste modo, em termos de unidade de estudo e operação, a bacia hidrográfica é a unidade espacial de planejamento mais apropriada por permitir controle mais objetivo dos recursos humanos e financeiros, favorecendo a integração de práticas de uso e manejo do solo e da água e a organização comunitária. O trabalho em bacias hidrográficas cria condições que tornam compatíveis as atividades produtivas e a preservação ambiental (PEREIRA e MOLINARI, 1995).

Além da utilização crescente da delimitação hidrodinâmica através das bacias hidrográficas como unidades espaciais de análise nos estudos geográficos e de outras ciências, destaca-se então, sua utilização para gerenciar atividades de uso e conservação dos recursos naturais:

[...] Cada vez mais observa-se a especialização dos estudos segundo a tipologia dos processos erosivos e locais de ocorrência, o que conduz a proposição de métodos diagnósticos específicos. Para as áreas rurais, os diagnósticos tendem a ser realizados por intermédios de métodos que visam estabelecer a capacidade de uso das terras e indicar usos e manejos adequados, além de orientações pertinentes à estrutura fundiária, malha viária e outras formas de intervenção humana. Nas áreas urbanas, principalmente em suas zonas de crescimento dos processos para o entendimento dos seus condicionantes, com o objetivo de conter erosões, reabilitar as áreas afetadas e definir os vetores críticos ou favoráveis à expansão urbana (STEIN, 1995).

Neste sentido, Guerra e Botelho destacam ainda, que:

[...] na tentativa de racionalizar o uso e manejo dos recursos naturais renováveis, notadamente o solo e a água, vem sendo desenvolvidos, desde o início da década de 80, projetos de manejo em bacias hidrográficas no país. A bacia hidrográfica constitui uma unidade natural básica de planejamento, onde a ação integradora das diferentes formas de uso e manejo deve ser vistas sob a ótica sistêmica, na qual cada componente pode influenciar ou ser influenciado pelos demais (GUERRA E BOTELHO, 2001).

Enfim, de maneira geral, acredita-se que as estratégias dos projetos em bacias podem ser resumidas em três pontos básicos: aumentar a extensão e duração da cobertura vegetal do solo; melhorar a estrutura de drenagem interna do solo; e controlar o escoamento superficial (BRAGNOLO, 1994). No entanto esses projetos devem levar em consideração todo o sistema, mesmo que nas áreas urbanas os processos erosivos sejam mais críticos. Não se deve simplesmente transferir o problema de um lugar para outro, minimizando as consequências nas cidades e gerando problemas ainda maiores à jusante.

Outras medidas eficientes podem ser adotadas, basicamente através da educação e do acesso à informação. Entre elas está o emprego de técnicas adequadas de manejo do solo, o que diminuiria a erosão. Também a racionalização no uso de fertilizantes, aplicadas em uma quantidade muito superior à necessária (BENETTI e BIDONE, 2004).

Todavia, resistências quanto ao estudo em bacias de drenagem e o manejo integrado das paisagens ainda são observadas. Muitas vezes a execução de projetos para o manejo do solo e água é feita de maneira isolada, sem levar em consideração que desequilíbrios ambientais, na maioria dos casos, não se restringem ao lugar de origem, sendo possível observar as consequências do depauperamento nas terras da parte inferior da bacia, ou inclusive em regiões a montante com a erosão regressiva. Essas experiências costumam ser observadas tanto nas áreas rurais como nas urbanas, por exemplo, quando qualquer tipo de ação de manejo é realizado numa propriedade agrícola isolada ou em um bairro em cidades, à jusante da fonte do problema.

Além disso, conforme veremos adiante, a escala das unidades de análise, ou seja, o tamanho da bacia hidrográfica, e o tempo necessário para o entendimento das características do sistema da mesma, consistem em práticas fundamentais para a realização de estudos adequados.

2.2 As escalas espacial e temporal e a bacia hidrográfica

É preciso entender qualidade ambiental como reflexo da ação do homem sobre o espaço e seus componentes em um dado momento. Os diferentes níveis de qualidade encontrados são variáveis no tempo e no espaço e são dependentes das demandas e usos dos recursos naturais por parte das sociedades, marcadas econômica e culturalmente de formas variadas. A qualidade ambiental deve ser encarada não só como o somatório das qualidades de cada um dos componentes do meio, mas como condição essencialmente ligada à qualidade de vida das populações (BOTELHO e SILVA, 2004).

O que concerne à variedade das características naturais no tempo e no espaço, Mendiondo *et al.* (2001) destaca:

[...] a complexa heterogeneidade de solos, vegetação e topografia, cada uma delas com sua escala própria, e suas interações com estímulos meteorológicos que variam no tempo e no espaço produzem efeitos complexos. Em consequência, observa-se que os processos hidrológicos podem apresentar comportamentos distintos de acordo com as escalas

espaço-temporais do sistema e dos processos analisados (MENDIONDO *et al.*, 2001).

De acordo com a escala espacial, a proposta de Singh (1995) in Christofolletti (1999) considera a existência de bacias hidrográficas de tamanho pequeno (microbacias) e médio (bacias) e ainda conforme a drenagem, independente do tamanho de sua área. Quanto à temporalidade dos processos atuantes, observa-se os estudos e práticas baseados em eventos, de tempo contínuo e de escala temporal grande (Figura 2.1).

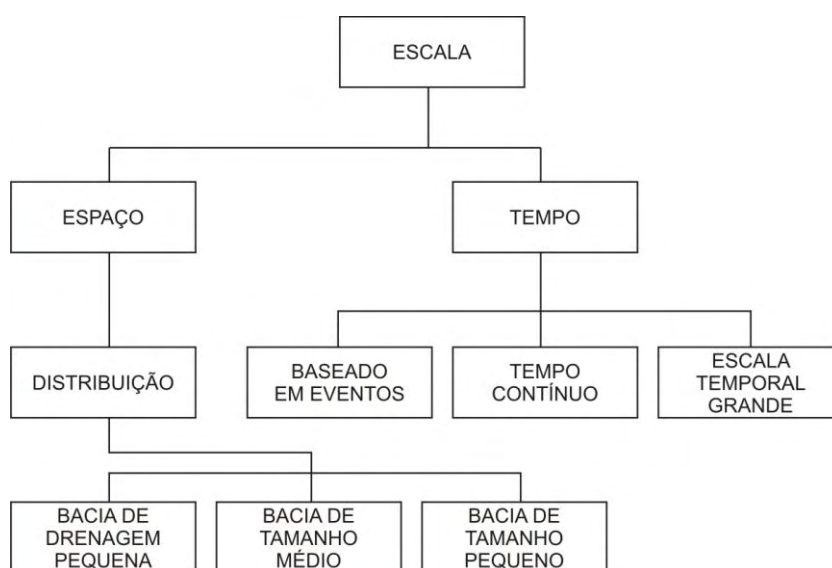


Figura 2.1 Classificação das bacias de drenagem considerando as escalas espacial e temporal.
Fonte: Singh (1995) in Christofolletti (1999).

As dimensões espaciais da microbacia e bacia hidrográfica não estão totalmente estabelecidas. Botelho e Silva (2004) procuraram fixar um tamanho de área mais utilizado nos estudos científicos realizados em bacias hidrográficas, tarefa que tem sido dificultada por falta de dados nos trabalhos e pelo fato de que verificou-se intervalos de áreas muito extensos.

Nesses estudos os autores verificaram que, a maioria dos trabalhos considera as dimensões das microbacias hidrográficas no intervalo entre 20 e 50 km². Já no caso das bacias hidrográficas, a distribuição da frequência demonstrou que há uma concentração das áreas na classe de 50 a 500 km², seguida pela classe de 1.000 a 10.000 km².

Apesar de todas as dificuldades encontradas na padronização das dimensões espaciais nos estudos em bacias hidrográficas, fica claro que a determinação do tamanho da célula de análise deve resultar de uma avaliação cuidadosa, levando em consideração os objetivos propostos, a possibilidade e aplicação dos estudos, os recursos disponíveis para a

execução do projeto, além do tempo necessário para o entendimento dos processos atuantes.

[...] A funcionalidade implícita na escolha de uma bacia hidrográfica para a realização de determinado estudo é o grande benefício advindo de seleção criteriosa. Neste contexto, far-se-á distinção entre bacias hidrográficas representativas, estratégicas e experimentais.

Para projetos desenvolvidos em grandes áreas, mas para os quais se deseja alcançar um nível de informação mais detalhado é possível adotar a bacia como unidade espacial de análise, desde que ela seja *representativa* das condições físicas e socioeconômicas de porção significativa do território considerado.

A bacia ou microbacia *estratégica*, diferente da bacia representativa, é selecionada a partir de condições específicas, não encontradas no restante da região ou porção do território considerada ou, ainda, mais frequentemente, selecionada em função da existência de problemas críticos que requerem compreensão e/ou ações urgentes, tornando-a prioritária.

No caso das bacias hidrográficas menores que 20 km², acredita-se que essas sejam a mais indicadas como bacias *experimentais*, onde são implementados projetos, técnicas e práticas experimentais cujos fatores controladores, procedimentos e resultados são mais facilmente monitorados (BOTELHO e SILVA, 2004).

Portanto, a bacia hidrográfica pressupõe múltiplas dimensões que, não necessariamente, guardam entre si relações hierárquicas. Além disso, a escolha criteriosa do tamanho ou intervalo de área de uma bacia e do tempo necessário para a realização de um determinado estudo, deve levar em consideração o fato que a transferência do conhecimento da micro para a meso e macroescala não é direta, pois não há possibilidade de se quantificar e qualificar as propriedades emergentes do sistema.

2.3 A bacia hidrográfica e o ciclo hidrológico

O ciclo hidrológico pode ser definido como sendo o fenômeno de circulação de água entre a atmosfera e a superfície terrestre (SILVEIRA, 2004) e os componentes envolvidos no sistema são a evaporação/evapotranspiração, precipitação, interceptação, percolação, infiltração e escoamento. O papel hidrológico de uma bacia hidrográfica é o de transformar uma entrada de volume concentrada no tempo (precipitação) em uma saída de água (escoamento) de forma mais distribuída no tempo.

O ciclo hidrológico deve ser analisado, dentro de seus componentes, de acordo com a dinâmica de sua ocorrência e sobre as características do sistema envolvido (MENDIONDO *et al.*, 2001). A dinâmica abrange as mudanças das variáveis no tempo e no espaço, enquanto que o espaço incorpora também as características do sistema (solo,

cobertura, oceano, etc.), que apresentam poucas variações em curtos espaços de tempo. Estes processos extremamente não-lineares agem diretamente sobre o meio e a vida no planeta.

Em resumo, a representação dos processos hidrológicos em diferentes escalas tem esbarrado nos seguintes aspectos: a heterogeneidade espacial dos sistemas hídricos e a incerteza com a qual os elementos e processos são medidos em diferentes escalas; a dificuldade de representar os processos caracterizados e analisados na microescala para outras escalas da bacia hidrográfica; a falta de relação entre os parâmetros de modelos matemáticos com as diferentes configurações espaciais encontradas na natureza.

Na Figura 2.2 verifica-se o modelo caracterizando o ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. Através desse modelo, assinalando os Fluxos e armazenamentos e identificando influências artificiais, verifica-se que a entrada INPUT não é inerente ao sistema de drenagem, ela é caracterizada pela interferência externa das chuvas que se originam principalmente da evaporação e condensação da água de fora da bacia de drenagem.

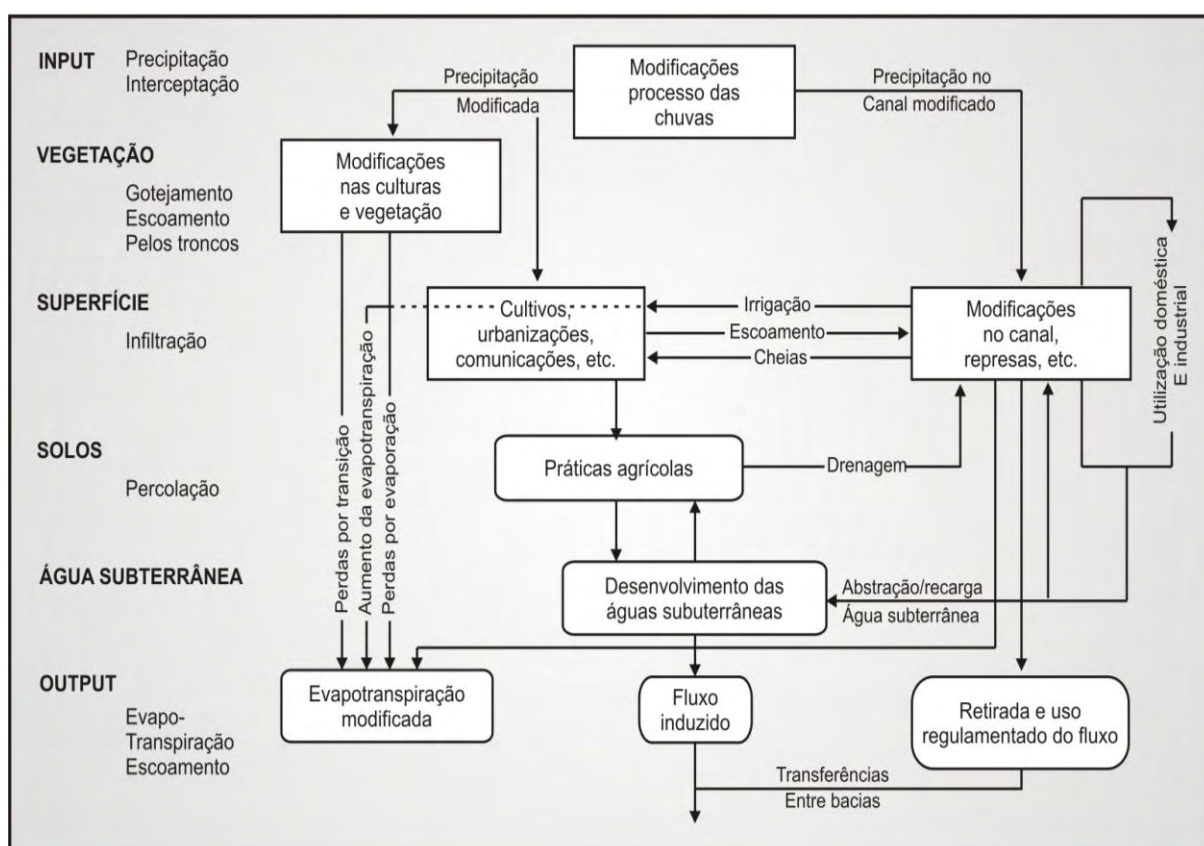


Figura 2.2 Modelo caracterizando o ciclo hidrológico em bacias hidrográficas, assinalando os Fluxos e armazenamentos e identificando influências artificiais.

Fonte: Lewin (1995) in Christofletti (1999).

A partir do processo de entrada (INPUT) no sistema de drenagem, essa água pode tomar diversos rumos, dependentes das características naturais encontradas na bacia, como vegetação, a superfície, os solos e as águas subterrâneas. A saída da água da bacia (OUTPUT) pode ocorrer por meio da evapotranspiração, escoamento superficial e subsuperficial e, por fim, através do canal fluvial, que é modificado ao longo do tempo pelo regime de chuvas.

Botelho e Silva (2004) destacam que, o ciclo hidrológico não é igual em todo planeta, em alguns ambientes ocorre pouca precipitação, como por exemplo nas áreas desérticas. Na área urbana há pouca infiltração de água no solo, e nas áreas florestadas a pouco escoamento superficial, pois parte da água precipitada fica retida nos diversos extratos de vegetação, voltando à atmosfera por evapotranspiração.

Quanto ao volume e as intensidades das chuvas os autores ressaltam que, as chuvas mais intensas e mais duradouras podem provocar mais erosão. Estas chuvas muitas vezes excedem a capacidade de infiltração dos solos ou então saturam o solo rapidamente, gerando o escoamento superficial. Por sua vez as características das encostas, tais como declividade e forma, e rugosidade do terreno, podem ampliar ou diminuir a velocidade do escoamento. Além disso, as propriedades do solo podem determinar as taxas de percolação da água. O diâmetro das partículas, a estrutura, a consistência e o tamanho dos poros definem, de maneira geral, a quantidade de água que irá infiltrar em um determinado solo.

Em relação à cobertura vegetal, podem-se listar os seguintes papéis: proteger o solo do impacto da gota das chuvas através da dispersão da água, interceptando-a e promovendo a evaporação antes que a água atinja o solo; melhorar a estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de retenção da água; além do fato que a decomposição das raízes das plantas aumentam a infiltração da água, devido a formação de canalículos no solo.

Observa-se, portanto, que em grande parte do Brasil, principalmente no centro sul do país, a dinâmica do ciclo hidrológico nas bacias hidrográficas tem sido modificada pelas ações antropogênicas, principalmente devido à ocupação desordenada nas cidades, a industrialização, a utilização de áreas para cultivo e pastagem sem a devida preocupação com o meio, além da construção de represas, reservatórios, retificação e canalização de cursos. Segundo Schwarzbold (2000), indiretamente, o uso continuado – e inadequado – do solo vem provocando aumento de carga através da drenagem difusa, sem contar a descarga de grandes quantidades de efluentes orgânicos e inorgânicos, nas regiões mais populosas e/ou industrializadas.

2.4 O processo erosivo e sua relação com o relevo e a cobertura vegetal

A erosão é um conjunto de processos pelo qual o material sedimentar ou rochoso é desgastado, desagregado e removido de algum lugar da superfície da terra para outro. O processo de erosão é passível de acontecer naturalmente, uma vez que a superfície terrestre é dinâmica, nesse caso o ciclo de desgaste natural é equilibrado pela renovação. Já na erosão acelerada observa-se um ritmo acentuado da degradação dos solos pela perda das propriedades naturais e da disponibilidade de nutrientes. Sobre a erosão acelerada, para Lepsch (2002):

[...] a história da agricultura aponta que o ato de cultivar nem sempre deu lugar a um sistema ecológico sustentável, seja de pastagens, seja de lavouras. Existem inúmeros exemplos de regiões outrora ricas e produtivas onde a intensificação da agricultura, provocada pelo aumento descontrolado da população, ocasionou a erosão acelerada do solo, reduzindo sua capacidade de produção a níveis ínfimos (LEPSCH, 2002).

A erosão dos solos é influenciada por diversos fatores como o tipo de solo e seu manejo, o embasamento geológico, as condições do clima, a cobertura vegetal e as características geomorfológicas de uma determinada região. Conforme Goudie (1995), o volume total de erosão que ocorre numa encosta é o resultado de processos geomorfológicos que incluem a ação das gotas da chuva e o escoamento superficial difuso e concentrado, que, por sua vez, dependem de uma série de fatores que englobam as características da chuva, a susceptibilidade a erosão dos solos, as características da encosta, a cobertura vegetal e o uso e manejo do solo.

Conquanto, o início do processo erosivo se dá por ação do splash (erosão por salpicamento), que pode promover a ruptura dos agregados, dando início à ação de transporte dos solos, devido ao aumento da energia em forma de turbulência (energia cinética). O splash pode ser responsável também pela compactação e selagem das terras e diminuição da porosidade, dando início ao escoamento superficial acelerado. Uma vez que, a energia cinética é uma função da massa e da velocidade e considerando-se uma gota de chuva que está sujeita à aceleração da gravidade, em episódios chuvosos, um solo desprotegido é golpeado pelas gotas desprendendo assim as partículas, que são facilmente transportadas pela água. Para BERTONI (1999), muitas das partículas desagregadas podem ser atiradas a mais de 60 cm de altura e a mais de 1,5 m de distância.

As gotas da chuva sofrem ainda diversas modificações na sua forma e velocidade ao longo do trajeto que percorrem. Na Tabela 2.1 observa-se que o impacto das gotas da chuva é uma razão entre o diâmetro da gota e a altura da queda. A intensidade do

impacto através da velocidade terminal é atingida quando a resistência oposta à queda é igual ao peso do corpo menos o empuxo.

Tabela 2.1 Velocidade terminal de gotas de chuva de vários diâmetros.

Diâmetro da gota de chuva	Velocidade terminal	Altura da queda com a qual a gota de água adquire 95% de sua velocidade terminal
mm	m/s	m
1	4,0	2,2
2	6,5	5,0
3	8,1	7,2
4	8,8	7,8
5	9,1	7,6
6	9,3	7,2

Assim, sendo a energia cinética é maior à medida que a gota cai de maior altura, evitando-se o impacto direto dessas gotas com o solo, através da cobertura vegetal da área, evita-se uma série de problemas provocados pelo processo erosivo acelerado, através da diminuição da capacidade de transporte através do fluxo superficial e do fluxo do canal (Figura 2.3).

Além da cobertura vegetal, segundo Guerra e Marçal (2006), a geomorfologia tem sido fundamental nos estudos relacionados à erosão dos solos. Na verdade é praticamente impossível diagnosticar e prognosticar a erosão dos solos de uma determinada área sem levar em consideração a geomorfologia, na medida em que se analisam formas de relevo e os processos associados, ou seja, exatamente o que a erosão dos solos faz.

As características da encosta exercem acentuada influência sobre a erosão por meio da declividade do terreno e o comprimento de rampa. A declividade influencia no tamanho e na quantidade do material a ser transportado, enquanto o comprimento de rampa está relacionado ao aumento do volume das águas – de acordo com que o caminho percorrido pelas enxurradas vai aumentando a sua velocidade de escoamento vai aumentando progressivamente.

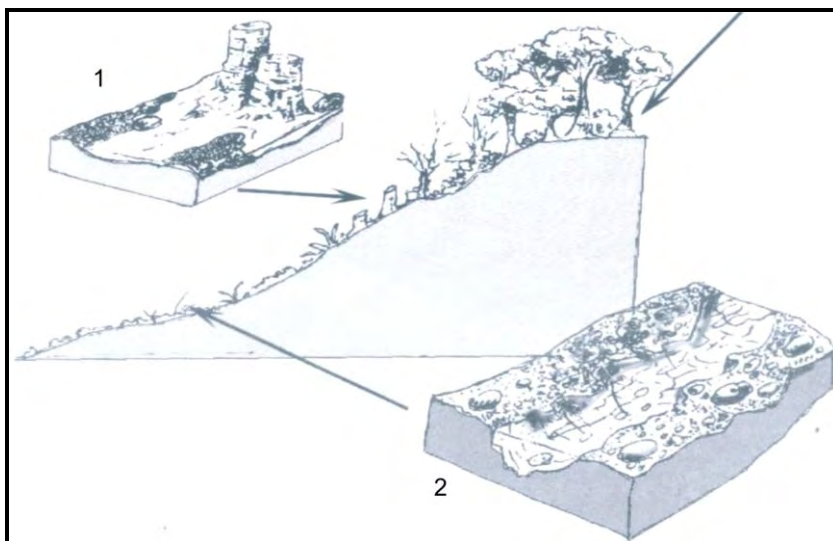


Figura 2.4 Escoamento superficial (overlandflow). 1 Quando a água escoar regularmente pela superfície do terreno – escoamento laminar ou em lençol. 2 Quando a água concentra-se em canais – escoamento linear.
Fonte: Suertegaray (2003).

De maneira geral o processo de erosão é influenciado por propriedades químicas e físicas do solo; característica das chuvas; características da encosta; micro-topografia da superfície do terreno; uso do solo; e pela cobertura vegetal das terras. Quando o solo encontra-se desnudo em área anteriormente coberta ou qualquer alteração observada na dinâmica natural do ambiente condiciona o surgimento de processos erosivos acelerados.

Para Guerra e Mendonça (2004), os processos erosivos acelerados causam prejuízos ao meio ambiente e à sociedade, tanto no local (*in loco*) onde os processos ocorrem, como em áreas próximas ou afastadas (*offsite*). Os efeitos *in loco* incluem diminuição da fertilidade dos solos, afetando o crescimento das plantas, bem como a diminuição da capacidade de retenção de água nos solos. Os efeitos *offsite* devem-se ao escoamento de água e sedimentos, causando danos em áreas agrícolas afastadas ou contíguas àquelas onde a erosão esteja ocorrendo, mudanças negativas ao meio ambiente, bem como danos relacionados a enchentes, assoreamento de rios, lagos e reservatórios, contaminação de corpos líquidos, etc.

2.5 O ciclo hidrossedimentológico

Os rios são os principais agentes de transporte dos detritos dos continentes para o mar. Os ventos, as geleiras, as ondas oceânicas e todos os agentes de erosão realizam pequeno trabalho em comparação com os rios (BLOOM, 1994).

Até algumas décadas o ciclo hidrossedimentológico não despertava interesse semelhante àquele dispensado pelo ciclo hidrológico. Conforme Bordas e Semmelmann (2004), a gestão integrada de recursos hídricos, os riscos de degradação do solo, do leito dos rios e dos ecossistemas fluviais e estuarinos, ou de contaminação dos sedimentos por produtos químicos, levaram a reconsiderar essa postura e dar maior atenção aos problemas que podem decorrer da alteração do ciclo hidrossedimentológico natural.

Desta maneira, apesar das observações pretéritas sobre a modelagem do relevo pelos rios, como na época do renascimento, conforme nos lembra Christofolletti (1973), quando Leonardo da Vinci descreveu a esculturação dos vales pelos cursos d'água, é na literatura recente que podemos encontrar trabalhos que aprofundaram as referências acerca do transporte de sedimentos pelos rios, além das pesquisas cada vez mais freqüentes sobre os processos dinâmicos e formas dos canais fluviais e sua relação com a evolução das paisagens apropriadas pelo homem.

Christofolletti (1981) ressalta que, o escoamento nos canais fluviais apresenta diversas características dinâmicas que se tornam responsáveis pelas qualidades atribuídas aos processos fluviais. A dinâmica do escoamento, no que se refere à perspectiva geomorfológica, ganha significância na atuação exercida pela água sobre os sedimentos do leito fluvial, no transporte de sedimentos, nos mecanismos deposicionais e na esculturação da topografia do leito.

Assim, os rios não só desagregam partículas dos solos e das rochas do embasamento sobre o qual correm, como também transportam sedimentos fornecidos por escorregamentos e movimentos do regolito. Os sedimentos transportados pelos interflúvios podem provir, portanto, do fundo e paredes da calha, onde o complexo água/sedimentos produzido se propagação até a saída da bacia pelo canal fluvial; das planícies de inundação ou várzeas, que recebem sedimentos produzidos à montante; do deplúvio ou vertentes, que constituem a área de captação e produção de sedimentos.

Quanto à desagregação das partículas, Bordas e Semmelmann (2004) salientam que:

[...] se refere ao desprendimento de partículas sólidas do meio do qual fazem parte; ela pode-se dar sob efeito de reações químicas, flutuação de temperatura, ações mecânicas ou outros fatores naturais que não envolvem diretamente o ciclo hidrológico. Mas o impacto das gotas da chuva sobre o solo é o processo que, após a ação do homem, mais contribui para a desagregação (BORDAS e SEMMELMANN, 2004).

O processo de transporte do material erodido pela água pode se dar por meio da descarga sólida de arraste, da descarga sólida em suspensão e do material em solução. No material em solução ou carga dissolvida os constituintes intemperizados das rochas são transportados em solução química, todavia, para o ciclo hidrossedimentológico é de maior importância o estudo da descarga sólida de arraste ou carga sedimentar de fundo e da carga sedimentar em suspensão.

As partículas de granulometria maior, como as areias e cascalhos, são roladas, deslizadas ou saltam ao longo do leito dos rios, formando a carga de leito do rio. A carga de leito move-se muito mais lentamente que o fluxo d'água, porque grãos deslocam-se de modo intermitente. A maior quantidade de detritos de determinado tamanho que um rio pode deslocar como carga do leito corresponde a sua capacidade. O maior diâmetro encontrado entre os detritos transportados como carga de leito assinala a competência do rio. A deposição da carga detrítica carregada pelos rios ocorre quando há a diminuição da competência ou da capacidade fluvial. Essa diminuição pode ser causada pela redução da declividade, pela redução do volume ou pelo aumento do calibre da carga detrítica (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Já as partículas de granulometria reduzida (silte e argila) são tão pequenas que se conservam em suspensão pelo fluxo turbulento, constituindo a carga de sedimentos em suspensão. Esses sedimentos são carregados na mesma velocidade em que a água caminha, enquanto a turbulência for suficiente para mantê-los. Quando essa atingir o limite crítico, as partículas precipitam-se. Essa deposição pode ocorrer em trechos de águas muito calmas ou nos lagos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Segundo o autor supracitado, entre as várias formas originadas pela sedimentação fluvial destacam-se as planícies de inundação e os deltas, mas também podem ser-lhe imputados os cones de dejeção, as playas e bahadas, as restingas fluviais e outras. As planícies de inundação, conhecidas com várzea na toponímia popular do Brasil, constituem a forma mais comum de sedimentação fluvial, encontrada nos rios de todas as grandezas. A designação é apropriada porque nas enchentes toda essa área é inundada, tornando-se o leito do rio.

Destarte, o ciclo hidrossedimentológico deve ser considerado em todas as suas variáveis e torna-se de grande importância o entendimento funcional dos sistemas fluviais, dos aspectos hidrodinâmicos e das variáveis que mantêm o equilíbrio dinâmico, como as que se relacionam com o trabalho que o rio executa em cada trecho, principalmente em ambientes tropicais, ainda pouco estudados (Rocha, 2002).

2.6 Geometria hidráulica

A geometria hidráulica refere-se ao estudo das características geométricas e de composição dos canais fluviais, consideradas através das relações que se estabelecem no perfil transversal (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A geometria hidráulica está diretamente relacionada ao ciclo hidrossedimentológico e, para Christofolletti (1980), a profundidade e a velocidade são os elementos principais que determinam o estado do regime turbulento. Quando o fluxo de um curso fluvial se modifica do corrente para o encachoeirado, a velocidade aumenta consideravelmente e ocorre um abaixamento do nível superficial da água. Quando a velocidade é diminuída, há a passagem do fluxo encachoeirado para o corrente e elevação do nível superficial da água causando ondas estacionárias e conseqüências sobre as águas a montante.

Na Figura 2.5 nota-se a relação entre as variáveis da geometria hidráulica. As setas sugerem interdependência ou dependência, a ligação em seta une as interações entre duas variáveis. Os sinais mostram se as variações são diretas (+) ou indiretas (-).

A descarga d'água ou fluxo e as características do material sedimentar são os dois elementos fundamentais na estruturação do sistema de geometria hidráulica nos rios. Cada um desses elementos pode ser caracterizado por diversas variáveis ou atributos, cujas mensurações são realizadas nas seções transversais.

A caracterização do material sedimentar é expressa pela granulometria (classes de diâmetros) das partículas do interflúvio. De acordo com o tamanho dos sedimentos presentes no leito e nas margens do canal fluvial, os mesmos podem ser colocados e mantidos em suspensão pelo fluxo turbulento.

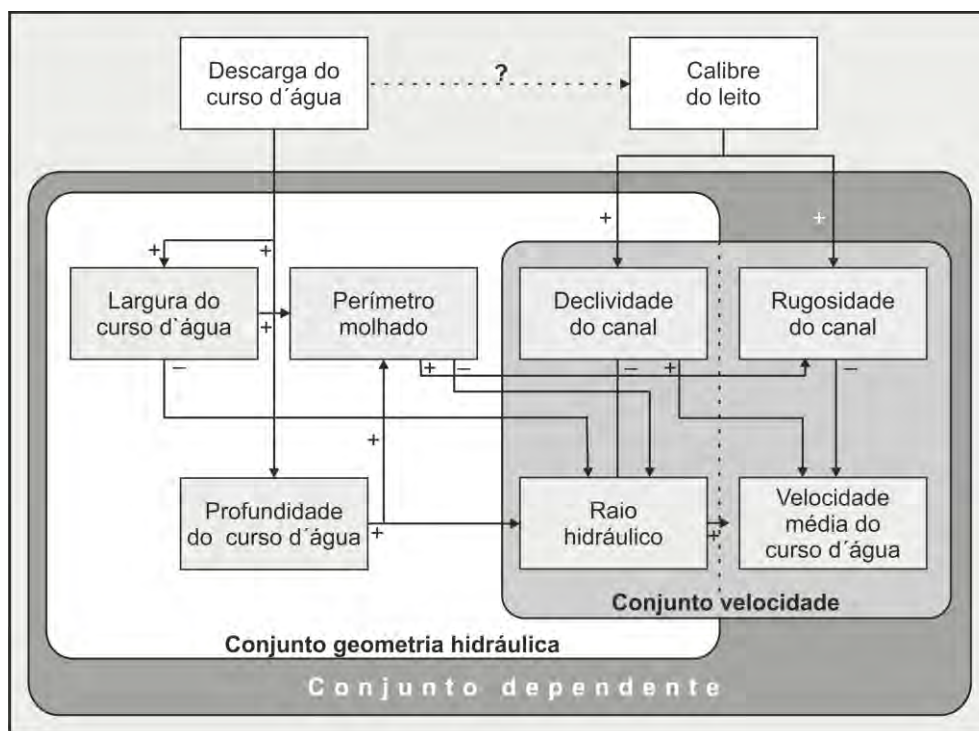


Figura 2.5 Relações entre as variáveis da geometria hidráulica.

Fonte: Chorley e Haggett (1975) in Christofoletti (1999).

Ainda de acordo com as relações entre as variáveis da geometria hidráulica, Christofoletti (1980) explica que em direção de jusante há aumento proporcional da largura, da profundidade e das velocidades das águas. Com esse aumento há elevação dos valores de raio hidráulico e, concomitantemente, diminuição relativa da influência exercida pela rugosidade. A rugosidade do canal representa a resistência ao fluxo, em função da granulometria de sedimentos, da topografia do leito e do perfil transversal do canal. O aumento do valor do raio hidráulico e a diminuição relativa da rugosidade indicam maior eficiência do fluxo, que se reflete no aumento da velocidade, compensando o decréscimo que se observa na declividade do canal.

O transporte e deposição dos sedimentos de fundo e suspenso, assim como a esculturação da topografia do leito através das características geométricas e de composição do canal, estão relacionados à degradação ambiental a partir do momento que há mudanças na dinâmica do escoamento do fluxo do canal, caracterizando o transporte de sedimento poluente, que provoca o assoreamento e/ou alterações químicas e biológicas.

2.7 O processo erosivo-sedimentológico enquanto fonte de poluição

A exploração da natureza pelo homem afeta toda a biosfera, alterando o equilíbrio existente. Especificamente em relação às águas, muitas são as atividades que causam poluição. O termo poluição pode ser definido como alteração nas características físicas, químicas ou biológicas de águas naturais decorrentes de atividade humana. A qualidade de água de mananciais que compõe a bacia hidrográfica está relacionada com o uso do solo na bacia e com o grau de controle sobre as fontes de poluição (BENETTI e BIDONE, 2004).

Os cursos d'água geralmente constituem o local de destino dos sedimentos removidos das vertentes da bacia hidrográfica, causando não só degradação física através do assoreamento dos canais de drenagem e das planícies aluviais, como também alteração nas características químicas e biológicas. Deste modo, pela variação de sua concentração na água, seus impactos na utilização do recurso, além de seus efeitos no transporte de outros poluentes, conforme WARD e ELLIOT (1995), o sedimento é o mais significativo dos poluentes.

O sedimento poluente é identificado através de sua variação no tempo e no espaço, quando as características naturais do fluxo de sedimento forem avaliadas:

[...] a suspensão natural da água de um rio, embora seja formada tanto pelas partículas de leito deste rio, quanto pelas partículas provenientes da bacia hidrográfica, é constituída de sedimentos susceptíveis a existir no rio, na ausência de ação exterior. Portanto é possível estabelecer correlações entre a concentração de sedimentos da suspensão natural e o rio regime hidráulico do escoamento. Ao contrário, as suspensões poluentes, não estando diretamente relacionadas às condições hidráulicas, podem surgir a qualquer momento em qualquer lugar e provocar acumulação no trecho (WILSON JR, 1996).

Os rios que se caracterizam pela existência de sedimentos poluentes têm parte do cloro consumida no processo de oxidação da matéria orgânica. Segundo Esteves (1998), as águas com alta turbidez afetam a entrada de luz na coluna d'água. Não havendo entrada de luz cai a taxa de produção primária do ecossistema, afetando toda a cadeia alimentar, inclusive com alteração nos padrões de produção e consumo de gases como oxigênio, gás carbônico, sulfatos, entre outros.

Águas com maior turbidez têm menor importância sanitária, pois os microorganismos podem sobreviver no interior das colônias. Já as águas com baixa turbidez não oferecem refúgio aos microorganismos eventualmente existentes e tóxicos, os quais são, então, mais certamente eliminados. Conquanto, do ponto de vista sanitário, desinfetar

águas com baixa turbidez, mas com um alto índice de coliformes produz água mais segura que desinfetar águas com baixo índice de coliformes mas com alta turbidez (AZEVEDO NETO, 1991).

Os fatores que influenciam o regime das águas e a produção de sedimentos nas bacias hidrográficas brasileiras dependem da ação conjunta das condições naturais e das atividades humanas. As características que contribuem para a alta erosão potencial incluem topografia, geologia, solo e clima da bacia hidrográfica enquanto que as atividades humanas referem-se à forma de ocupação (CUNHA, 2001).

Relacionado ao uso do solo, Odum (1988) mostra que, para uma área recentemente desmatada, o aporte de nitrogênio para os corpos d'água é cerca de 15 vezes maior do que quando era florestada, justamente pela maior quantidade de água que flui para o riacho e que, na verdade, deveria ficar contida no solo se houvesse algum tipo de cobertura sobre a superfície.

No sentido de manter as características naturais do sistema de drenagem através da conservação das terras da bacia, Paiva (2001) destaca:

[...] o conhecimento da quantidade de sedimentos transportada pelos rios, é de fundamental importância para o planejamento e aproveitamento dos recursos hídricos de uma região, uma vez que os danos causados pelos sedimentos dependem dos processos de erosão transporte e deposição de sedimentos. Dentre os problemas causados pelos sedimentos transportados pelos rios destacam-se: o assoreamento de rios, diminuindo a sua navegabilidade e aumentando as dimensões das enchentes; o assoreamento de reservatórios, diminuindo a sua vida útil ou, provocando a necessidade de drenagens periódicas de alto custo; a inviabilidade, em alguns casos, de aproveitamento do rio para abastecimento e até mesmo para irrigação, dependendo da quantidade de sedimentos transportados.

Conquanto, as alterações na qualidade da água estão diretamente relacionadas com as alterações que ocorrem na bacia hidrográfica, como vegetação e solo, que por sua vez influenciam as condições hidráulicas e o transporte de sedimentos poluentes, podendo acarretar acumulação no trecho da bacia hidrográfica onde foi encontrado e/ou em terras à jusante.

2.8 O processo erosivo-sedimentológico conforme o tipo de uso e ocupação do solo nas vertentes

Não só do ponto de vista popular, mas do ponto de vista técnico-científico, o solo, por si mesmo e ainda pelos processos que nele ocorrem, é visto e analisado sob diferentes ângulos, principalmente talvez pelo fato de o uso do solo ser diferenciado nesses dois ambientes e haver diferentes necessidades de aquisição de conhecimento, ora comum dos dois locais, ora específico para um deles (SILVA *et al.*, 2004).

Quanto à erosão em áreas rurais, de acordo com Botelho e Silva (2004), a bacia hidrográfica em ambientes florestados, ou mesmo em atividades agrárias, apresenta funcionamento que muito difere das áreas urbanas. Por mais que as atividades agrárias sejam responsáveis por uma diminuição nas taxas de infiltração de água no solo, ainda há infiltração de uma parcela significativa de água provenientes das chuvas:

[...] o processo de urbanização de uma região altera principalmente o regime hidrológico local, em decorrência da impermeabilização de grande porcentagem da superfície do solo. Já no processo de “ruralização” de uma região – transformação de local anteriormente com vegetação natural em área com pastagem ou alguma cultura agrícola –, o regime hidrológico é alterado em menor intensidade, pois, na pior das hipóteses, ainda ocorre alguma infiltração no solo e esta tenta aumentar a porcentagem de cobertura vegetal, viva ou morta, sobre a superfície do solo (SILVA *et al.*, 2004).

Todavia, apesar das perdas de solo por erosão serem menos significativas em ambientes rurais do que em áreas urbanas, quando a atividade agropecuária é desenvolvida sem um manejo adequado, o processo erosivo pode se tornar preocupante. Na tabela 2.2 estão descritas algumas estimativas de perdas de solo por erosão associadas ao uso agrícola realizadas por Berlinazz Jr. *et al.* apud Bertolini e Lombardi Neto (1993).

Em áreas florestadas a capacidade de infiltração da água nos solos é bastante significativa. Isso se deve a interceptação promovida pelo ambiente florestal arbóreo, arbustivo, herbáceo e a serrapilheira, evitando assim o impacto direto das gotas das chuvas, que quebram os agregados, provocam a compactação do solo, dando origem ao processo erosivo. A infiltração da água promove a absorção pelas raízes e alimenta os lençóis subterrâneos e rios, dependendo das características da vertente, da estrutura e da textura do solo.

Tabela 2.2 Perdas de solos associadas ao uso agrícola no estado de São Paulo.

CULTURAS / USO DO SOLO	PERDAS DE TERRAS (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)
<i>Culturas anuais</i>	
Algodão	24,8
Amendoim	26,7
Arroz	25,1
Feijão	38,1
Milho	12,0
Soja	20,1
Outros	24,5
<i>Culturas temporárias</i>	
Cana	12,4
Mamona	41,5
Mandioca	33,9
<i>Culturas permanentes</i>	
Banana	0,9
Café	0,9
Laranja	0,9
Outras	0,9
<i>Outros tipos de ocupação</i>	
Pastagem	0,4
Vegetação	0,4
Reflorestamento	0,9
Áreas de estradas e periurbanas	175,0
Outras	1,0

Fonte: Bellinazzi Jr. *et al.* (1981) in Bertolini e Lombardi Neto (1993)

O fator que influencia o processo de erosão em ambientes florestais é, primordialmente, a forma das vertentes, caracterizadas por meio das encostas convexas e côncavas, que dispersam ou concentram os fluxos d'água. A primeira tende a dispersar um maior volume de água, devido a maior declividade, aumentando a velocidade do escoamento superficial. Já as encostas côncavas atuam como concentradoras de água, propiciando a saturação dos poros e a diminuição da capacidade de retenção das terras.

Em relação à influência da produção vegetal sobre a qualidade do solo, Bertoni e Lombardi Neto (1990) aferem aos solos florestais uma qualidade da matéria orgânica e propriedades estruturais excelentes, o que em solos sob o cultivo convencional são ruins, enquanto solos sob o cultivo conservacionista apresentam resultados intermediários.

Para os autores, as áreas de culturas e de pastagens irão apresentar comportamentos diferentes. Nas pastagens, o sistema radicular das gramíneas favorece a infiltração, ocorrendo perdas mínimas de solo e água através do escoamento superficial. O

pastoreio compacta o solo e cria caminhos preferenciais para o escoamento superficial, aumentando o risco à erosão. Parcelas experimentais, simulando diversos usos, mostram que o solo sob gramíneas tem reduzidas perdas de solo e água.

Destaca-se ainda que, ao contrário das áreas urbanas, em regiões rurais a quantidade e qualidade do solo são primordiais para um bom desenvolvimento das atividades agropecuárias. Quanto às áreas destinadas a prática agrícola, Botelho e Silva (2004), escrevem:

[...] apresentam problemas bem maiores quanto ao aumento do escoamento superficial. Enquanto nas áreas com florestas e gramíneas predomina a infiltração, nas áreas agrícolas alguns fatores como exposição do solo às gotas das chuvas, ausência de cobertura vegetal durante uma parte do ano e falta de práticas conservacionistas, propiciam a formação de um fluxo superficial (BOTELHO e SILVA, 2004).

Além da retirada da vegetação e da exposição dos solos às intempéries, notamos ainda, em áreas utilizadas para fins agrícolas, manejos que podem alterar as propriedades físicas e químicas do solo. Esse processo acarreta perdas de água pelo escoamento superficial, de solo por erosão e, conseqüentemente, a perda de fertilidade e produtividade.

Primavesi (1987) ressalta que, práticas como o cultivo intensivo de apenas um tipo de cultura – especialmente anuais – por sucessivos anos leva o solo a um esgotamento nutricional e a intoxicação, pois determinada cultura tende a absorver mais intensamente alguns nutrientes do que outros. Conseqüentemente ocorre a destruição de agregados (perda da estrutura grumosa) e aumenta a susceptibilidade do solo à erosão.

Em relação às conseqüências para a bacia hidrográfica da utilização de produtos químicos (fertilizantes e pesticidas):

[...] o uso contínuo de pesticidas pode acarretar alguns problemas, como o desenvolvimento de organismos resistentes aos agentes químicos, o que exige maior dosagem ou o desenvolvimento de novos compostos químicos. Alguns pesticidas não são biodegradáveis e tendem a resistir durante muito tempo no meio ambiente, sem falar nos efeitos prejudiciais dos produtos químicos em outros organismos, pois grande parte dos pesticidas poderá se movimentar no interior do solo, afetando a fauna e a flora, e toda a cadeia alimentar (BOTELHO e SILVA, 2004).

Além disso, o uso excessivo de maquinário na agropecuária também pode levar à perda de propriedades físico-químicas do solo, promovendo a compactação, diminuindo a infiltração e favorecendo o escoamento superficial.

Sobre a erosão em áreas urbanas ou industrializadas, Goudie e Viles (1997) destacam a importância da Geomorfologia Urbana, que procura compreender a relação existente entre a combinação de fatores do meio físico (chuvas, solos, encostas, redes de

drenagem, cobertura vegetal etc.) e os impactos provocados pela ocupação humana, que induzem e/ou causam a detonação e aceleração dos processos geomorfológicos, muitas vezes assumindo um caráter catastrófico.

Em ambientes urbanos, devido à expressiva superfície impermeabilizada e a movimentação de terras nas áreas ocupadas, o ciclo hidrológico é totalmente alterado. A erosão predominante nas cidades é decorrente principalmente da concentração do fluxo em função de deficiências no sistema de drenagem.

[...] A água da chuva, impedida de infiltrar-se, escoar sobre a superfície pavimentada, seguindo diretamente para os canais fluviais, alimentando-os rapidamente e podendo causar – dependendo, entre vários fatores, da intensidade e duração das precipitações – enchentes de proporção alarmante. A água que escoar sobre superfícies lisas (pavimentadas) ganha maior velocidade e, portanto, maior potencial erosivo. Se em sua trajetória em direção a calha fluvial os fluxos d'água encontram uma superfície não pavimentada e desprovida de cobertura vegetal, pode ocorrer o processo de erosão superficial e ainda ser gerado um fluxo em subsuperfície que pode detonar, a jusante, erosões lineares em túneis ou dutos, que, por sua vez, podem desestabilizar o material situado acima, causando movimentos de massa e surgimento de voçorocas, comumente denominadas no meio urbano de crateras, que engolem casas e ruas (BOTELHO e SILVA, 2004).

Em função da concentração da drenagem em áreas urbanas observamos a redução do tempo que a água permanece no sistema da bacia hidrográfica, além da eliminação da rugosidade das rampas, do aumento dos caudais de cheia, da inibição da infiltração da água ao longo do perfil do solo e da diminuição da evapotranspiração em decorrência da retirada da vegetação.

Quanto à canalização e retificação dos rios, conclui-se que os mesmos constituem intervenções ímpares no sistema hidrológico, uma vez que, aumentam em proporções grandiosas a velocidade do escoamento e vazão dos rios. Na ausência de vegetação ribeirinha, os sedimentos carregados, agora em maior quantidade devido ao aumento da velocidade de fluxo e ao solo desnudo, são depositados nos cursos d'água gerando o assoreamento do canal fluvial. Mais uma vez observa-se o aumento do risco de enchentes devido à diminuição da área da seção transversal.

Desta maneira, em áreas urbanas, além do processo de erosão acelerado, outro problema observado é o comprometimento da quantidade e qualidade da água disponível, uma vez que, a modificação na dinâmica das águas pelo processo de uso e ocupação das terras urbanas e o forte crescimento dos parques industriais constituem fontes de poluição.

De modo geral, nas cidades, as principais fontes de poluição da área urbana o esgoto (poluição orgânica), o lixo (poluição por resíduos sólidos) e a indústrias, cujos despejos são os mais poluentes, devido à presença de substâncias tóxicas.

Neste sentido, é importante destacar a erosão provocada pela instalação de indústrias, que já em construção é em potencial produtora de sedimentos e materiais dissolvidos transportados para os cursos d'água, além da impermeabilização das e terras onde as mesmas são instaladas. Essas indústrias promovem também a erosão por ação química, devido aos afluentes provenientes da ligação de esgotos sanitários, lançamento de dejetos, ou mesmo pela ação da água pluvial.

Já vinculado ao uso do solo para abertura de rodovias, estradas e caminhos, tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais, observa-se uma influência peculiar no processo erosivo. Conforme os dados estimativos de perda do solo em áreas de estradas e periurbanas (Tabela 2.2) nota-se que a taxa de perdas de solo é bastante acentuada nessas regiões. Assim, todo o ciclo hidrossedimentológico é alterado, aumentando o transporte de sedimentos e a deposição na bacia hidrográfica.

Nas rampas mais declivosas a erosão linear é predominante devido à concentração do escoamento superficial em linhas paralelas próximo ao asfalto. Constata-se frequentemente nas estradas a ocorrência de processos de voçorocamento e ravinamento, principalmente em localidades cujo solo oferece pouca resistência e onde a cobertura vegetal é escassa ou inexistente.

Estudos feitos nos Estados Unidos (Anderson e MacDonald, 1998 *apud* Silva *et al.* 2004) demonstraram que as ruas sem asfalto constituem a maior fonte de sedimentos e que a quantidade removida e transportada depende das características físicas do local (declividade e aspecto da rampa, quantidade e intensidade das chuvas, tipo de solo e aspectos sobre a microtopografia da estrada); do intervalo e tipo de uso da estrada; da posição ao longo da vertente onde está localizada; e das características do solo, do relevo e da drenagem da encosta imediatamente acima da estrada.

Quanto às rodovias, Silva *et al.* (2004) nos lembra que, um dos problemas está na construção devido à falta de seqüência lógica das obras: quando a terraplanagem é feita, deixa-se a implementação da drenagem e da proteção vegetal superficial para uma fase posterior. Áreas de empréstimo e depósitos de material excedente ficam relegadas à segundo plano, sem os devido cuidados. Durante as fases de projeto, construção e conservação da rodovia, a preocupação dominante é a reabilitação apenas do corpo estradal nos limites das faixas de domínio, desprezando inteiramente os efeitos que os processos de erosão desencadeados causam a região vizinha.

Em relação à recuperação das estradas, os autores supracitados explicitam que os custos das soluções para regularização do processo erosivo por vezes se torna oneroso, pois, quanto maior a amplitude do fenômeno, mais sofisticada e cara será a tecnologia

necessária, sem esquecer da própria interrupção do tráfego de certas rodovias estrategicamente mais importantes ocasiona prejuízos sociais e econômicos por vezes incalculáveis.

Por fim, observa-se que a forma de uso e ocupação do solo influencia sob vários aspectos todo o processo erosivo-sedimentológico de uma bacia hidrográfica, além das interferências por meio das saídas (OUTPUT) de água e sedimento do sistema de drenagem. Conforme Silva *et al.* (2004), a erosão, apesar de ser um só fenômeno, acontece de formas distintas, conforme o tipo de uso e ocupação de uma localidade. Ao mesmo tempo, o uso do solo é, simultaneamente, resultante de processos culturais, econômicos e sociais. Este uso influenciará seu padrão de cobertura e o grau de exposição do solo ao processo de erosão.

Definidas a importância do entendimento da dinâmica sócio-ambiental em bacias hidrográficas, além da necessidade de se adotar técnicas conservacionistas e se evitar o uso e ocupação desordenada, no próximo capítulo, será discutida a morfodinâmica da paisagem onde se encontra localizada a área objeto de análise desta pesquisa.

3 PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE TRÊS LAGOAS – MS

A bacia hidrográfica do ribeirão Palmito localiza-se no município de Três Lagoas (MS), que encontra-se na porção leste do estado de Mato Grosso do Sul, entre as coordenadas geográficas de 19° 30' S e 21° 06' S, e 51° 30' W e 52° 30' W.

Neste capítulo, serão abordadas as características geológicas, geomorfológicas, geo-pedológicas, climáticas e de cobertura vegetal da região de Três Lagoas. O conhecimento desses aspectos articulado aos elementos sócio-ambientais, suas causas e consequências, é primordial para a realização de uma leitura morfodinâmica da paisagem da bacia hidrográfica estudada.

Num primeiro momento destaca-se a pouca disponibilidade de dados referentes à área do município, inserida na região centro-sul do Brasil. Além de material bibliográfico escasso, as bases cartográficas disponíveis para mapeamento foram produzidas numa escala maior, quando comparadas a outras regiões do país.

O mapeamento geológico, geomorfológico, geo-pedológico e de cobertura vegetal do município de Três Lagoas, foi realizado com base nas cartas produzidas pela SEPLAN (1990), na escala de 1:1.500.000. Os dados produzidos em escala menor foram aferidos no campo, através de observações e medições, levantamento fotográfico, além da utilização da carta topográfica (disponível para região apenas na escala de 1:100.000) e de fotografias aéreas do município, na escala de 1:60.000.

O município de Três Lagoas (Figura 3.1) engloba uma área de aproximadamente 10.206 km², representando aproximadamente 2,86% do território do Estado e 20,21% da microrregião. Encontra-se a uma altitude média de 319 metros e tem como limites os municípios de Inocência ao norte, Brasilândia ao sul, Água Clara a oeste e o Estado de São Paulo a leste (IBGE, 2005).

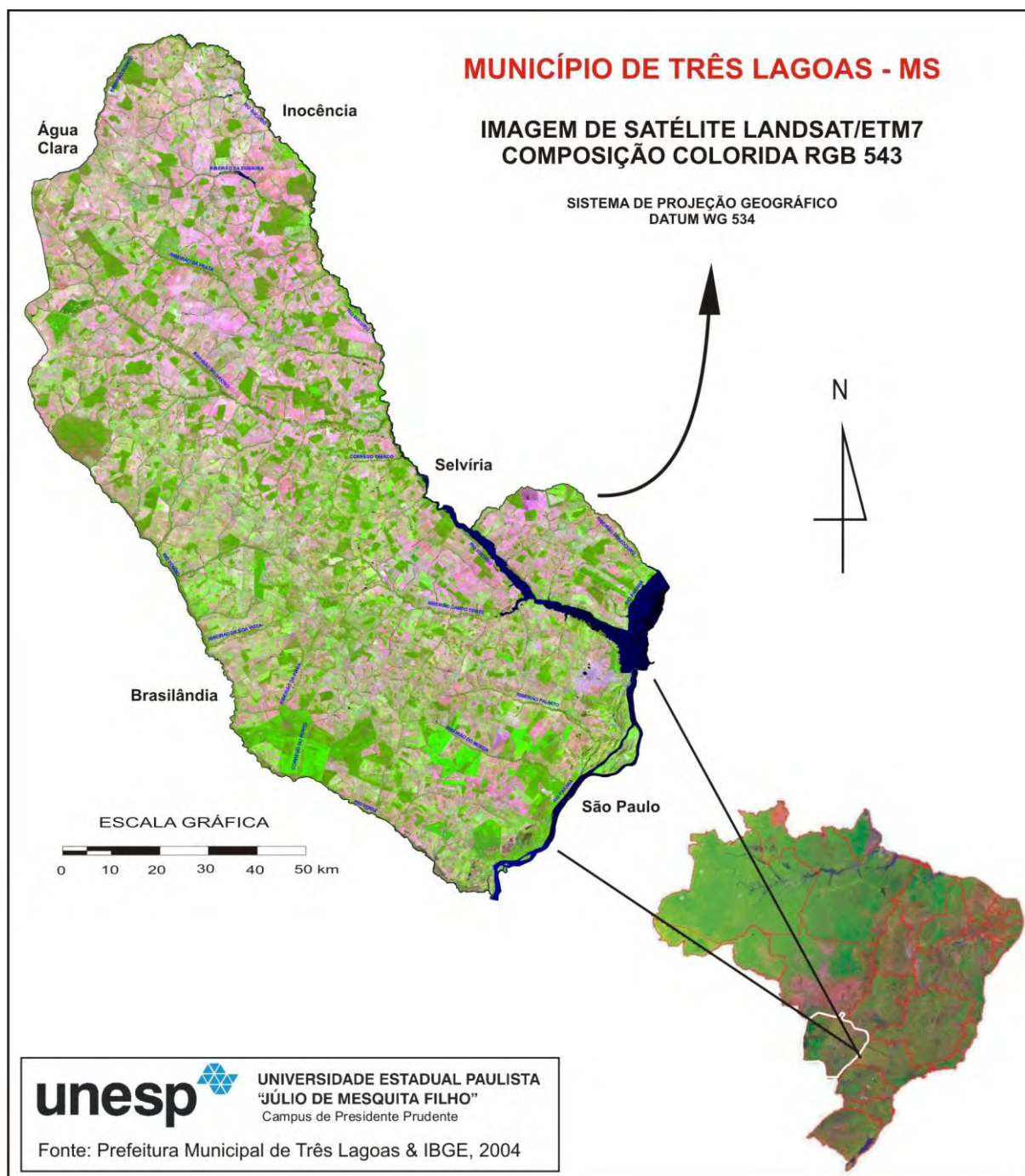


Figura 3.1 Localização do município de Três Lagoas (MS).

De acordo com a contagem populacional do Censo Demográfico⁷ do ano de 2000, o município apresenta uma população de 78.943 habitantes, sendo que 93,18% correspondente à população urbana.

⁷ Contagem populacional realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

3.1 Geologia

O município de Três Lagoas-MS localiza-se na porção central da Bacia Sedimentar do Paraná, que é a quarta maior do planeta em área de abarcamento (2.800.00 km²) e que drena toda porção centro-sul-americana, gerando a décima maior descarga de água do mundo, cerca de 470.000.000m³/ano, 11.000 m³/s (IBGE, 1988). Constitui uma depressão no embasamento de uma região de antiga plataforma (craton), preenchida por derramamentos de material basáltico e por sedimentos de diversos tipos.

As formações superficiais da Bacia Sedimentar do Paraná são compostas por depósitos cenozóicos do Grupo Bauru (LORENZ SILVA, 2004). De modo geral, os depósitos do Grupo Bauru subdividem-se em Formações Adamantina, Marília, Santo Anastácio e Caiuá (Figura 3.2). Esses depósitos distribuem-se numa dimensão de 350.000 km² pelo Brasil, e ocorrem principalmente nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul.

A sedimentação geológica da bacia intracratônica do rio Paraná iniciou-se no Paleozóico com ambiente marinho e veio a completar-se no final do Mesozóico, com ambiente desértico acompanhado de intenso vulcanismo. Conforme Cattanio (s.d.), no Cretáceo um espesso pacote de sedimentos arenosos depositou-se sob ambiente continental, variando de lacustre à fluvial, em regime de torrencialidade (semi-aridez). A subsidência central da bacia se processava e a deposição se fazia nos depocentros, explicando a diversidade da litologia.

De maneira geral, nota-se que no final do terciário uma extensa fase erosiva recortou o pacote sedimentar da bacia do rio Paraná. No pleistoceno as fases de semi-aridez deram continuidade a processos de aplainamento da região. Logo depois, no holoceno, com o aumento significativo da umidade a rede hidrográfica se estabeleceu, criando condições para o aparecimento de um modelado próprio de climas úmidos. Os processos de deposição alúvio coluviais do quaternário deram origem a uma superfície plana, onde observa-se formas resultantes do modelado fluvial como os diques marginais, os cordões no limite de cheias e as áreas pantanosas com lagoas (CATTANIO, s.d.).

GRUPO			Formação	LITOLÓGIA				
MESOZOICO JURÁSSICO A CRETÁCEO	BAURU	Marília	Km	Arenitos de granulção fina a grossa, compreendendo bancos maciços com tênues estratificações cruzadas de médio porte. Subordinadamente ocorrem lentes de siltitos, argilitos e arenitos muito finos. Presença comum de nódulos carbonáticos.	KTi	Formação Itaquari: Predominantemente arenitos com cimento argiloso com lentes alongadas de folhelhos e conglomerados púlimíticos.	KTii	Sedimentos correlatos à Fm. Itaquari: Arenitos conglomeráticos limonizados, siltitos e conglomerados oligomíticos.
		Adamantina	Ka	Arenitos finos e muito finos, podendo apresentar cimentação e nódulos carbonáticos com lentes de siltitos arenosos e argilitos ocorrendo em bancos maciços, estratificação plano-paralela e cruzada de pequeno a médio porte.				
		Santo Anastácio	Ksa	Arenitos muito finos a médios, mal selecionados, subordinadamente de caráter arcossiano, geralmente maciços, apresentando localmente cimento e nódulos carbonáticos.				
		Caruá	Kc	Arenitos finos a médios, com grãos bem arredondados, com coloração arroxeada típica, apresentando abundantes estratificações cruzadas de grande a médio porte. Localmente ocorrem cimento e nódulos carbonáticos.				
	SÃO BENTO	Serra Geral	JKsg	Rochas vulcânicas foleíticas dispostas em derrames basálticos, com coloração cinza a negra, textura afanítica, com intercalações de arenitos intertrapezados, finos a médios apresentando estratificação cruzada tangencial. Ocorrem esparsos níveis vitrofíticos não individualizados.				
		Botucatu	JKb	Arenitos edícios avermelhados de granulção fina a média com estratificações cruzadas de médio a grande porte. Ocorrem restritamente depósitos fluviatís de natureza areno-conglomerática e camadas localizadas de siltitos e argilitos lacustres.				
		Pirambóia	Tjp	Depósitos fluviatís incluindo arenitos finos a médios, avermelhados, siltito-argilosos com estratificação cruzada ou plano-paralela, com níveis de folhelhos e arenitos argilosos de cores variegadas e raras intercalações de natureza areno-argilosa.				
	PASSA DOIS	Rio do Rasto	Prr	Depósitos de planícies costeiras compreendendo arenitos muito finos a médios, esverdeados a avermelhados e subordinadamente argilitos e siltitos avermelhados.				
		Teresina	Pt	Depósitos possivelmente marinhos prodeltaicos compreendendo folhelhos e argilitos cinza escuros a esverdeados ou avermelhados finamente laminados, em alternância com siltitos e arenitos muito finos, presença de restritas lentes de calcários alíticos e sílex.	Pc	Formação Corumbataí: Depósitos possivelmente marinhos de planícies de maré, incluindo argilitos, folhelhos e siltitos cinza, arroxeados ou avermelhados com intercalações de bancos carbonáticos, sílexitos e camadas de arenitos finos.		
		Serra Alta	Psa	Depósitos essencialmente marinhos incluindo siltitos, folhelhos e argilitos cinza escuros a pretos, com laminação plano-paralela.				
		Irati	Pi	Siltitos, argilitos e folhelhos silticos de cor cinza clara a escura, folhelhos pirobetuminosos, localmente em alternância rítmica com calcários creme silicificados e restritos níveis conglomeráticos.				
	TUBARÃO	Palermo	Pp	Depósitos marinhos com predominância de siltitos cinza esverdeados e subordinadamente arenitos finos a médios e conglomerados, frequentes concreções, nódulos e leitos sílexitos.				
		Rio Bonito	Prb	Depósitos essencialmente marinhos com predominância de siltitos e folhelhos com níveis carbonático-argilosos e subordinadamente arenitos muito finos.				
		Itararé	CPi	CPi: Depósitos glaciais continentais, glacio-marinhos, fluviatís deltaicos lacustres e marinhos compreendendo principalmente arenitos de granulção variada, arcossianos, conglomerados, diamicritos, siltitos, folhelhos, ritmíticos e raras camadas de carvão.				
		Aquidauana	CPa	CPa: Depósitos continentais predominantemente arenitos médios a grossos, feldspáticos de coloração vermelho-arroxeada e subordinadamente arenitos finos, conglomerados, siltitos, folhelhos rítmicos e diamicritos.	Ptt	Formação Tatui: Depósitos marinhos com estratificação plano-paralela, predominando siltitos, arenitos finos em parte concrecionados por calcário e sílex, de coloração vermelha arroxeada na parte inferior e esverdeada na base.		
	DEVONIANO PARANÁ	Ponta Grossa	Dpg	Dpg: Não aflorante.				
Furnas		Df	Df: Depósitos marinhos predominantemente arenitos de granulção grossa, feldspáticos, com estratificação cruzada de pequeno a médio porte e subordinadamente arenitos finos, arenitos conglomeráticos e conglomerados oligomíticos basais.					

Figura 3.2 Coluna litoestratigráfica da bacia do rio Paraná.

Fonte: IPT, 1981 in NUNES, 2002.

Segundo Secretaria de Planejamento de Mato Grosso do Sul (SEPLAN, 1990), na escala de mapeamento utilizada (1:1.500.000), as formações geológicas observadas na área correspondente ao município de Três Lagoas são os arenitos da Formação Santo Anastácio (Ksa), e da Formação Adamantina (Ka) (Figura 3.3).

Na região a Formação Santo Anastácio ocorre por meio do afloramento de arenitos, sob condições de ravinas fluviais cujos pacotes possuem até três metros de espessura, e possuem granulometria que varia de sedimentos finos a médios (LORENZ SILVA, 2004).

Para Cattanio (s.d.), os sedimentos dessa Formação, encontrados em cotas altimétricas que variam entre 270 a 450 metros, são caracterizados por uma cor avermelhada, de estratificação cruzada, típicos de depósitos deltaicos, possuindo pequenos nódulos brancos que mostram um ambiente de semi-aridez, na qual foram depositados.

Quando a Formação Santo Anastácio está em contato com a superfície, as colinas são mais longas, tornando mais distantes os talwegues, o que resulta da ocorrência de uma maior permeabilidade dos arenitos. A rede de drenagem torna-se, deste modo, pouco densa, de rios longos e retilíneos. (CATTANIO, s.d.). Nesses ambientes há um desenvolvimento da vegetação do cerrado, que vem sofrendo grande devastação, cedendo lugar ao plantio de pastagens e reflorestamentos de espécies alienígenas, principalmente o eucalipto.

Já a superfície recoberta pela Formação Adamantina, restringe-se a pequenas áreas nos distritos de Arapuá e Garcias, na porção central do município. A região encontra-se a uma altitude aproximada de 450 m e apresenta, de acordo com Cattanio (s.d.), vertentes mais curtas, que possuem maior densidade de drenagem.

Os arenitos da Formação Adamantina são compostos, em sua maioria, por partículas de cor avermelhada, com a presença de uma fina disseminação de carbonato de cálcio. A presença desse elemento confere aos solos, resultantes da decomposição da rocha, uma maior disponibilidade de nutrientes minerais, o que possibilitou a ocorrência de uma cobertura vegetal mais densa que nas áreas recobertas pelos arenitos da Formação Santo Anastácio (CATTANIO e LORENZ-SILVA, 1987).

Lorenz Silva (2004) ressalta que, os sedimentos dessa Formação apresentam uma granulometria entre fino e médio (siltitos e lamitos) e no município de Três Lagoas são encontrados também nas ravinas das calhas fluviais e nos cortes das estradas. Estão dispostos estratigraficamente entre 2 a 50 metros de espessura, sobrepostos aos basaltos da Formação Serra Geral e aos arenitos da Formação Santo Anastácio e Marília.

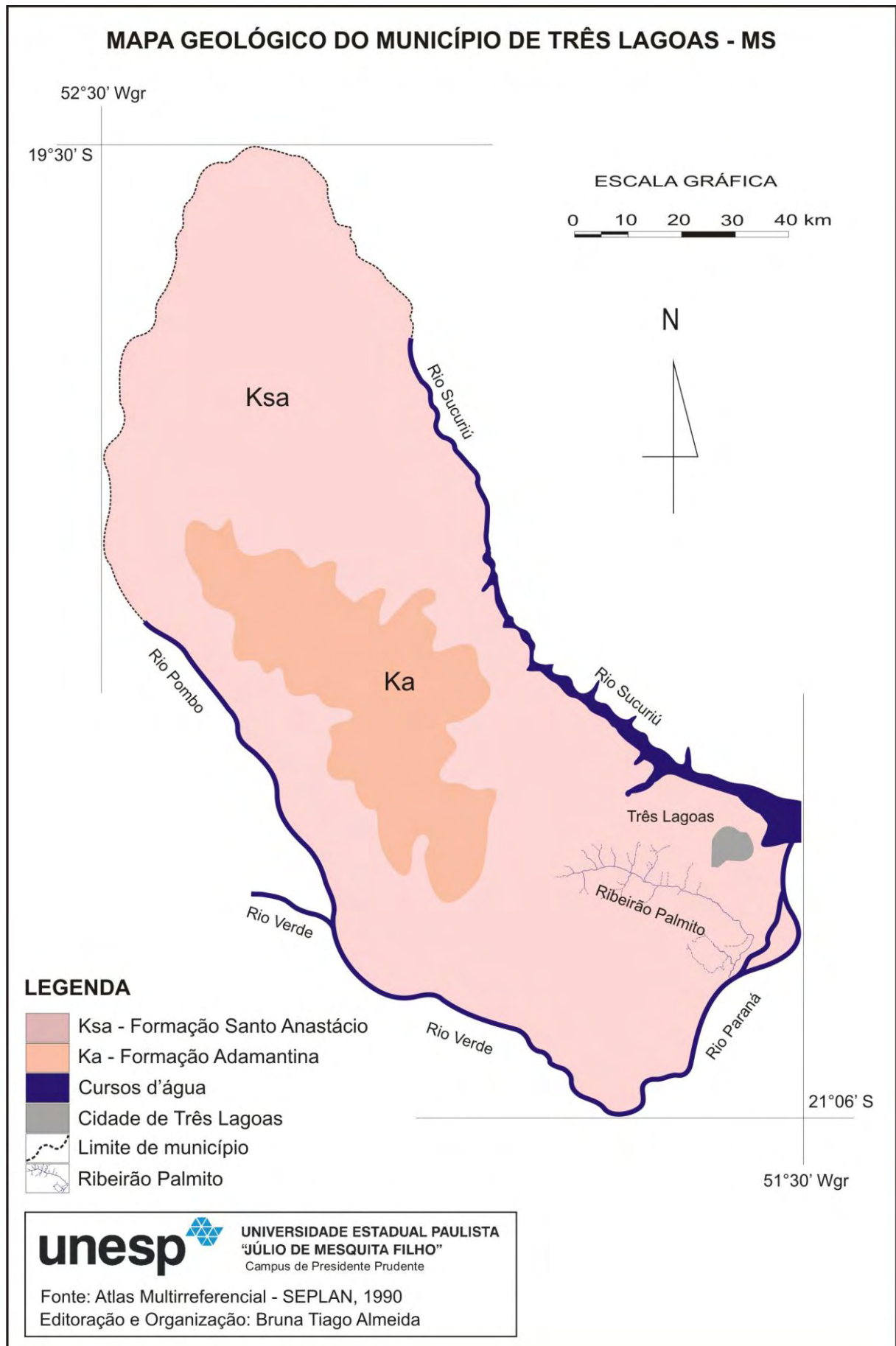


Figura 3.3 Mapa Geológico do município de Três Lagoas (MS).

Além das Formações Santo Anastácio e Adamantina, observa-se ainda, no município de Três Lagoas, a ocorrência de restrita dos depósitos sedimentares da Formação Marília e o afloramento de basaltos da Formação Serra Geral, derramados sobre os arenitos da Formação Botucatu, que para Leinz (1949) já estariam consolidados e hoje encontram-se subjacentes (Figura 3.4).

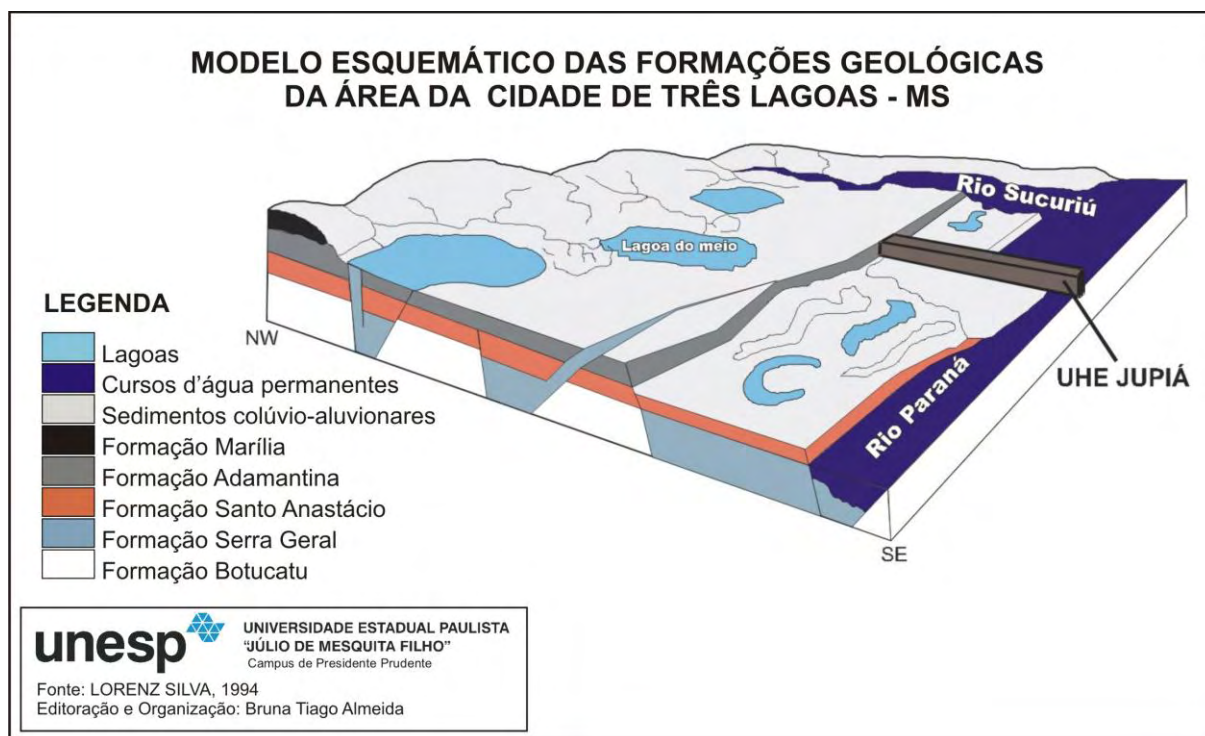


Figura 3.4 Modelo esquemático das formações geológicas da cidade de Três Lagoas (MS).

A Formação Marília encontra-se apenas no topo da colina denominada Serrinha de Garcias, com 518 metros de altitude. Conforme Cattanio e Lorenz-Silva (1987), foram feitos mapeamentos dos arenitos na porção central do município de Três Lagoas, onde ocorre o afloramento dessa Formação, que é representada por arenitos de cor cinza-claro, cinza-escuro e o rosa claro nas superfícies mais expostas.

Os arenitos dessa Formação apresentam-se bastante silificados o que contribui para uma maior resistência aos processos pluviais e erosivos dos períodos em que ocorrem os altos índices de pluviosidade, possibilitando a manutenção desses arenitos como um ressalto da topografia (CATTANIO e LORENZ-SILVA, 1987).

Quanto aos afloramentos de basaltos da Formação Serra Geral constata-se que os mesmos aparecem em regiões onde averigua-se a ocorrência da Formação Adamantina. Cattanio (s.d.) destaca que, seu jazimento faz-se extensos derrames, de idade jurássica,

que recobrem vastas porções da bacia e, no município de Três Lagoas são encontrados no vale dos rios principais como o Verde, Sucuriú e Paraná.

A Formação Serra Geral é a unidade mais antiga a aflorar no município de Três Lagoas, constituída por derrames de lavas basálticas de idade jurássico-cretácea. Para Cordani e Vandomos (1967) in Bueno (1994), os derrames de lava produziram-se a partir de uma atividade vulcânica tranqüila, onde o magma foi expelido por grandes fendas de tensão e espalhou-se sobre a superfície.

Bueno (1994) escreve que em Três Lagoas, o basalto da Formação Serra Geral apresenta coloração entre cinza e negro, ocorrendo intercalação com os arenitos. O autor realizou um estudo sobre um afloramento desses basaltos em uma região próxima a calha do rio Paraná, distante 15 Km do sítio urbano do município. A região onde os trabalhos foram realizados exibe um paredão rochoso com aproximadamente 6 metros de altura, de basalto inalterado que, devido à boa qualidade para o aproveitamento de britagem, foi alvo de grande exploração na década de 80.

A partir da caracterização das formações geológicas presentes no município de Três Lagoas, verificou-se que a Formação Santo Anastácio é a de maior representatividade na região e engloba praticamente toda a área da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito. Posteriormente serão analisados os aspectos geomorfológicos na escala regional e a situação do município de Três Lagoas neste contexto.

3.2 Geomorfologia

O relevo, em sua definição mais simples, refere-se às saliências e reentrâncias da superfície da Terra que podem ser descritas e caracterizadas em diferentes escalas. Em escala planetária, elas são representadas pelas cadeias de montanhas e pelas grandes planícies fluviais ou, ainda, pelos talwegues, que corresponde à linha sinuosa no fundo de um vale pelo quais as águas correspondem alojando-se nos canais fluviais, e pelos interflúvios – espaço entre dois talwegues, constituído por duas encostas ou vertentes (OLIVEIRA e BRITO, 1998).

De acordo com as características geomorfológicas da área de estudo, Brasil e Alvarenga (1989) esclarece que a região do planalto central engloba quase toda região do centro-oeste, bem como partes do sudeste. Seu relevo se apresenta com extensos

planaltos, intercalados por grandes depressões, com a cobertura vegetal de florestas e cerrados. Esse relevo foi modelado em sucessivas fases erosivas, durante o cenozóico.

Quanto ao relevo da região centro-oeste, inserida nos domínios de cerrado, Ab'Sáber (2003) ressalta que:

[...] ocupa, predominantemente, maciços planaltos de estrutura complexa, dotados de superfícies aplainadas de cimeira, além de um conjunto significativo de planaltos sedimentares compartimentados, situados a níveis de altitude que variam de 300 a 1700m. As formas de terreno são, em sua maioria, similares tanto nas áreas de solos cristalinos aplainados como nas áreas sedimentares mais elevadas, transformadas em planaltos típicos. Onde ocorrem bancadas de laterita, na cimeira dos platôs, aparecem os mais degradados fácies naturais de cerrado: campos pontilhados de arboretas anãs (AB'SÁBER, 2003).

A taxonomia do relevo de Mato Grosso do Sul é baseado em ordens de grandeza têmporo-espacial, compreendendo regiões geomorfológicas distintas agrupadas conforme formas predominantemente semelhantes. Encontramos no estado os seguintes compartimentos de relevo: Região dos Chapadões Residuais da Bacia do Paraná, Região dos Planaltos da Borda Ocidental da Bacia do Paraná, Região dos Planaltos Areníticos Basálticos Interiores, Região da Depressão do Alto Paraguai e Região da Bodoquena e Morrarias do Urucum-Amolar.

O município de Três Lagoas localiza-se na Região dos Planaltos Areníticos Basálticos Interiores, mas precisamente no leste, na área referida como Divisores Tabulares dos Rios Verde e Pardo. Neste trecho, sem ruptura de declive, passa-se suavemente das cotas de 500 m nas Rampas Arenosas dos Planaltos Interiores para as cotas de 400 m, chegando à altitude de 270 m na confluência do rio Verde com o rio Paraná.

As formas de relevo apresentam-se planas nas bordas das bacias, configurando estreitos divisores tabulares entre os rios que se adaptam as cabeceiras dos afluentes. Os modelados planos da unidade assumem maior ou menor extensão de acordo com substrato rochoso. O desnível médio entre o topo plano nas bordas das bacias e as áreas dissecadas nas calhas dos canais fluviais varia entre 50 e 80m. Refletindo a epirogênese que ocorreu na borda oeste da bacia do rio Paraná, a inclinação em direção a calha do rio favorece a formação de uma rede de drenagem semi-paralela, cataclinal, representada pelos rios Sucuriú, Verde e Pardo.

Manifestando uma adaptação da drenagem as linhas de fraturamento, observa-se, além do padrão de drenagem paralelo ou retangular, o direcionamento NO-SE dos canais fluviais. Conforme visto, em toda a unidade de relevo dos Divisores Tabulares dos Rios Verde e Pardo, a rede de drenagem corta as rochas areníticas do Grupo Bauru, e em

alguns trechos, onde a drenagem encontra-se encaixada, alcança as rochas da Formação Serra Geral.

De modo geral, no município de Três Lagoas predominam interflúvios e vertentes suaves, dissecado nas áreas mais próximas aos canais de drenagem. Além disso, os processos de deposição fluvial no quaternário deram origem a uma região de superfície plana, que ora se alarga, ora se estreita, constituindo as planícies fluviais e terraços ao longo do rio Paraná e alguns de seus afluentes.

Assim, conforme o mapeamento da Secretaria de Planejamento de Mato Grosso do Sul (Figura 3.5), a região do município de Três Lagoas pode ser dividido em três compartimentos geomorfológicos: segmento plano, segmentos das colinas convexo-côncavas longas e segmentos das colinas convexo-côncavas curtas, além da superfície sub-horizontal, caracterizando um sistema de transição entre o segmento de colinas e o segmento plano.

A superfície plana é representada pelo terraço fluvial e pela planície aluvial do rio Paraná, na qual se pode identificar um grande número de lagoas e diques aluviais bastante significativos, tanto em altitude como em largura e comprimento. O rio Paraná corta longitudinalmente esse setor e junto ao seu leito observa-se uma seqüência de depósitos que representa a construção de um dique marginal, sobre um depósito de seixos que por sua vez repousa sobre os arenitos da Formação Santo Anastácio (CATTANIO, s.d.).

Para o autor, nessa superfície notamos a existência de meandros abandonadas e lagoas, como as que dão nome ao município. Ocorre também o afloramento de basaltos, que foram explorados para produção de *pedra brita*, utilizada na construção da UHE Souza Dias (Jupia).

As áreas mais baixas apresentam características que demonstram possuir conseqüentes retomadas erosivas, e que são notados principalmente, às margens do Rio Paraná e alguns córregos. (CATTANIO e LORENZ SILVA, 1987).

Dessa forma, o segmento plano compreende litologias mesozóicas e, secundariamente, Aluviões Holocênicos. Em determinadas áreas as rochas sedimentares são horizontalizadas, entretanto, em sua maior parte apresenta um leve caimento em direção ao centro da Bacia, como também é evidenciado pelo controle estrutural da drenagem.

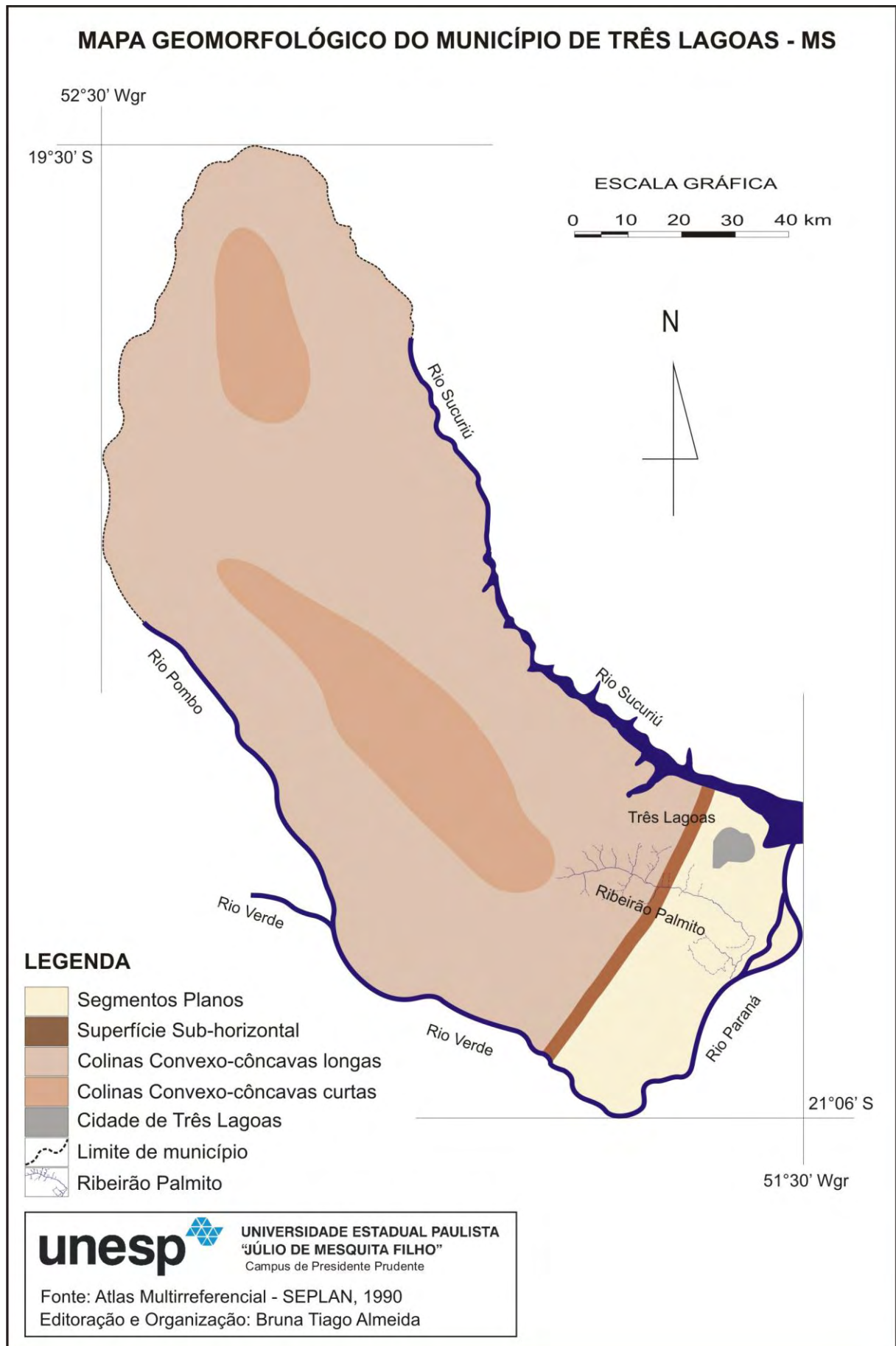


Figura 3.5 Mapa Geomorfológico do município de Três Lagoas (MS).

Em relação ao complexo de colinas convexo-côncavas longas e curtas, Cattanio e Lorenz Silva (1987) destacam que na região onde os interflúvios são mais próximos encontra-se as colinas convexo-côncavas mais curtas. As colinas convexo-côncavas alongadas apresentam expressivas rampas elúvio-coluviais responsáveis pelo setor côncavo mais pronunciado e pelo aspecto mais alongado, além de interflúvios mais distantes.

Conquanto, o segmento de colinas convexo-côncavas mais curtas averigua-se a subjacência dos arenitos da Formação Adamantina, cujas rochas apresentam fina disseminação de carbonato de cálcio, o que confere menor permeabilidade e ao mesmo tempo uma menor quantidade de nutrientes. Nessa região, conforme visto, observa-se uma maior densidade de cursos d'água que nas regiões de colinas mais alongadas (CATTANIO, s.d.).

Quanto à Serrinha de Garcias, que encontra-se na região do complexo de colinas convexo-côncavas mais curtas, lembramos que a mesma constitui um complexo de relevo testemunho mantido pela erosão diferencial visto que, a resistência do material dos arenitos da Formação Marília é maior que das rochas das áreas circundantes (Formação Santo Anastácio e Adamantina).

Nos ambientes dominados pelo complexo de colinas convexo-côncavas longas é identificado de acordo os interflúvios alongados, suavemente convexos no topo e côncavos na base, onde os processos de intemperismo químico produziram um espesso manto de sedimentos, caracterizando a existência dos latossolos na região (CATTANIO, s.d.).

A rampa promove ligação entre o conjunto de colinas convexo-côncavas longas e o segmento plano. Temos uma extensa superfície sub-horizontal, de fraca declividade, que serve de limite para a influência das cheias do rio Paraná. Cattanio (s.d.) esclarece que a superfície é encontrada praticamente no limite da área urbana em direção ao distrito de Arapuá e que, no setor voltado para o rio Sucuriú a rampa adquire aspecto mais íngreme, constituindo um degrau.

Neste tópico foi realizada uma breve caracterização dos aspectos geomorfológicos regionais, onde se mostrou em qual domínio morfológico se encontra o município de Três Lagoas e região. A seguir serão analisados os aspectos geopedológicos da área.

3.3 Aspectos geopedológicos

De acordo com a pedologia (pedon = solo + logos = estudo), solo é a coleção de corpos naturais dinâmicos, que contém matéria viva e é resultante da ação do clima e da biosfera sobre a rocha, cuja transformação em solo se realiza durante certo tempo e é influenciada pelo tipo de relevo. Os solos são classificados de acordo como o horizonte diagnóstico de determinado perfil, que baseia-se em atributos quantificados (LEPSCH, 2002). Desta maneira, os fatores de formação do solo são: material de origem, clima, relevo, organismos e o tempo.

No município de Três Lagoas, os solos encontrados são: Latossolo Vermelho-Escuro⁸, Areias Quartzosas⁹, Podzólico Vermelho-Escuro¹⁰ e Podzólico Vermelho-Amarelo¹¹ (Figura 3.6). Estes solos são provenientes de processos pedogenéticos ocorridos sob rochas areníticas do Grupo Bauru (Formação Santo Anastácio, Adamantina e Marília), além das rochas basálticas da Formação Serra Geral.

Referente aos Latossolos (L) que predominam no município, são solos que apresentam horizonte B latossólico (Bw), caracterizado por avançada estágio de intemperização, formação de argila de baixa atividade, capacidade de troca catiônica baixa, cores vivas (brunadas, amareladas e avermelhadas), boa agregação, estrutura comumente granular, e com pouca ou nenhuma acumulação de argila iluvial (translocada de horizonte mais superficial) (GUERRA e BOTELHO, 2001).

Conforme a classificação da EMBRAPA estes solos apresentam o horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer horizonte A e a transição entre os horizontes é gradual ou difusa, sendo possível identificar como destaque o horizonte A, mais escuro, devido à presença da matéria orgânica (OLIVEIRA, 1999).

⁸ De acordo com a classificação estabelecida pelo Sistema Brasileiros de Classificação de Solos (EMPRABA, 1999) os Latossolos Vermelho-Escuro correspondem aos Latossolos Vermelhos.

⁹ De acordo com a classificação estabelecida pelo Sistema Brasileiros de Classificação de Solos (EMPRABA, 1999) as Areias Quartzosas correspondem as Areias Quartzarênicas.

¹⁰ De acordo com a classificação estabelecida pelo Sistema Brasileiros de Classificação de Solos (EMPRABA, 1999) os Podzol Vermelho-Escuros correspondem aos Argissolos Vermelho.

¹¹ De acordo com a classificação estabelecida pelo Sistema Brasileiros de Classificação de Solos (EMPRABA, 1999) os Podzol Vermelho-Amarelos correspondem aos Argissolos Vermelho-Amarelos.

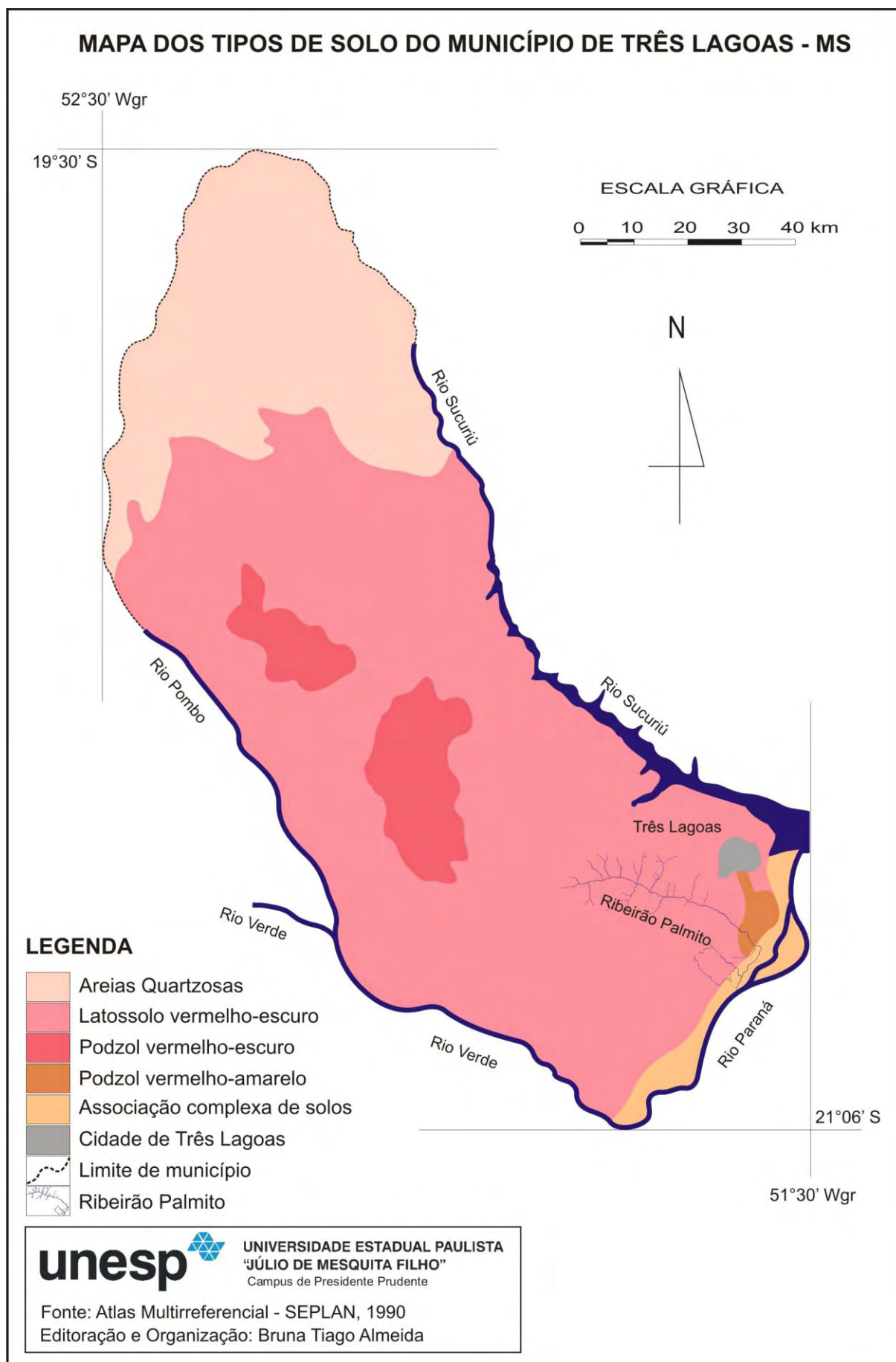


Figura 3.6 Mapa dos tipos de solo do município de Três Lagoas (MS).

Guerra e Botelho (2001) destacam ainda que os latossolos são profundos, ácidos ou fortemente ácidos (com exceção dos eutróficos, que são muito raros), bastante porosos e permeáveis, de textura bem uniforme ao longo do perfil que varia de média a muito argilosa. Nesses solos predominam os argilominerais do grupo 1:1 (caulinítico-gibbsíticos).

Para Oliveira (1999) esses solos, em geral, apresentam boas propriedades físicas e situam-se em relevo favorável à mecanização. Mesmo os latossolos bastante argilosos apresentam boa permeabilidade e são facilmente preparados para o cultivo.

No município, de acordo com a compartimentação do relevo, nas áreas cobertas pelos Latossolos (L) observa-se a predominância do complexo das colinas convexo-côncavas longas e dos interflúvios alongados, suavemente convexos no topo e côncavos na base. Os processos de intemperismo químico produziram um espesso manto de solo vermelho – o Latossolo Vermelho, primordialmente sobre o substrato arenítico da Formação Santo Anastácio.

Especificamente sobre os latossolos vermelhos encontrados na região de Três Lagoas, a Secretaria de Planejamento de Mato Grosso do Sul classifica-os como solos minerais não hidromórficos, profundos e bem drenados, lixiviados, homogêneos e altamente intemperizados (SEPLAN, 1990).

Segundo Cattanio (s.d.) há grande atividade biológica nas regiões onde são encontrados os latossolos vermelhos em Três Lagoas, o que consome toda matéria orgânica e impede a incorporação da mesma ao solo. Nessas áreas desenvolvem-se naturalmente os cerrados típicos e encontram-se hoje cobertas pelas pastagens artificiais e por espécies típicas de reflorestamento, mantendo assim o baixo coeficiente de matéria orgânica e a cor avermelhada.

Em relação aos Argissolos (P), apresentam um horizonte B textural e argilas de baixa atividade. De acordo com a classificação da EMBRAPA, são constituídos por material mineral, apresentando um horizonte B textural com acúmulo de argila imediatamente abaixo de horizonte A ou E (este com coloração mais clara).

Os argissolos apresentam marcante diferenciação entre os horizontes (mudança textural abrupta) e normalmente ocorrem em relevos mais acentuados que os Latossolos. São altamente susceptíveis à erosão e apresentam acidez pronunciada, além da escassez de nutrientes (OLIVEIRA, 1999).

Esses solos apresentam duas subordens, os Argissolos Vermelho-Amarelos e os Argissolos Vermelhos, ambos encontrados no município de Três Lagoas. Os argissolos vermelho-amarelos são encontrados numa região próxima à malha urbana, englobando

terras da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, área de estudo do trabalho, principalmente, conforme observado no campo, na rampa de interligação entre o complexo das colinas convexo-côncavas e o segmento plano e nas suas proximidades.

Já os argissolos vermelhos são encontrados primordialmente nas áreas onde a rocha matriz são os arenitos da Formação Adamantina e conforme a compartimentação geomorfológica do município, o relevo é classificado em colinas convexo-côncavas curtas.

Além das rochas areníticas da Formação Adamantina, nas áreas cobertas pelos argissolos vermelhos afloram os arenitos da Formação Marília e os basaltos da Formação Serra Geral. Para Cattanio (s.d.), nas áreas onde se encontram as jazidas dos derrames de basalto, a intemperização dessas rochas “ferro-magnesianas” dão origem a solos com altíssima quantidade de nutrientes minerais.

Segundo o autor supracitado, em Três Lagoas, esses afloramentos de basalto podem ser observados também nos vales dos principais rios, como, Verde, Sucuriú e Paraná. Geralmente dão origem a solos friáveis e porosos, bem e acentuadamente drenados e profundos. Esses solos são desenvolvidos a partir dos mais diversos materiais originários, o que implica na ocorrência de solos com diferentes classes texturais.

Quanto a Associação Complexa de Solos, desenvolve-se próximo aos vales dos rios, nas planícies aluviais e terraços fluviais. De modo geral, ocorrem em áreas na qual o relevo é mais plano e onde são comuns à presença de valas, barrancos profundos, igarapés, lagoas e rios, como é o caso de Três Lagoas.

Esses solos estão relacionados a solos hidromórficos em áreas de segmento plano do município, mais precisamente no terraço do Rio Paraná, onde os materiais estão relacionados à antiga planície de inundação abandonada.

Oliveira (1999) ressalta que os Hidromórficos são solos associados a relevos de várzea, nos quais ocorre constante encharcamento de água no solo. São mal drenados, ocasionando acúmulo de matéria orgânica e/ou processo de gleização, que consiste na redução do óxido de ferro durante o seu desenvolvimento.

De acordo com a classificação estabelecida pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMPRABA, 1999) os Hidromórficos correspondem aos Gleissolos, Planossolos Hidromórficos e Organossolos Tiomórficos.

Os Gleissolos (G) são solos constituídos por material mineral, com horizonte glei, identificado pela cor cinzenta, esverdeada ou azulada, com intensa redução de ferro pela presença da água. Apresentam sérias limitações de uso pela presença do lençol freático, pela pouca profundidade e baixa aeração. A maioria dos Gleissolos são pouco férteis e

bastante ácidos, requerendo a aplicação de corretivos e fertilizantes para obtenção de colheitas satisfatórias (OLIVEIRA, 1999).

Já os Planossolos (S) são solos constituídos por material mineral com horizonte A ou E acima de um horizonte Bt. São solos situados em planícies aluviais e no terço inferior das vertentes. O horizonte Bt apresenta densidade do solo relativamente elevada e baixa porosidade, resultando na redução da permeabilidade. São solos que apresentam severas restrições para obras de engenharia devido à presença do lençol freático (OLIVEIRA, 1999).

Quanto aos Organossolos (O) são solos constituídos por material orgânico que apresentam horizonte O com teor de matéria orgânica acima de 20%. São solos formados em planícies aluviais. Apresentam densidade muito baixa devido à matéria orgânica; elevada porosidade e capacidade de retenção de água. A profundidade é bastante variada, podendo chegar a metros ou poucos decímetros (OLIVEIRA, 1999).

Averigua-se ainda a presença das Areias Quartzarênicas, principalmente na porção norte do município, como também pequenas áreas de podzolização. As areias quartzarênicas apresentam uma grande quantidade de quartzo e outros minerais altamente resistentes a intemperização (SEPLAN, 1990).

Definidas as principais características relativas aos aspectos geopedológicos regionais, no próximo capítulo serão discutidas ainda a susceptibilidade erosiva de cada classe de solo encontrada na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, área de estudo do presente trabalho.

No próximo tópico serão discutidas as características climáticas da região do município de Três Lagoas.

3.4 Clima

De acordo com Parra (2001), é ainda é insignificante a quantidade de estudos climáticos abordando a região centro-oeste do Brasil e conseqüentemente o estado de Mato Grosso do Sul. As notas restringem-se a estudos essenciais da climatologia de cunho geográfico sem focar suficientemente a dinâmica climática regional.

Na região Centro-Oeste, segundo classificação de Köppen, ocorrem dois tipos climáticos: o Aw (clima tropical úmido) e o Cfa (clima mesotérmico úmido). O de maior abrangência na área é o Clima Tropical Úmido, que apresenta estação chuvosa no verão e

seca no inverno. Quanto ao Clima Mesotérmico Úmido ocorre somente no extremo sul da região, apresenta-se sem estiagem, a temperatura do mês mais quente é superior a 22° C, no mês mais seco a precipitação é superior a 30 mm de chuva (SEPLAN, 1990).

Em relação ao regime climático de Mato Grosso do Sul, estado onde se localiza o município de Três Lagoas, Nimer (1979) destaca que, a despeito da existência de algumas áreas de clima tropical úmido, o que constitui a característica fortemente marcada da Região Centro-Oeste é o vasto domínio de clima tropical semi-úmido, em cuja paisagem estende-se quase sempre o cerrado, quer sobre as chapadas sedimentares quer sobre os terrenos cristalinos de topografia plana ou acidentada, desde que o clima semi-úmido apresente uma estação chuvosa no verão, e uma estação seca com duração média de 4 a 5 meses centralizada no inverno.

Ainda sobre a ocorrência e a sazonalidade dos climas tropical úmido e semi-úmido nas regiões de cerrado, Ab'Sáber constatou que:

[...] o total de precipitações anuais é de duas a cinco vezes maior nos altiplanos com cerrados, do que nas terras colinosas das depressões interplanálticas ou encostas de serras secas. No coração dos cerrados encontramos extensos setores de clima subquentes e úmidos, com três a cinco meses secos opondo-se a seis ou sete relativamente chuvosos. As temperaturas médias anuais variam de um mínimo de 20 a 22°C, até um máximo de 24 a 26°C. Entretanto, a umidade do ar atinge níveis muito baixos no inverno seco (38 a 40%) e outros muito elevados no verão chuvoso (95 a 97%) (AB'SABER, 2001).

Embora, ainda que de maneira geral, as áreas onde encontramos os cerrados estejam em regiões muito quentes e relativamente secas, de acordo com Ab'sáber (2003) a área nuclear dos cerrados e cerradões localizam-se em uma região de clima um pouco mais fresco. Assim esses ambientes apresentam condições bastante adversas do ponto de vista climático, já que eles ocorrem em locais diferentes.

Segundo Parra (2001), Três Lagoas encontra-se nas áreas próximas às alagadiças do rio Paraná e aos grandes lagos artificiais, na região climática do Vale do Paraná. O autor esclarece que:

[...] as baixas altitudes junto à calha do rio Paraná favorecem a penetração rápidas de massa polar vindas do sul, imprimindo índices desconfortáveis para "Muito Frio" em alguns meses do outono inverno. Já o período de primavera verão apresenta semelhança quanto ao desconforto para o calor quando comparada às sub-regiões bioclimáticas dos planaltos arenosos. As temperaturas máximas são elevadas em todas as estações do ano (média de 29° C no outono-inverno e 32° C na primavera verão), atingindo índices de desconforto para calor excepcional no verão e provocando grande amplitude térmica no outono-inverno (PARRA, 2001).

Conquanto, observa-se que na região do município as temperaturas são elevadas e praticamente não variam em todas as estações do ano, com a exceção de alguns dias de desconforto térmico devido ao frio proveniente das massas polares vindas do sul, que provocam uma amplitude térmica maior principalmente nos meses de outono-inverno.

Baseado no Estudo de Impactos Ambientais da Termelétrica de Três Lagoas, onde os pesquisadores procuraram classificar o clima da região, vale ressaltar que possui seis meses de balanço hídrico equilibrado, no período que vai de janeiro a março, além do período que vai de outubro a dezembro. Nesse período, apesar das chuvas constantes, não ocorre excesso de água, sendo a região muito sujeita a “veranicos” (PETROBRÁS, 2001).

Já o trimestre que vai de março a maio, de acordo com os estudos impetrados pela empresa, não apresenta deficiência da presença de água, e em relação à vegetação, não há índice elevado de evapotranspiração. Nesta época a precipitação é suficiente para manter essa vegetação estável, pois há uma disponibilidade de água no solo, devido à ocorrência e o predomínio do tipo climático Aw. Apesar dos meses de junho até meados de setembro, ocorre uma diminuição da percentagem da presença de água no solo, a diminuição dessa disponibilidade de água é devido à mudança para uma estação mais seca.

Desta maneira, em Três Lagoas o inverno é caracterizado geralmente por uma diminuição da precipitação, no entanto, pode não existir em certos anos. Quanto ao decréscimo sensível das temperaturas no inverno, sobretudo de maio a setembro, reduz consideravelmente a eficiência térmica, e a vegetação ora “predominante”, o cerrado, possui determinada adaptação a esta estação seca, devido às raízes das espécies serem longas, conseguem absorverem as águas subterrâneas (PETROBRÁS, 2001).

Conforme os dados referentes ao estudo supracitado de impactos ambientais (EIA da Termelétrica de Três Lagoas), impetrado pela PETROBRÁS, tem-se que:

[...] a temperatura máxima, segundo observações das médias mensais pelo INMET, para o período de (1931-1990), varia de 30°C a 33°C nos meses de setembro a dezembro e de janeiro a março. Já a temperatura mínima, pelas médias mensais, varia de 12°C a 15°C nos meses de junho a agosto. A temperatura média anual para a região oscila entre 21°C e 24°C (PETROBRÁS, 2001).

No que concerne as precipitações na região, de modo generalizado variam em torno de 1.500 mm anuais e um período seco que varia de 5 a 6 meses durante o ano (MACEDO, 1994).

Neste contexto, através da comparação com os municípios sul-matogrossenses de Campo Grande e Dourados, Parra (2001) descreve as condições climáticas em Três Lagoas:

[...] em Três Lagoas o desconforto do calor é mais intenso quando comparado a Campo Grande e Dourados. Entre as médias das máximas, em condições diurnas, há predomínio da média “muito quente abafado” em quase todos os meses do ano, salvo em junho, julho e agosto, quando ocorre equilíbrio entre essa classe e a “quente”. Em Campo Grande e Dourados ocorre o predomínio da classe “quente” nesses meses (PARRA, 2001).

Assim, a porção do estado onde se localiza o município de Três Lagoas é caracterizada por uma diversidade térmica, que pode ser explicada devido à forma de seu relevo e principalmente à latitude. Também sofre influência pela uniformidade regional causada por uma marcha estacional de precipitação pluviométrica semelhante (máximo no verão e mínimo no inverno) (SEPLAN, 1990).

A partir das condições climáticas de Três Lagoas, além do regime das regiões de cerrado brasileiras, a seguir serão descritas e analisadas as características da cobertura vegetal do município.

3.5 Cobertura vegetal

Do ponto de vista fitofisionômico, o município de Três Lagoas está inserido no mosaico atual dos domínios climatobotânicos dos cerrados onde, de acordo com Ab'Sáber (2003), a combinação dos fatores físicos, ecológicos e bióticos que o caracteriza é, na aparência, de relativa homogeneidade extensível a grandes espaços e estariam ligados a uma série de flutuações climáticas do Quaternário sulamericano, com implicações fitogeográficas.

Para o autor a repetição das paisagens vegetais ligadas ao ecossistema de cerrados, cerradões e campestres de diversos tipos contribui decisivamente para o caráter monótono desse grande conjunto paisagístico:

[...] os chapadões recobertos por cerrados, com florestas de galeria (de diversas composições), constituem dois tipos de ecossistemas no meio do espaço físico e biótico de grandes proporções, com cerca de 1,7 milhão a 1,9 milhão de quilômetros quadrados de extensão. A área de cerrados centrais no Brasil – embora tenha uma posição proporcional em relação ao grande conjuntos das savanas e cerrados da África Austral e da América Tropical –, em comparação com os espaços fisiográficos e ecológicos do

país, apenas mais um dos grandes polígonos irregulares que formam o mosaico paisagístico brasileiro (AB'SÁBER, 2003).

Ab'Sáber (2003) ressalta que, sobre a dimensão do domínio de cerrados no Brasil, sem qualquer dúvida, o caráter longitudinal e o grau de interiorização das matas atlânticas quebraram a possibilidade de uma distribuição leste-oeste marcada pelo domínio de cerrados, representante sul-americano da grande zona de savanas.

Quanto a interação entre as condições climáticas e o regime dos rios, influenciando assim a cobertura vegetal ao longo das planícies, observa-se que no período seco que ocorre no meio do ano, nas regiões de cerrado alguns cursos d'água principais e secundários emagrecem ou desaparecem:

[...] o ritmo marcante do tropicalismo regional, com estações muito chuvosas alternadas com estações secas – incluindo um total de precipitações anuais três a quatro vezes superior a das caatingas – implica uma preservação intensiva dos padrões de perenidade dos cursos d'água regionais. Mesmo nos canais de escoamento laterais aos chapadões e de reduzida extensão permanecem uma espécie de linha úmida d'água, quase superficial, que atravessa toda a estação seca no meio do ano. Este lençol d'água também sofre variações, de um a quatro metros no subsolo superficial dos cerrados, continuando, porém, tangente à superfície da topografia, o que alimenta as raízes da vegetação lenhosa nessa área (AB'SÁBER, 2003).

A vegetação original característica de Três Lagoas é a Savana Arbórea Densa e a Savana Arbórea Aberta. A primeira é caracterizada por formação campestre com estrato de árvores baixas, xeromórficas de esgalhamento profundo, providas de grandes folhas coriáceas, perenes e casca corticosa. Já a vegetação Arbórea Aberta são Savanas ou Campo Cerrado e sua principal característica é seu contínuo estrato de graminóide que reveste o solo e que seca durante o período de estiagem (SEPLAN, 1990).

Conforme a Secretaria de Planejamento do Estado de Mato Grosso do Sul – SEPLAN, de maneira geral, os principais tipos de vegetação encontradas no município de Três Lagoas são: Savana Arbórea Densa (cerradão), Savana Arbórea Aberta (cerrado), Pastagem, Reflorestamento, Formação de Influência Fluvial (Figura 3.7).

Atualmente, em Três Lagoas, a vegetação Densa (cerradão) está quase restrita as áreas de reservas das propriedades, devido a sua intensa utilização como madeira em palanques, construção de cercas, currais e construção doméstica de uso geral. É também utilizada como carvão vegetal ou lenha para consumo de cerâmicas, padarias e consumo doméstico das famílias rurais.

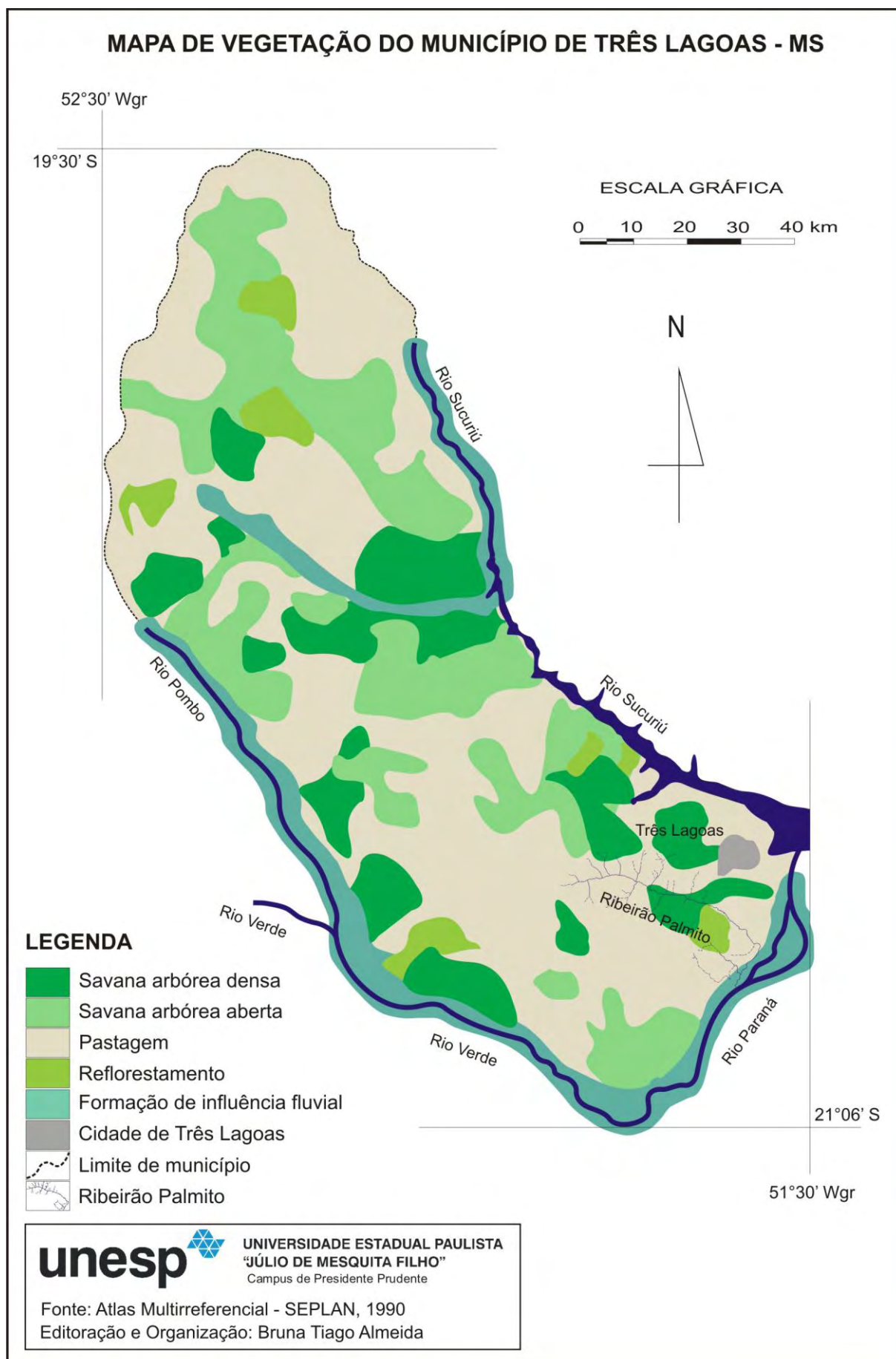


Figura 3.7 Mapa de vegetação de solo do município de Três Lagoas (MS).

A Savana Arbórea Densa é considerado uma classe natural de florestas xeromórficas típica do Planalto Central. As árvores apresentam uma altura média de 7 a 9 metros, geralmente mostra dois andares arbóreos distintos. As copas das árvores não se tocam, havendo bastante espaço entre os troncos. Nesse ambiente de meia sombra, aparecem muitas vezes algumas pteridófilas e líquens. É popularmente conhecido sob a denominação de mato–mestiço. Apresenta no seu estrado arbóreo as seguintes espécies: pau-terra-do-cerradão, maria–preta, faveiro, sucupira, angico, balsimim, jatobá–mirim, capitão, entre outras espécies.

Todavia, Ferri (1963) apud Ab’Sáber (2003) salienta que, o xeromorfismo da espécies de cerrado tratar-se ia de um pseudoxeromorfismo, fato que endossaria a hipótese de um escleromorfismo oligotrófico. As plantas lenhosas dos campos cerrados seriam, portanto, uma flora de evolução integrada as condições de climas e solos dos trópicos úmidos, sujeita a forte sazonalidade herdada de condições ecológicas de longa duração no interior do período quaternário.

No município, a presença da vegetação densa, como exemplo, a Floresta Tropical Semidecídua Continental, conhecida como “CROA”, está relacionada à presença de Carbonato de cálcio na composição do solo, proveniente primordialmente dos arenitos da Formação Adamantina, de cor avermelhada. A presença desse elemento confere aos solos maior quantidade de nutrientes (CATTANIO, s.d.).

Em relação ao segmento plano encontrado no município, a vegetação é composta por um cerrado mais rarefeito, com presença de pequenos arbustos e uma grande aparência de gramíneas e bromeliáceas (CATTANIO, s.d.). Nota-se também a presença da Palmeira Buriti, que são fortes indicadores de nascentes de cursos d’água na região.

As áreas com Formação de Influência Fluvial estão dispostas principalmente ao longo do rio Paraná, rio Pombo, rio Verde, rio Sucuriú e Ribeirão Bioso. Essas áreas caracterizam-se pela existência de uma vegetação mais densa, com árvores mais altas, xeromórficas de esgalhamento profundo; além de árvores baixas, presença de arbustos e vegetação rasteira. Nessas áreas também destaca-se a presença de buritis (Figura 3.8).



Figura 3.8 Paisagem com vegetação de cerrado na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito – Três Lagoas (MS).

Fonte: Arquivo pessoal (2005).

Além disso, pelo seu aterro gradual, aliado ao tipo de solo e a umidade existente, a vegetação características das áreas de depressões predominantes nas margens dos ribeirões, córregos e pequenos curso d'água é conhecida como “mato-do-alagado”, região com espécies de porte não muito desenvolvido. Para Cattanio (s.d.) ocorre aí uma comunidade especial hidrófila, de fisionomia sempre verde, rodeando e acompanhando nascentes, constituída por um estrato arbóreo de “veredas”, conhecido popularmente na região como pindaíbas.

Sobre as matas de pindaíba, Ab'Sáber (2003) escreve que as verdadeiras florestas de galeria, algumas vezes, ocupam apenas os diques marginais das planícies de inundação, em forma de um corredor contínuos de matas; outras vezes, quando o fundo aluvial é mais homogêneo e alongado, ocupando toda a sua calha, sob a forma de serpenteantes corredores florestais (matas de pindaíba).

A vegetação ao longo dos rios e cursos d'água menores hoje encontram-se reduzidas a capões esparsos, representando estações avançadas da Mata Atlântica no Planalto Central. Nessa região observava-se a existência de espécies como o cedro-rosa, mangue, mandiocão, tamboril, perobas, guatambu, garapa, amendoim, angico branco, ipê amarelo, jequitibá, jatobá, entre outras, hoje praticamente extinta em razão do seu aproveitamento como madeira para diversos fins.

Para corroborar, sobre as características da vegetação no município de Três Lagoas (MS), Terenci (1984), num trabalho feito na região, destaca que a área isolada para o estudo caracteriza-se por cerrado de aspecto muito complexo, enquadrando-se no tipo de cerrado mais baixo e de maior dispersão. O solo tem cobertura contínua de gramíneas. Os arbustos de pequeno e médio porte estão distanciados uns dos outros, e às vezes formam aglomerados de três ou mais indivíduos. O extrato arbóreo apresenta maior dispersão, com espécies que podem atingir até 10 metros. Na área de estudo os cerrados apresentam andares de vegetação com concentração de extrato herbáceo e de gramíneas, caracterizando-se assim, por uma vegetação rasteira. Algumas espécies encontradas são: o capim barba-de-bode (*aristida pallens*), o pequiheiro (*caryocar brasiliense*), a lixeira (*curatella americana*), o murici (*Byrsonima* sp), o pau-terra (*qualea grandiflora*) e a fariroba (*campomanesia*).

Localizado numa região estratégica no interior do continente sulamericano e de fisionomia favorável a colonização, hoje esses cerrados são caracterizados pelo desenvolvimento espetacular das culturas de exportação e principalmente da criação bovina, além da formação de uma rede urbana, devido ao crescimento da população e povoamento do interior do Brasil.

Neste sentido, em relação à vegetação rasteira, verifica-se que na região do município de Três Lagoas a mesma está relacionada principalmente a ocorrência de áreas cobertas por pastagens naturais e artificiais. Baseado nos dados da SEPLAN (1990), a prática da atividade da pecuária no município designa a incidência da implantação de pastagens artificiais de espécies como a *brachiária*, principalmente a partir da década de 1970, promovendo uma modificação da vegetação original relacionada à região fitoecológica dos cerrados.

Até o aparecimento das pastagens de capim *brachiária*, os locais de invernadas utilizadas pelos criadores para engorda era basicamente os cobertos por pastagens naturais e por espécies introduzidas, como por exemplo, o Capim-Colonião, Jaraguá e Capim Gordura, apenas nas áreas do município onde os solos apresentassem maior fertilidade natural, como as margens dos rios, principalmente o Paraná.

A partir de meados dos anos 1980, surge o aparecimento de resquícios de reflorestamento, sobretudo do eucalipto no município, oriundos de incentivos fiscais, promovidos pelo governo federal, como o caso do fundo de investimento 157, através de uma determinada porcentagem da arrecadação do imposto de renda, destinada à atividade da silvicultura.

Mais adiante, no capítulo 6, será discutido mais a fundo o intenso desmatamento provocado nos cerrados da região de Três Lagoas e a conseqüente introdução de espécies exóticas, assim como observado em praticamente todo território brasileiro. Desta maneira, através das características de uso e ocupação das terras da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito será gerado um panorama da dinâmica fitossociológica da área de drenagem e conseqüentemente da região, uma vez que observa-se uma expansão generalizada das atividades de criação e silvicultura no município.

No próximo capítulo serão descritas e analisados os aspectos geomorfológicos características da drenagem da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

4 FISIOGRAFIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PALMITO

Em busca de um diagnóstico do quadro físico da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, ao longo deste capítulo, serão abordados os aspectos físicos através da proposta de análise fisiográfica de bacias, sugerida por Christofolletti (1980) e Vilela e Matos (1975). Quanto ao conhecimento das características morfológicas e dos processos envolvidos em cada categoria da bacia hidrográfica e do canal fluvial, Christofolletti (1981), destaca que é de suma importância para os planejamentos sobre a utilização das áreas ribeirinhas e do leito do canal.

Para o autor, o uso agrícola e urbano das áreas marginais, a construção de edifícios, de pontes e de outras obras de arte, a instalação de indústrias, o uso das águas fluviais para abastecimento e para navegação, os projetos de saneamento e de retificação de rios, todos devem levar em consideração os processos e dinâmica observada nos diversos tipos de canais (CHRISTOFOLETTI, 1981).

A proposta de análise fisiográfica da bacia hidrográfica estudada será descrita a seguir de acordo com a identificação de diversos índices e parâmetros analíticos, que provêm de observações diretas e indiretas, do correlacionamento com os aspectos geológicos e geomorfológicos da bacia, de medições planimétricas e lineares, entre outros. Segundo Vilela e Matos (1975), esses índices fornecem a possibilidade de se conhecer a variação no espaço dos elementos do regime hidrológico.

A seguir serão tratadas as características de drenagem da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito. Mais diante serão abordadas as características geomorfológicas da área.

4.1 Características da drenagem

A drenagem fluvial é composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem, definida como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial. A quantidade de água que atinge os cursos fluviais está na dependência da área ocupada pela bacia, da precipitação total e do seu regime, e das perdas devidas a evapotranspiração e à filtração (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Desta maneira, conforme Christofletti (1981), todos os acontecimentos que ocorrem na bacia de drenagem repercutem, direta ou indiretamente, nos rios. As condições climáticas, a cobertura vegetal, a litologia são fatores que controlam a morfogênese das vertentes e, por sua vez, o tipo de carga detrítica a ser fornecida aos rios.

Os rios são como artérias dos ecossistemas, nas quais compõem a sua bacia hidrográfica. Por conseguinte, na atualidade, as decisões de administração e o manejo dos cursos d'água, são dependentes de intrincadas interações entre os processos históricos naturais, e o uso do solo. Os efeitos da expansão industrial, o crescimento e consumo das populações humanas têm gerado uma carga de materiais que muitas vezes são dispersas em seus cursos, que alteram as características de seu escoamento, quantidade de água, distribuição dos sedimentos e a vida aquática (SCHWARZBOLD, 2000).

Para a caracterização da drenagem da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito serão tratados os índices de densidade, padrão e área de drenagem, além da hierarquia fluvial, sinuosidade do canal principal, extensão média do escoamento e forma da bacia hidrográfica, conforme abaixo.

4.1.1 Área de Drenagem

A área de drenagem de uma bacia é uma área plana (projeção horizontal) inclusa entre seus divisores topográficos; elemento básico para o cálculo das outras características físicas é determinada por planimetria em mapas com escala razoavelmente grande e expressa em Km² ou hectares (VILELA e MATOS, 1975).

A bacia hidrográfica do ribeirão Palmito engloba uma área de 352,2 Km².

4.1.2 Densidade de drenagem

A densidade de drenagem é a relação entre o comprimento total dos cursos d'água, efêmeros ou intermitentes, e a área da bacia. O índice é um bom indicativo do “grau de desenvolvimento” de um sistema de drenagem e fornece uma boa indicação da sua eficiência. As ocorrências dos fenômenos naturais como comportamento hidrológico das

rochas está intensamente ligado à configuração da rede de drenagem, conseqüentemente, à densidade da rede de drenagem.

A obtenção do índice da densidade da drenagem é importante nas análises de bacias hidrográficas, porque esse dado mostra que à medida que o índice numérico de densidade aumenta, ocorre uma diminuição do tamanho dos afluentes das bacias de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1980). Essa equação é dada da seguinte fórmula:

$$Dd = \frac{L_t}{A}$$

onde, Dd é a Densidade da drenagem, L_t é o Comprimento total dos canais e A é a Área da bacia.

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito, com um comprimento total dos cursos d'água igual a 148 km, têm a densidade de drenagem de 0,42 km de cursos d'água por km² de área, pelo qual pode se afirmar se tratar de uma bacia com densidade de drenagem baixa.

Para a bacia do ribeirão Palmito, quando comparado a outras bacias, a baixa densidade de drenagem pode ser explicado pela permeabilidade alta das rochas sedimentares de granulometria grosseira da Formação Santo Anastácio e Adamantina e dos solos arenosos provenientes da mesma, além do relevo aplainado que promove a predominância do processo de infiltração, em detrimento ao escoamento superficial na bacia.

Na bacia hidrográfica estudada, a vegetação natural, característica dos domínios de cerrados, assim com o clima tropical semi-úmido predominante na região, estão ligados aos baixos índices de densidade de drenagem, uma vez que, a água mantida ou retirada do sistema fluvial da bacia, tanto por meio dos canais de escoamento, como através do processo de infiltração, condiciona a cobertura vegetal da área e o regime climático.

4.1.3 Extensão média do escoamento superficial

Propõe Vilela e Matos (1975) que, a extensão média do escoamento superficial¹² é a distância média que a água da chuva teria que escoar sobre os terrenos de uma bacia, caso o escoamento se desse em linha reta desde onde a chuva caiu até o ponto mais próximo no leito de um curso d'água qualquer da bacia.

A bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito apresenta um índice de extensão média do escoamento superficial de 0,595 km, demonstrando que a água que escoar superficialmente percorre uma área relativamente grande até chegar ao canal fluvial principal ou algum de seus tributários. O índice de extensão média do escoamento superficial relativamente alto está relacionado à baixa densidade de drenagem e conseqüentemente as características físicas da bacia, como geologia, relevo e solos.

4.1.4 Hierarquia fluvial

A hierarquia fluvial consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água (ou da área drenada que ele pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual ele se encontra. Isso é realizado com a função de facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos (análise linear, areal e hipsométrica) sobre as bacias hidrográficas (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Horton apud Christofolletti (1980), foi o precursor no desenvolvimento dos critérios mais precisos para a ordenação dos cursos d'água, para ele os canais que não possuem tributários são considerados de 1ª ordem, os canais de 2ª ordem só recebem tributários de 1ª ordem, os de 3ª ordem recebem tributário de 1ª e 2ª ordem consecutivamente.

Para Strahler, os cursos d'água menores, que não possuem tributários e que se estendem da nascente até sua confluência, são considerados os canais de 1ª ordem, os de 2ª ordem surgem da imbricação de dois canais de 1ª ordem, só recebem de 1ª ordem, os canais de 3ª ordem surgem do encontro de dois canais de 2ª ordem, este por sua vez pode receber afluentes de 1ª e 2ª ordens, assim sucessivamente.

¹² O índice é expresso pela equação que indica que a extensão do escoamento superficial é igual a um quarto do recíproco da densidade de drenagem.

A proposta de Strahler extinguiu o conceito, na qual, o rio principal tenha que possuir o mesmo número de ordem em todo seu trecho. É necessário refazer a classificação a cada confluência, conforme se pode observar no modelo esquemático da Figura 4.1.

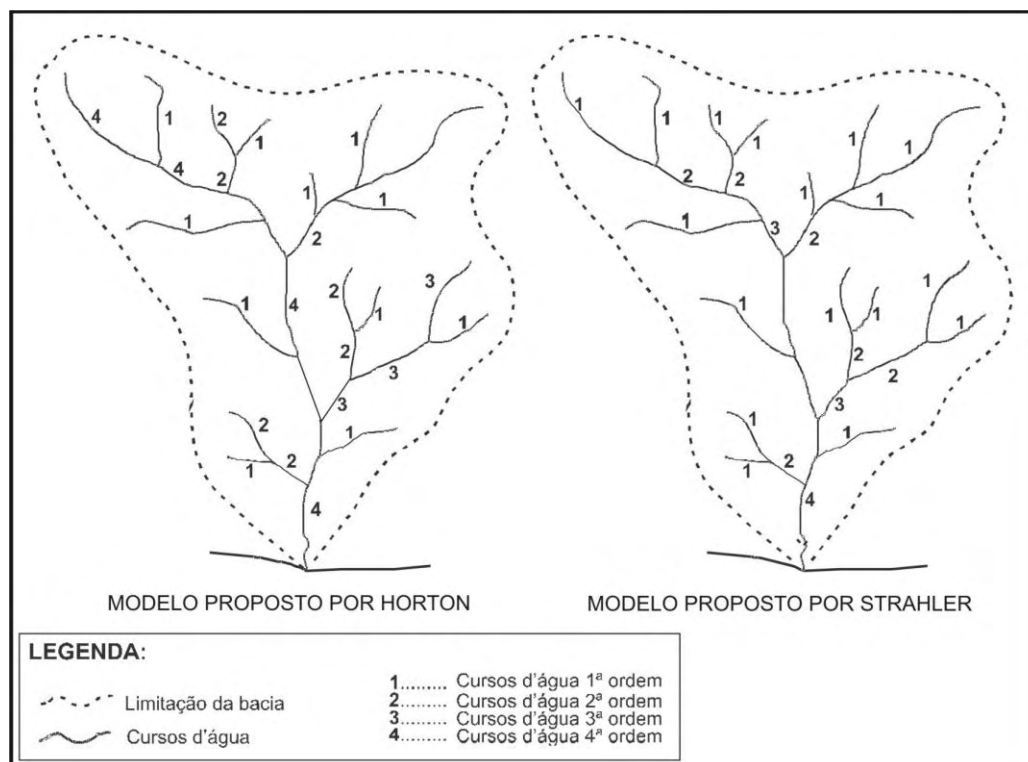


Figura 4.1 Proposta de hierarquia fluvial de Horton e Strahler.
Fonte: Christofletti, 1980.

De forma generalizada, a hierarquia fluvial mostra a velocidade com que a água que precipita na bacia deixa o sistema de drenagem, constituída pelo canal principal e seus afluentes. Observa-se uma relação direta entre a entrada de água na bacia e a ordem da desembocadura do curso d'água principal. Quanto mais alta a hierarquia fluvial, maior será o tempo necessário para que a água deixe o sistema da bacia.

Assim, a ordenação fluvial do curso d'água reforça o papel hidrológico de uma bacia hidrográfica, que é o de transformar uma entrada de volume concentrada no tempo (input) em uma saída de água (output).

O ribeirão Palmito é um canal de 3ª ordem (Figura 4.2) o que, por meio de comparação com outras bacias, denota uma ordenação fluvial baixa.

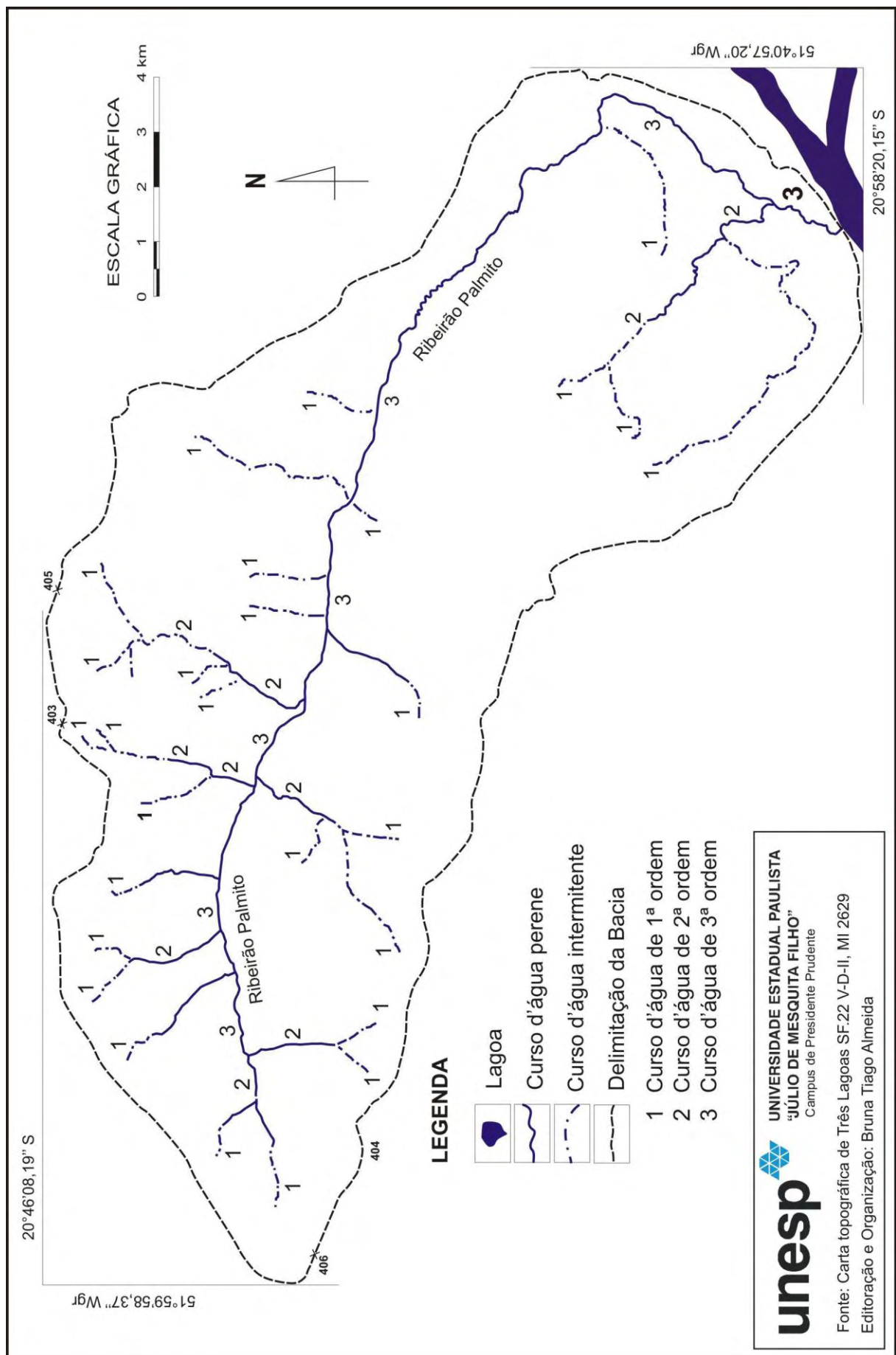


Figura 4.2 Sistema de drenagem e ordenação fluvial do Ribeirão Palmito – Três Lagoas (MS).

A hierarquia fluvial do ribeirão Palmito indica que o tempo necessário para que a água deixe o sistema da bacia é baixo, quando comparado a bacias com maior ordem do curso d'água principal. Este fator indica também que a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito pode ser entendida como uma microbacia no sentido de que, apesar de uma área relativamente abrangente, há uma baixa densidade de drenagem.

De modo geral, na região de Três Lagoas, as bacias hidrográficas apresentam uma hierarquia baixa, devido às características geológicas e geomorfológicas do município. Segundo Christofolletti (1980), considerando que a natureza, sob condições geográficas e climáticas similares, a descarga e outras características hidrológicas dependem, em grande parte, do número de canais existentes na área.

Destaca-se ainda que os dados referentes às características da drenagem são extremamente importantes para a execução de zoneamento e planejamento ambiental da área, uma vez que a apropriação das vertentes e a determinação das áreas de proteção está relacionada a quantidade e extensão dos cursos d'água.

4.1.5 Padrão de drenagem

De acordo com Christofolletti (1980), os padrões de drenagem referem-se ao arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região.

Os principais padrões de drenagem observados na natureza são os seguintes: drenagem dendrítica, drenagem em treliça, drenagem retangular, drenagem paralela, drenagem radial e drenagem anelar (Figura 4.3).

A bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito apresenta um padrão de drenagem retangular, uma vez que apresenta alterações retangulares no curso dos canais. Conforme Christofolletti (1980), o padrão de drenagem retangular é caracterizado pelo aspecto ortogonal devido a bruscas alterações retangulares no curso das correntes fluviais, tanto nas principais como nas tributárias, assim, essa configuração é consequência da influência exercida pelas falhas ou pelo sistema de juntas ou de diáclases, e em determinadas ocasiões, a presença desse padrão está relacionada à composição diferente das camadas horizontais ou homoclinais.

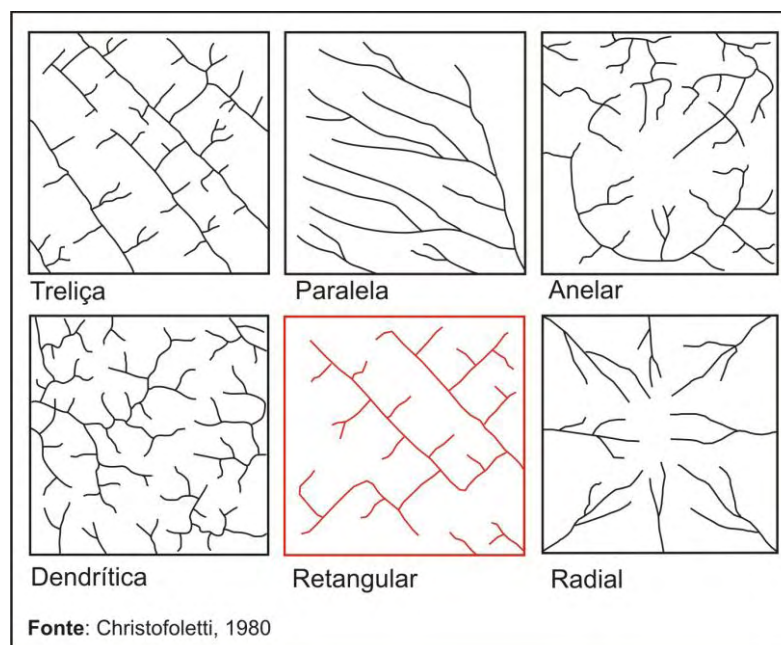


Figura 4.3 Principais padrões de drenagem.

As alterações retangulares no curso d'água principal e nos secundários da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito podem ser observadas na Figura 4.2 e estão relacionadas as rochas de cisalhamento basáltico da Formação Serra Geral, encontradas na calha de rios no município de Três Lagoas, manifestando uma adaptação da drenagem as linhas de fraturamento. Assim, o vale do ribeirão encontra-se encaixado no jazimento de derrames de lavas basálticas, intercaladas com os arenitos das formações geológicas mais recentes.

Nota-se, além do padrão de drenagem retangular, o direcionamento NO-SE do ribeirão Palmito, conforme observado nas unidades de relevo inserida na região geomorfológica dos Divisores Tabulares dos Rios Verde e Pardo.

4.1.6 Sinuosidade do canal principal

A sinuosidade dos cursos d'água é expressa pela relação entre o comprimento do rio principal e o comprimento de um talvegue e é um fator que controla a velocidade do escoamento na bacia.

O índice de sinuosidade varia de 1 a 4 e deve se levar em consideração o fato de que o índice de sinuosidade ignora o tamanho das curvas fluviais, se grande ou pequenas, numerosas ou não e os índices calculados para o rio em seu conjunto, não

revelam a variação da sinuosidade nos diferentes trechos do curso d'água (CHRISTOFOLETTI, 1981).

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito possui um curso d'água principal com comprimento igual a 44 Km e o talvegue de 31,6 Km, logo o índice de sinuosidade é igual a 1,39, o que demonstra que existe baixa sinuosidade no canal.

Na bacia estudada, a sinuosidade do curso d'água está diretamente relacionada as características geomorfológicas e aos aspectos geológicos da área. O índice de sinuosidade influencia o processo transporte e deposição de partículas no curso d'água e planície fluvial e consequentemente a carga de partículas predominante no canal fluvial, assim como a velocidade da corrente.

4.1.7 Padrão do canal

O tipo de arranjo espacial que o leito apresenta ao longo do rio é de extrema importância para o conhecimento das características morfológicas de um sistema. Para Christofolletti (1981), os tipos de canais representam mecanismos de ajustagem entre as variáveis implicadas neste sistema geomorfológico, constituindo respostas que se somam e se entrosam com as relacionadas à seção transversal e o perfil longitudinal dos cursos d'água.

Cada tipo de canal possui maneiras diferentes de afetar a resistência do fluxo, e o relacionamento acentuado entre a quantidade e características da carga sedimentar disponível e a quantidade e variabilidade do débito, de um lado e a tipologia dos canais, de outro (Tabela 4.1). Para Christofolletti (1981), o padrão meandrante é utilizado para designar o tipo de rio que exhibe um canal único, descreve curvas sinuosas, harmoniosas e semelhantes entre si, transportando predominantemente carga em suspensão ou mista. Quanto aos rios entrelaçados Miall (1985) destaca que apresentam dois ou mais canais com barras entre eles, instáveis, apresentam alta relação largura/profundidade, alta declividade e geralmente baixa sinuosidade.

A morfologia dos rios retilíneos é descrita através da existência de um canal único, com índices de sinuosidade próximo de 1,0 ($< 1,5$). Esses canais transportam comumente carga em suspensão, mista ou ainda de fundo, apresentando formação de barras laterais de canal. Segundo Rocha (2002) rios retilíneos são pouco comuns, assim como pouco conhecidos os depósitos correlatos a seu padrão.

Já os rios anastomosados apresentam um padrão de drenagem com canais múltiplos com ilhas largas, coesas, estáveis e vegetadas. O canal fluvial apresenta ainda alta sinuosidade (em torno de 2,0) e transporta predominantemente carga suspensa. Miall (1985) destaca que o modelo dos canais anastomosados é representado por barras arenosas relativas aos canais e depósitos de transbordamento com raras barras laterais e mais freqüente depósito de rompimento de diques. Na figura 4.4 observa-se os 4 tipos de padrão de drenagem.

Conforme a classificação de Shumm (1977), com base nos valores do índice de sinuosidade, que para o Ribeirão Palmito é próximo de 1,3, o canal é classificado como “transicional”. Nesses canais nota-se a formação de barras laterais e carga predominantemente arenosa fina a média, além das características planície de inundação que induzem a interpretação de uma possível evolução para um padrão meandrante.

Tabela 4.1 Classificação dos tipos de canais fluviais e suas principais características.

Tipo	Morfologia	Sinuosidade	Tipo de carga	Carga de fundo (%)	L/P	Padrão erosivo	Padrão deposicional
Meandrante	Canal único	>1,3	Suspensa ou mista	<11	>40	Incisão no canal; migração lateral	Formação de barra em pontal
Entrelaçado	Dois ou mais, com barras e peq. Ilhas	<1,3	Carga de fundo	>11	<40	Migração lateral	Agradação do canal; formação de barras
Retilíneo	Canal único com <i>riffles</i> e <i>pools</i> ; talvegue meandrante	<1,5	Suspensa, mista ou de fundo	<11	<40	Menor migração do canal e incisão	Formação de barras laterais de canal
Anastomo-Sado	Dois ou mais canais, com ilhas largas e estáveis	>2,0	Carga suspensa	<3	<10	Lenta migração de meandros	Lenta acreção das margens

Adaptada por Miall (1977).
Fonte: Rocha (2002).

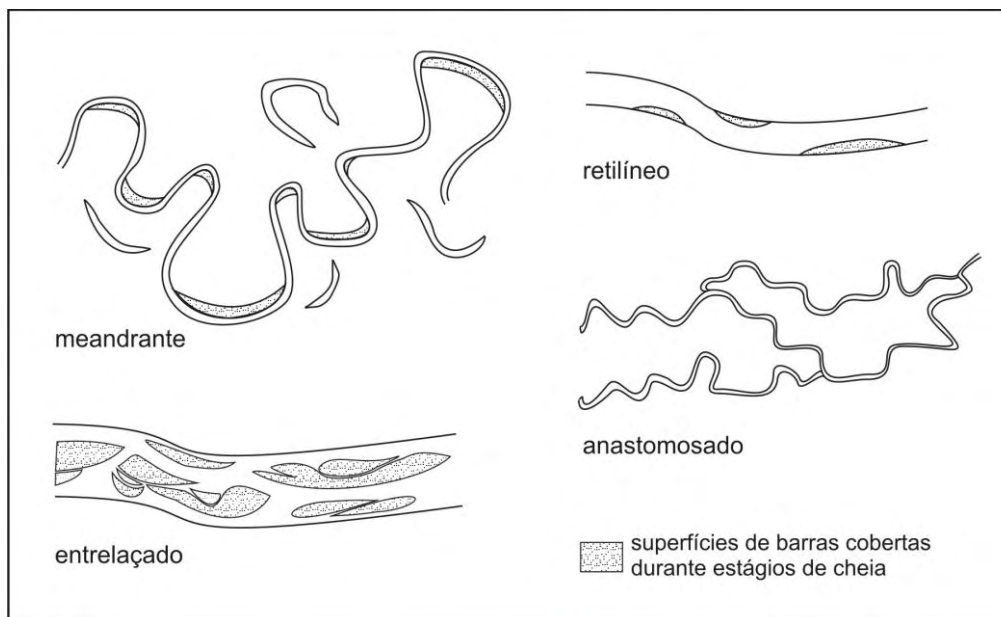


Figura 4.4 Principais padrões de drenagem – forma em planta, conforme por Miall (1977).
Fonte: Rocha (2002).

Neste contexto, distingue-se que a planície de inundação é composta por variados depósitos de canal e de transbordamento, sua morfologia pode depender da sedimentação e erosão. Assim, a migração lateral do canal do rio envolve tanto a retirada de material de depósitos existentes quanto à deposição de novos materiais, levando a manutenção das características da planície de inundação adjacente ao canal de acordo com as propriedades deste (ROCHA, 2002).

Portanto, de acordo com a classificação dos tipos de canais fluviais, o ribeirão Palmito apresenta características típicas de canais meandrantos como a incisão e migração lateral do canal e a formação de barras (*point bar*). Pode-se notar o processo de escavação na margem côncava (banco de solapamento), onde a velocidade do curso d'água é maior; e de deposição na margem convexa, onde a velocidade das correntes diminui.

Na bacia hidrográfica estudada, como na maioria dos rios, os meandros são mais freqüentes no baixo curso fluvial, uma vez que a região é uma área de deposição de sedimentos, de relevo aplainado. No capítulo 7, que trata da dinâmica hidrossedimentológica do ribeirão palmito, os processos relacionados à erosão e sedimentação fluvial serão discutidos mais a fundo, levando em consideração tanto o padrão de drenagem quanto as características batimétricas do canal fluvial.

4.1.8 Forma da bacia

Conforme estudos já realizados, observa-se que as bacias hidrográficas geralmente apresentam a forma de uma “pêra” ou de um “leque”, porém, dependendo da estrutura geológica do terreno, algumas apresentam formatos variados.

Para a identificação da forma da bacia, conforme o método de Lee & Salle apud Christofolletti (1980), independente da escala é traçada uma figura geométrica sobre a área da bacia estudada (círculo, retângulo e triângulo) que tenha condição de cobrir de maneira mais efetiva a referida bacia, como mostra a figura abaixo.

Essas características são importantes para a identificação da forma superficial da bacia ao relacioná-la com formas geométricas conhecidas, indicando, através de comparação com outras redes hidrográficas, o tempo necessário para que a entrada (*input*) que ocorre nos limites da bacia chegue até o ponto de saída.

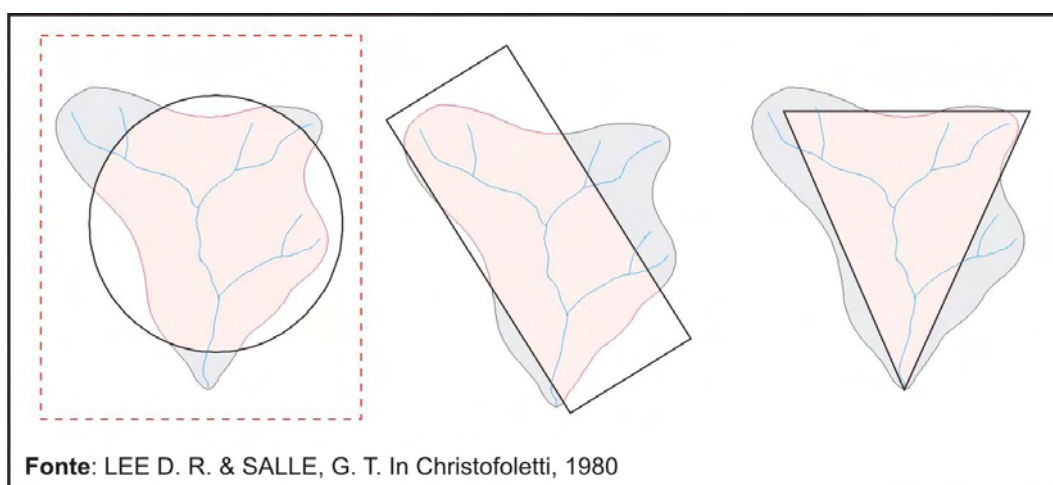


Figura 4.5 Formas das bacias hidrográficas.

Em consideração à área da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, tem-se que a mesma possui forma retangular, visto que esta é a forma que melhor compreende a área da mesma. As bacias hidrográficas com formato retangular são menos sujeitas à episódios de inundação que bacias com outros formatos, uma vez que a contribuição dos tributários atinge o curso d'água principal em vários pontos ao longo do rio, diminuindo, portanto, o tempo de concentração da águas que entra no sistema de drenagem.

Desta forma, as bacias retangulares afastam-se da condição da bacia circular, na qual a concentração de todo deflúvio da bacia se dá num só ponto ao mesmo tempo. Além disso, numa bacia estreita e longa há menos possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda a extensão. (VILELA e MATOS, 1975).

No entanto, devem-se levar em consideração outros diversos fatores para se estimar o tempo necessário para que as precipitações que ocorrem no interior da bacia cheguem até a desembocadura do rio principal, fatores esses como permeabilidade dos solos e das rochas, extensão do escoamento superficial, vegetação, entre outros.

Existem ainda outros métodos para se delimitar a forma de uma bacia hidrográfica, como o coeficiente de compacidade (que relaciona a bacia com um círculo) e o fator de forma, através do qual a bacia é superficialmente comparada a um retângulo.

De acordo com Vilela e Matos (1975) o coeficiente de compacidade ou índice de Gravelius – K_C – é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade, assim, um coeficiente mínimo próximo de 1,0 corresponderia a uma bacia circular, com maior tendência para enchentes, sem levar em consideração a influência de os outros fatores.

O coeficiente de compacidade é dado pela fórmula:

$$K_C = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}},$$

onde, K_C é Coeficiente de Compacidade, P é Perímetro da Bacia e A é o Área da Bacia (km^2).

A bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, com área igual a 352,2 km^2 , como dito anteriormente, e perímetro igual a 93 km, apresenta um coeficiente de compacidade igual a 1,387, o que demonstra que, conforme visto, a bacia é pouco sujeita a inundações, uma vez que o tempo de concentração da água na bacia é baixo quando comparado a bacias com outros formatos.

O fator de forma, que, como explícito anteriormente, relaciona a bacia hidrográfica com um retângulo, constitui outro índice indicativo de possibilidade da ocorrência de enchentes, quanto maior o índice, mais sujeita à inundação será a bacia, de acordo com o seu tamanho. Para o cálculo do fator de forma, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$Kf = \frac{A}{L^2},$$

onde, Kf é o Fator de Forma da Bacia, A é a Área da Bacia e L^2 é o Comprimento do Rio Principal.

A bacia hidrográfica do ribeirão Palmito apresenta o índice 0,182, o que indica mais uma vez que a mesma é pouco sujeita a episódios de inundação, quando não se leva em consideração a influência de os outros fatores.

Após a caracterização da drenagem, no próximo tópico serão analisadas as características de relevo da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

4.2 Características Geomorfológicas da bacia

O relevo de uma bacia hidrográfica tem grande influência sobre os fatores meteorológicos e hidrológicos, pois a velocidade do escoamento superficial é determinada pela declividade do terreno, enquanto a temperatura, a precipitação, a evaporação, etc. são funções de altitude da bacia. É de grande importância, portanto, a determinação de curvas características do relevo de uma bacia hidrográfica (VILELA e MATOS, 1975).

As características de geomorfológicas de uma bacia hidrográfica são dinâmicas e, de acordo com Oliveira e Brito:

[...] podem ser caracterizadas por uma série de índices morfométricos, obtidos a partir da análise topográfica, que fornecem informações indispensáveis para a caracterização do relevo. Os índices morfométricos mais comumente utilizados para a descrição do relevo são: a altitude, a amplitude, o comprimento de rampa e a declividade. Entretanto, ainda são utilizados outros índices, tais como densidade de drenagem, relação de bifurcação de canais, gradiente de canais, etc (OLIVEIRA E BRITO, 1998).

Na área englobada pela a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito observa-se os seguintes compartimentos geomorfológicos: segmento plano, segmentos das colinas convexo-côncavas (longas e curtas) e superfície sub-horizontal (Figura 4.6).

Deste modo, conforme as informações extraídas do Atlas Multireferencial da SEPLAN e das demais bases cartográficas, além das observações e medições feitas em campo, os complexos de relevo observados no município de Três Lagoas são todos encontrados na bacia estudada onde, de maneira geral, nota-se a predominância dos interflúvios e vertentes suaves, que assumem maior ou menor extensão de acordo com substrato rochoso.

A bacia apresenta bordas ou limites aplainados, configurando estreitos divisores tabulares que se adaptam a cabeceira dos afluentes. Além disso, devido aos processos de deposição numa região bastante desgastada pelas sucessivas fases erosivas, as planícies fluviais do ribeirão Palmito apresentam-se bastante aplainadas, sendo mais largas na região do terraço do rio Paraná e mais estreitas no segmento de colinas convexo-côncavas.

Na região do segmento de colinas longas, localizada na montante da bacia, abrangendo a maior parte de suas terras, nota-se a presença rampas pouco expressivas responsáveis pelo setor côncavo mais pronunciado e pelo aspecto mais alongado. Já o complexo de colinas convexo-côncavas curtas, onde as rupturas de declive são maiores, abrange uma pequena área da bacia, próximo das cabeceiras de drenagem. De acordo com Oliveira e Brito (1998), uma superfície apresenta um perfil convexo, quando a é curvatura positiva, com ângulos que aumentam positivamente para baixo. Côncavo, quando o perfil apresenta curvatura negativa, com ângulos decrescentes para baixo. A ruptura de declive é positiva quando há aumento de declividade no perfil da encosta. Ao contrario a ruptura é negativa.

Conforme visto, a superfície sub-horizontal é um relevo de transição entre o domínio de colinas e o segmento plano. Na bacia do ribeirão Palmito a superfície sub-horizontal constitui uma extensa rampa, configurando um degrau, que serve de limite para a influência das cheias do rio Paraná, assim como em todo o município de Três Lagoas, sendo possível averiguar, apesar da fraca declividade, a influência da superfície no regime das águas do ribeirão Palmito e das áreas na jusante da bacia, através da formação de lagoas.

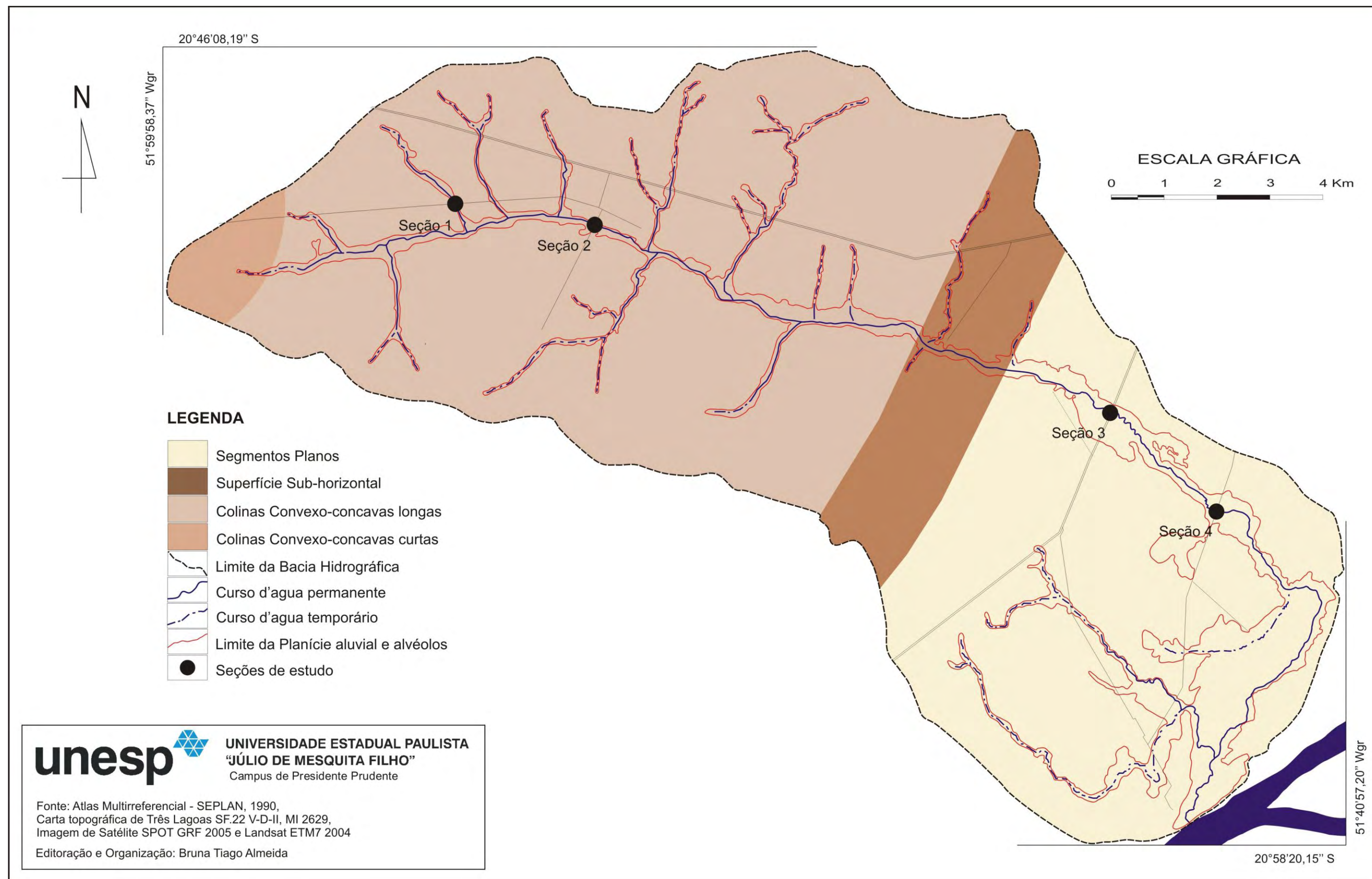


Figura 4.6 Mapa Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito – Três Lagoas (MS).

Um perfil retilíneo quando tem seus ângulos de declividade aproximadamente constantes (OLIVEIRA e BRITO, 1998). O compartimento geomorfológico denominado segmento plano limita-se com a calha do Rio Paraná. O terraço e a planície fluvial deste último proporcionam nas áreas à jusante da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, um relevo pouco declivoso, praticamente nulo, onde identifica-se um grande número de lagoas e diques aluviais.

As características do relevo, tais como declividade e comprimento de rampa podem ampliar ou diminuir a velocidade do escoamento. Quanto à função da hipsometria, Christofolletti esclarece que:

[...] está em estudar as inter-relações que ocorrem sob determinada porção do espaço, referindo a sua classificação em relação às diversas hierarquias altimétricas, proporcionando a indicação e a proporção dimensionada por determinada área da superfície terrestre, utilizando-se das variações altimétricas que são determinadas a partir de uma isoípsa base (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Conforme visto a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito localiza-se na região dos Divisores Tabulares dos Rios Verde e Pardo, onde, sem ruptura de declive, atinge-se altitude de 250 m na confluência do ribeirão com o rio Paraná.

De acordo com o Mapa Hipsométrico (Figura 4.7), na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito as cotas hipsométricas variam 240 m a 420 m. A altitude refere-se à altura do relevo em relação ao nível do mar, sendo indicada diretamente nas cartas topográficas. No Ribeirão Palmito, a altitude máxima é de 414 m, a altitude mínima é de 250 m e a altitude média é de 332 m. Esses índices influenciam diretamente nas condições climáticas da bacia, através dos ventos e da temperatura, que por sua vez exerce papel sobre a cobertura vegetal da área. Destarte, naturalmente na região, a predominância de espécies do cerrado está diretamente ligada à altitude da bacia em relação ao nível do mar, além de outros fatores.

A amplitude trata da altura de feição do relevo, ou seja, a diferença de altitude entre o topo da saliência e o fundo da reentrância contígua, que é obtida pela diferença entre a cota do topo e a cota do fundo do vale (OLIVEIRA e BRITO, 1998). Na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito a amplitude é de 164 m. A amplitude do relevo é um dos fatores que influencia o volume total de erosão que ocorre numa encosta através da declividade do terreno, que exerce papel sobre o tamanho e na quantidade do material a ser transportado.

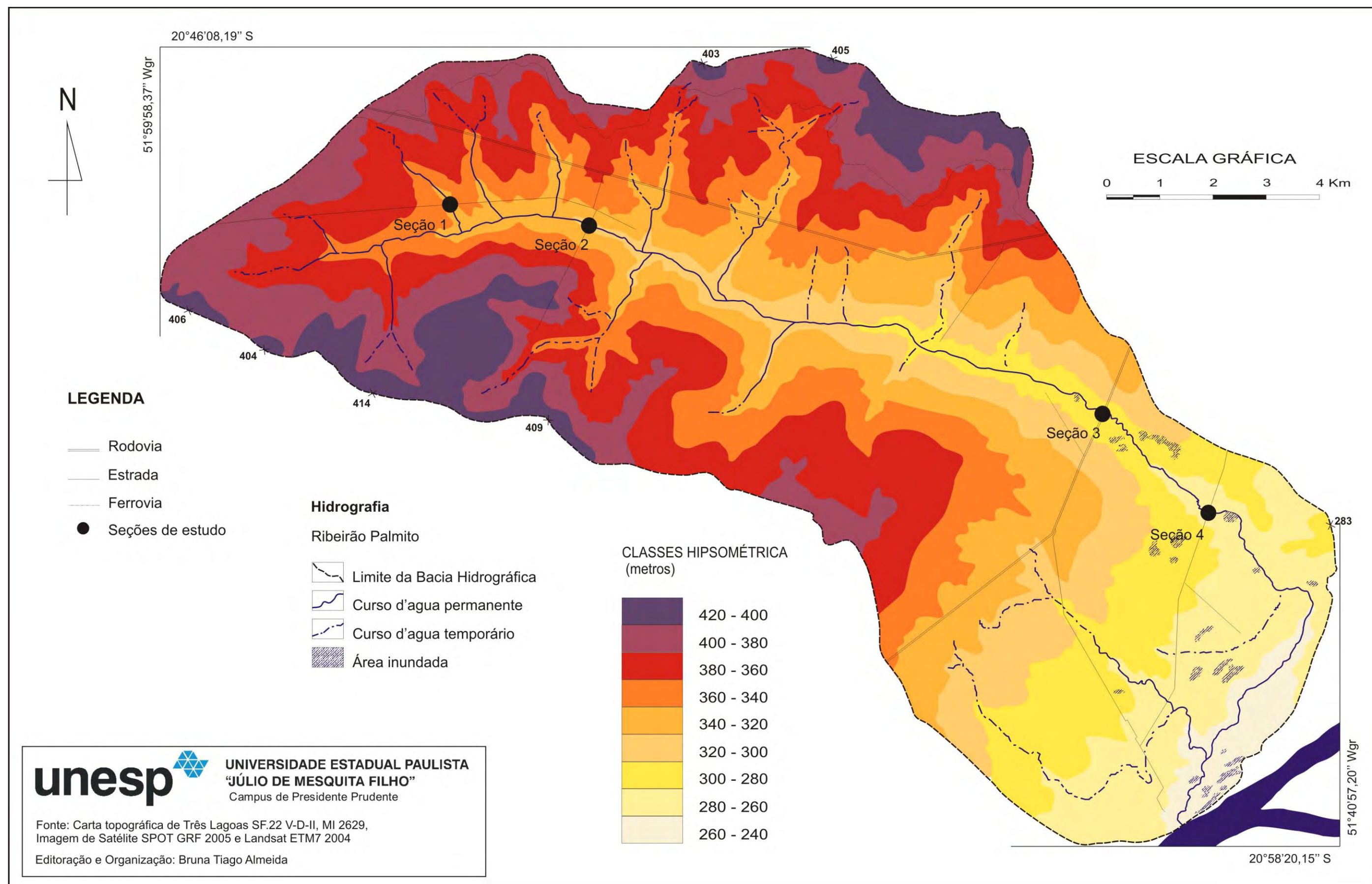


Figura 4.7 Carta hipsométrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito – Três Lagoas (MS).

A distância entre a linha do divisor de águas e a linha do canal, traçada perpendicularmente a forma, é denominada comprimento de rampa, que na bacia hidrográfica é de 550 m. Esse fator influencia no aumento do volume das águas, estando relacionado à erosão que ocorre numa encosta.

As altitudes exercem grande influência nos fatores hidrológicos, através da entrada e saída de água da bacia. Através dos índices hipsométricos, conclui-se que na bacia hidrográfica estudada a altitude e amplitude do relevo proporcionam um equilíbrio entre o material não inerente ao sistema de drenagem (precipitação) e *output* da bacia. Conquanto, conforme visto, a bacia é pouco sujeita aos episódios de inundação.

A determinação do Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito proporciona ainda, através das características de declividade do terreno, o entendimento das condições de fluxo do canal fluvial, que serão discutidas mais adiante.

4.2.1 Vertentes

As superfícies geométricas da vertente correspondem a menor fração taxômica do relevo, tem dimensões que variam de dezenas de metros até alguns quilômetros quadrados e representam superfícies geometricamente homogêneas, que podem ser caracterizadas por sua constituição rochosa, pelo tipo de processo atuante, pelo tipo de cobertura detrítica ou, ainda, por sua idade (OLIVEIRA e BRITO, 1998).

Para corroborar, Christofolletti define a vertente como:

[...] superfície inclinada, não horizontal, sem apresentar qualquer conotação genética ou locacional. As vertentes podem ser subaéreas ou submarinas, podendo resultar da influência de qualquer processo, e, nesse sentido amplo, abrangendo todos os elementos componentes da superfície terrestre, sendo formada pela ampla variedade de condições internas e externas. As vertentes endogenéticas são aqueles que devem sua existência aos processos que se originam no interior da terra (orogenia, epirogênese, vulcanismo), porque cada um desses processos modifica a posição altimétrica e orientação das vertentes preexistentes, podendo também produzir vertentes inteiramente novas. As vertentes exogenéticas são aquelas que resultam da ação dos processos que tem origem na superfície terrestre, ou próximo dela, sendo controlada pelos fatores externos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Em relação à dinâmica das vertentes, o autor supracitado ressalta que, a vertente estende-se do interflúvio ao canal fluvial e apresenta a superfície topográfica como

limite superior e a superfície rochosa inalterada como limite inferior. Assim compreendida, a sua dinâmica pode ser estudada na perspectiva dos sistemas abertos (Figura 4.8), recebendo e perdendo tanto matéria como energia. As fontes primárias de matéria são a precipitação, a rocha subjacente e a vegetação, enquanto as fontes originais de energia são constituídas pela gravidade e pela radiação solar. Os vários processos que se verificam na vertente (escoamento, meteorização, movimentos de regolito, infiltração, eluviação e outros) fazem com que haja o fluxo de matéria e energia através do sistema, que acaba sendo transferido para o sistema fluvial.

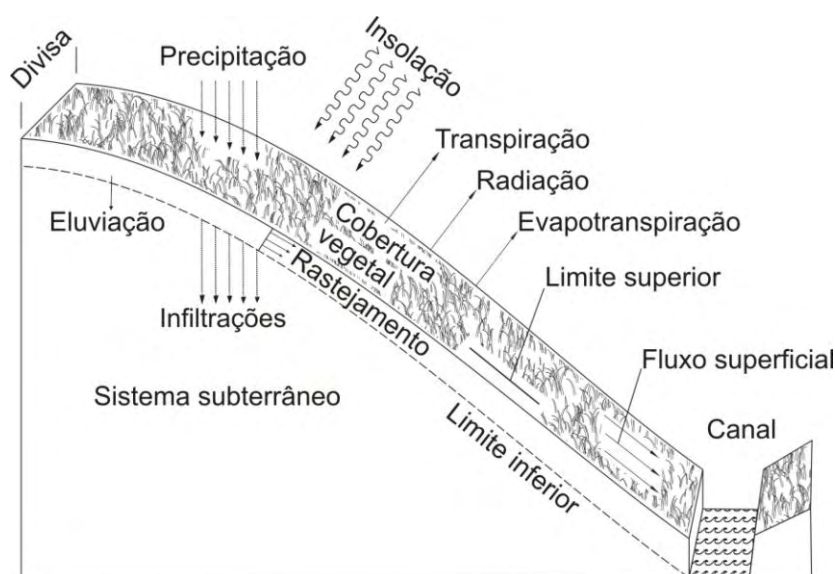


Figura 4.8 A dinâmica da vertente considerada como sistema aberto.
Fonte: Christofolletti, 1980.

As vertentes são vulneráveis aos processos dinâmicos que ocorrem na natureza e aqueles provocados pela ação antrópica, o que concerne à preocupação com quantidade e a qualidade dos recursos existentes. É nas vertentes que o processo de erosão é instaurado com o aumento do escoamento superficial, acarretando consequências extremas aos canais fluviais. É importante promover a infiltração da água nas vertentes e concentrar a água o máximo de tempo possível na bacia hidrográfica.

Foram traçados para a bacia hidrográfica dois perfis topográficos transversais, um no trecho montante e outro à jusante (Figura 4.9). Os perfis foram extraídos da carta topográfica de acordo com as retas A' e B'.

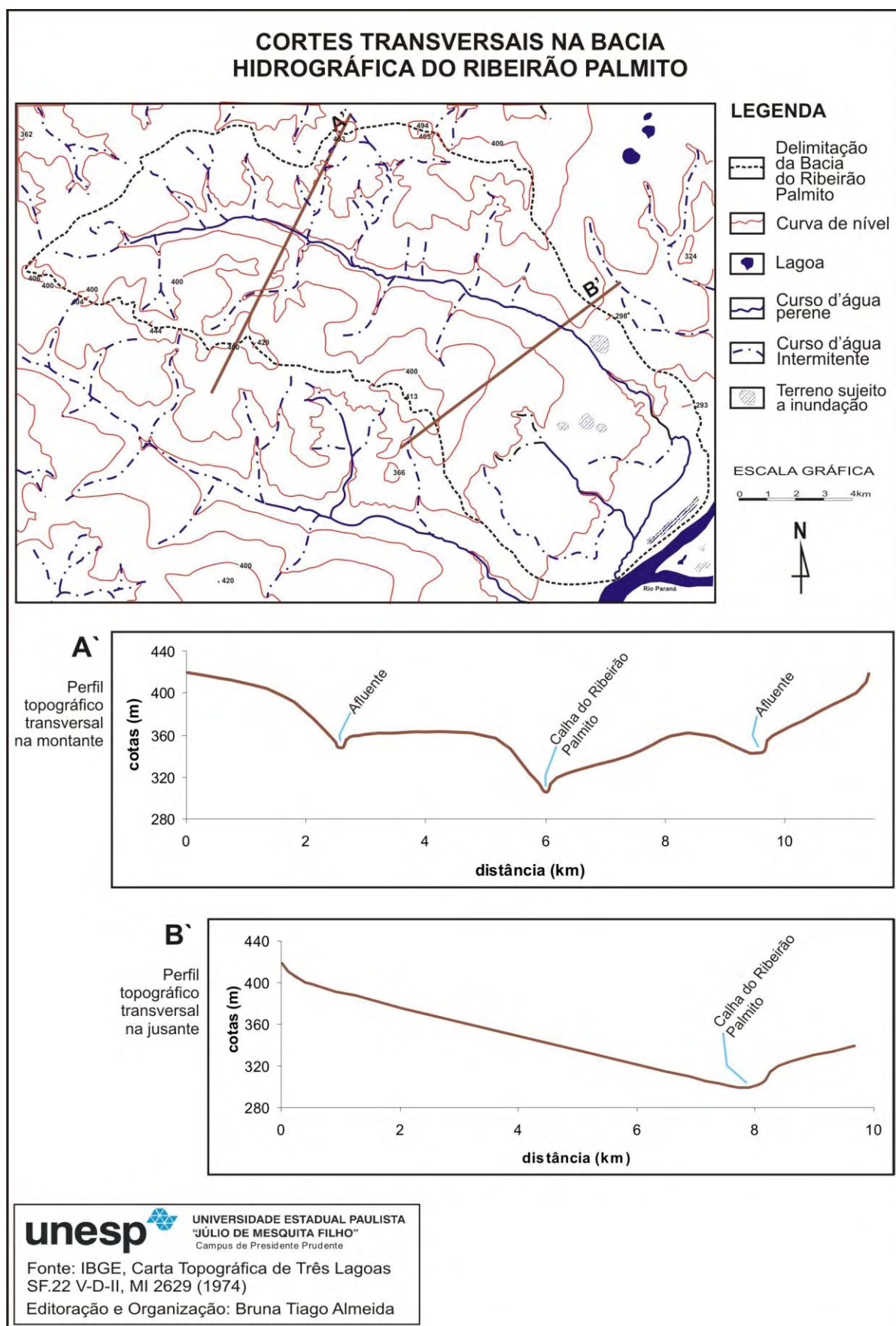


Figura 4.9 Perfil topográfico transversal da bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito à montante.

Os perfis não permitem uma análise geomorfológica mais abrangente. Apesar de não poderem ser observados os topos aplainados, devido à eqüidistância das curvas de nível da carta utilizada, na bacia as bordas apresentam-se como extensos divisores tabulares.

No perfil topográfico A' foi traçado no compartimento geomorfológico das colinas convexo-côncavas longas, onde o corte ilustra a presença de rampas que encontram-se bastante desgastadas. Todavia a ruptura de declive nesta região da bacia é bastante expressiva quando comparadas com as áreas à jusante. No corte transversal B' nota-se a diminuição do comprimento de rampa e dos angulos de declividade, sendo este último praticamente nulo.

Quanto à planície fluvial do ribeirão Palmito, nota-se através do perfil que as mesmas são mais largas na jusante da bacia, embora o relevo dissecado nas calhas dos canais fluviais na montante, conforme demonstra o corte transversal A' não possa ser observado. Tal fato deve-se a escala das bases cartográficas da região.

De modo geral, os perfis topográficos transversais da bacia hidrográfica e os índices morfométricos das vertentes – altitude, amplitude e a distância entre a linha do divisor de águas e a linha do canal – indicam um relevo plano. Nos cortes observa-se a incisão do talvegue do Ribeirão Palmito e seus afluentes à montante e a diminuição gradativa das cotas e da amplitude do relevo em direção a jusante.

4.2.2 Curva hipsométrica

Para Vilela e Matos (1975), a precipitação, as perdas de água por evaporação e transpiração e o deflúvio médio são extremamente influenciados pela variação de altitude e a elevação média de uma bacia. Grandes variações de altitude numa bacia acarretam diferenças de precipitação anual, diferenças de temperatura e conseqüentemente variações de evapotranspiração.

A curva hipsométrica é o resultado do cálculo das diversas áreas existentes entre cada divisão altimétrica, pois, alocando-se os valores obtidos em um gráfico, em que, as coordenadas estão indicadas; as altitudes em metros, e as abscissas A (área em km²), obter-se-á, uma curva, cuja função é de traduzir de que forma o volume rochoso localizado abaixo da superfície topográfica que está disseminado da base até o cume (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Na Tabela 4.2 estão explícitos os índices utilizados para o cálculo da curva hipsométrica da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito (Figura 4.10). A curva representa o relevo médio hipsométrico, sendo o estudo da variação da elevação dos vários terrenos da bacia com referência ao nível médio do mar.

Tabela 4.2 Índices para o cálculo da curva hipsométrica da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

1	2	3	4	5	6	7
Cotas (mm)	Ponto médio (m)	Área (km ²)	Área acumulada (km ²)	%	% acumulada	Coluna 2 x Coluna 3
440-400	420	20,9	20,9	5,94	5,94	8778,0
400-360	380	112,1	133,0	31,83	37,77	42598,0
360-320	340	97,5	230,5	27,68	65,45	33150,0
320-280	300	83,6	314,1	23,73	89,18	25080,0
280-240	260	38,1	352,2	10,82	100,00	9906,0
		352,2		100,00		119512,0

Bacia: Ribeirão Palmito – MS

Mapa: IBGE

Área de drenagem: 352,2 km²

Escala: 1:100.000

Curva hipsométrica

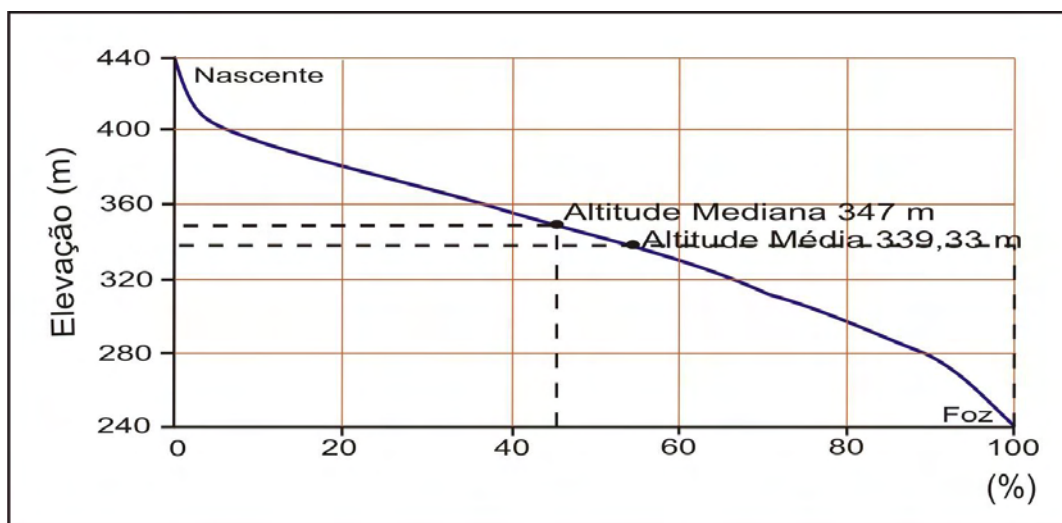


Figura 4.10 Curva hipsométrica da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

Conforme nota-se no gráfico da curva hipsométrica da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, a elevação média da bacia é de 339,33 m e a elevação mediana de 347m.

Quanto às formas representadas pela curva hipsométrica no ribeirão Palmito conclui-se que, a concavidade no terço superior e a convexidade no terço inferior são fortes indicadoras de relevo decorrente de acúmulo de sedimentos transportados por rios de cabeceira ou, ainda, de superfície geomorfológica antiga, baseado nas interpretações de Rossi e Pfeifer (1998).

No próximo capítulo, serão caracterizados os aspectos referentes à susceptibilidade erosiva dos solos da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito e a intensidade e sazonalidade das chuvas na região. Essas características são importantes para o entendimento do processo erosivo nas vertentes, enquanto ao uso e ocupação do solo na bacia, e da dinâmica dos sedimentos no canal fluvial.

5 SUSCEPTIBILIDADE EROSIVA DOS SOLOS E AS CHUVAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PALMITO

Na área onde está inserida a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito, a topografia razoavelmente plana tem levado os agricultores a retirar a vegetação nativa e ocupar as terras para agropecuária e reflorestamento, sem levar em consideração a fragilidade de grande parte dos solos existentes na região.

Objetivando-se a compreensão dos aspectos da paisagem e a compreensão das conseqüências do processo de ocupação desordenada, tratado mais adiante, neste capítulo serão analisados os elementos referentes à susceptibilidade erosiva dos solos e a intensidade/sazonalidade das precipitações na bacia, que influenciam também os processos morfodinâmicos, responsáveis pelo transporte de partículas e modelagem do relevo.

As taxas de erosão são controladas pelas características das chuvas e pela susceptibilidade erosiva dos solos, aferida por suas propriedades, natureza da cobertura vegetal e características de suas encostas. A cobertura vegetal, por exemplo, reduz as taxas de erosão do solo através de sua densidade, da possibilidade de reduzir a energia cinética das chuvas, através da interceptação de suas copas, e de formar húmus, importante para a estabilidade e teor de agregados dos solos (CUNHA e GUERRA, 1999).

Em relação à susceptibilidade erosiva dos solos, as propriedades físicas, principalmente estrutura, textura, permeabilidade e densidade, assim como as características químicas e biológicas influenciam o processo de perda das terras. Suas condições físicas e químicas, ao conferir maior ou menor resistência à ação das águas, caracterizam o comportamento de cada solo exposto a condições semelhantes de topografia, chuva e cobertura vegetal. A profundidade do solo e as características do subsolo também contribuem para a capacidade de armazenamento da água.

Um solo arenoso, com espaços porosos grandes, durante uma chuva de pouca intensidade, pode absorver toda água, não havendo, portanto nenhum dano de grandes proporções. Entretanto, como possui baixa proporção de partículas argilosas que atuam como uma ligação de partículas grandes, pequena quantidade de enxurrada que escorre na sua superfície pode arrastar grande quantidade de solo. Já no solo argiloso, com espaços porosos bem menores, a penetração da água é reduzida, escorrendo mais na superfície; entretanto, a força de coesão das partículas é maior, o que faz aumentar a resistência à erosão.

O processo erosivo tem abrangência em quase toda superfície terrestre, em especial nas áreas com clima tropical, onde os totais pluviométricos são bem mais elevados que em outras regiões do planeta. Além disso, em muitas dessas áreas, as chuvas concentram-se em certas estações do ano, o que agrava ainda mais a erosão. O processo tende a se acelerar, a medida que mais terras são desmatadas para a exploração de madeira e/ou para produção agrícola, um vez que os solos ficam desprotegidos da cobertura vegetal e, conseqüentemente, as chuvas incidem diretamente sobre a superfície do terreno (GUERRA, 1999).

Conquanto, em relação aos fatores climáticos, o aspecto que tem mais influência sobre as perdas de solo é a intensidade das chuvas. Dados obtidos de trabalhos revelam que uma chuva de aproximadamente 8 mm em algumas horas produz uma perda de terras cem vezes maior que uma de 1 mm.

Destarte, dados de chuva em totais ou médias mensais e anuais pouco significam para quantificar e qualificar o processo erosivo, uma vez que, em duas regiões, quando todos os outros fatores são mantidos constantes, pode cair num ano à mesma quantidade de precipitação e apresentar taxas erosivas bastantes distintas. Por exemplo, num local pode ter ocorrido vários episódios de precipitação com intensidade reduzida e em outro, duas a três chuvas pesadas que contribuam com intensas perdas de solo.

Outro fator climático que é determinante para as perdas de solos por erosão é a freqüência das chuvas, pois se os intervalos entre elas são curtos, o teor de umidade do solo é alto, e assim as enxurradas são mais volumosas, mesmo com chuvas de menor intensidade. Tucci (2004) propõe ainda que, a disponibilidade de precipitação numa bacia durante o ano é o fator determinante para quantificar, entre outros, a necessidade de irrigação de culturas de abastecimento de água doméstico e industrial. A determinação da intensidade da precipitação é importante para o controle da inundação e a erosão do solo.

Quanto ao escoamento e a formação de enxurradas, a água da precipitação concentra-se nos leitos fluviais depois de se escoar superficialmente e subterraneamente pelos terrenos da bacia e é conduzida em direção a desembocadura, carregando consigo partículas de solo poluentes tanto para o rio quanto para as planícies. A velocidade de escoamento de um rio depende da declividade dos canais fluviais, além da enxurrada. Assim com a maior declividade, maior será a velocidade de escoamento e bem mais pronunciados e estreitos serão os hidrogramas de enchentes (VILELA e MATOS, 1975).

5.1 Susceptibilidade erosiva dos solos da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito

Conforme Freire *et al.* (1992) a susceptibilidade erosiva dos solos é definida de acordo com a quantidade de material que é removido por unidade de área, quando os demais fatores determinantes da erosão são mantidos sob condições-padrão.

Conforme abordado nos capítulos anteriores, na bacia estudada os principais solos encontrados são os Latossolos, os Argissolos e uma associação complexa de solos hidromórficos. Serão discutidas a seguir as características físico-químicas desses solos que influenciam o processo erosivo para um melhor entendimento das características hidrossedimentológicas do Ribeirão Palmito, discutidas mais adiante capítulo.

Quanto aos Latossolos são encontrados em áreas de vegetação de cerrados e florestas (densa, aberta e mista com palmeiras), em relevo que varia de plano a fortemente ondulado.

São solos que apresentam horizonte B latossólico (Bw), caracterizado por avançada estágio de intemperização, formação de argila de baixa atividade; capacidade de troca catiônica baixa, cores vivas (brunadas, amareladas e avermelhadas), boa agregação, estrutura comumente granular, e com pouca ou nenhuma acumulação de argila iluvial (translocada de horizonte mais superficial). São solos profundos, ácidos e fortemente ácidos (com exceção dos eutróficos, que são muito raros), bastante porosos e permeáveis, de textura que varia de média a muito argilosa, e com predomínio de argilominerais do grupo 1:1 (caulinítico-gibbsíticos), quartzo e outros minerais altamente resistentes a intemperização (GUERRA e BOTELHO, 2001).

Referente aos Latossolos (L), Oliveira destaca:

[...] conforme a classificação da EMBRAPA são solos constituídos por material mineral, apresentando B latossólico (Bw) imediatamente abaixo de qualquer horizonte A. A argila predominante é do tipo caulinítica (óxidos de ferro) o que resulta na cor predominantemente vermelha. A transição entre os horizontes é gradual ou difusa, sendo possível identificar como destaque o horizonte A, mais escuro, devido à presença da matéria orgânica. A textura é bem uniforme ao longo do perfil (OLIVEIRA,1999).

Na região de Três Lagoas, e consequentemente da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, os latossolos se diferenciam dos demais devido aos teores de óxido de ferro (Fe_2O_3) entre 9 e 18%. Esse solo, originário de sedimentos terciários ou de rochas pré-cambrianas, pode apresentar textura média a muito argilosa, com caráter distrófico ou álicos sem concreção ou concrecionário de menor proporção (CARVALHO e POSDESTÁ FILHO in TEIXEIRA, 2001).

Para Cattanio (s.d.) a grande atividade biológica nas regiões onde são encontrados os latossolos no município, áreas onde se desenvolvem os cerrados típicos e que encontram-se hoje cobertas pelas pastagens artificiais e por espécies típicas de reflorestamento, consome toda matéria orgânica e impede a incorporação da mesma ao solo, mantendo o baixo coeficiente de matéria orgânica e a cor avermelhada.

Os Latossolos apresentam reduzida susceptibilidade à erosão, devido à boa permeabilidade e drenabilidade e a baixa relação textural B/A (Vieira, 1988). Sobre susceptibilidade erosiva e de fertilidade OLIVEIRA *et al.* (1992) destaca ainda que, apresenta-se sob a forma de terra solta, possuem alta capacidade de infiltração e permeabilidade, revelando certa resistência às erosões, mas de modo geral, apresentam problemas no que se refere à fertilidade.

Desta forma, os Latossolos são bastante resistentes aos agentes erosivos. Quanto a erodibilidade dos Latossolos Nunes (2002) destaca que geralmente apresentam valores médios mais baixos (0,016) e que variam conforme a textura, estrutura e porosidade desses solos.

Em Três Lagoas, de acordo com a compartimentação do relevo, nas áreas cobertas pelos Latossolos (L) observa-se a predominância do complexo das colinas convexo-côncavas longas e dos interflúvios alongados, suavemente convexos no topo e côncavos na base. Os processos de intemperismo químico produziram um espesso manto de solo vermelho – o Latossolo Vermelho, primordialmente sobre o substrato arenítico da Formação Santo Anastácio.

É importante lembrar ainda que, na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito os Latossolos, mais precisamente o Latossolo Vermelho, encontram-se nas terras à montante (Figura 5.1), nas áreas de relevo de colinas convexo-côncavas, onde estão localizadas as seções transversais 1 e 2 de estudo.

Segundo Cattanio (s.d.) a grande atividade biológica nas regiões onde são encontrados os latossolos no município, áreas onde se desenvolvem os cerrados típicos e que encontram-se hoje cobertas pelas pastagens artificiais e por espécies típicas de reflorestamento, consome toda matéria orgânica e impede a incorporação da mesma ao solo, mantendo o baixo coeficiente de matéria orgânica e a cor avermelhada.



Figura 5.1 Perfil de Latossolo Vermelho nas áreas à montante da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

Fonte: Arquivo pessoal (2005).

Quanto aos Argissolos, encontrados à jusante na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito, em segmentos planos do relevo, de acordo com Guerra e Botelho (2001), são solos com horizonte B textural (Bt) caracterizado por acumulação de argila, por iluviação, translocação lateral interna ou formação no próprio horizonte.

Em geral, apresenta diferenças significativas no teor de argila entre o horizonte A e B (relação textural mais alta do que os latossolos), passando de um horizonte superficial mais arenoso, para um horizonte subsuperficial mais argiloso. Tal fato pode representar um obstáculo à infiltração de água ao longo do perfil, diminuindo sua permeabilidade e favorecendo o escoamento superficial e subsuperficial na zona de contato entre os diferentes materiais.

Com referência ao grau de erodibilidade Argissolos ou Podzólicos, Nunes (2002) esclarece que:

[...] no trabalho Erodibilidade de alguns solos do Oeste do Estado de São Paulo, elaborado por Freire, O. *et al.* (1992), os autores, utilizando-se do método indireto¹³, relataram que os Podzólicos são solos muitos sujeitos à erosão, apresentando valores de erodibilidade do horizonte superficial em torno de 0,051. É importante destacar-se que a erodibilidade dos Podzólicos

¹³ Conforme Freire *et al.* (1992) o método indireto baseia-se na avaliação do fator erodibilidade por meio de equações que contém variáveis que representam parâmetros de solo ajustados, por meio de análise de regressão, com valores da erodibilidade determinados diretamente.

ou Argissolos variará conforme o gradiente textural entre os horizontes A e B, além da sua posição em uma topossequência e drenagem interna dos perfis (NUNES, 2002).

Desse modo, os Argissolos, apesar de suas características de agregação e boa estruturação (horizonte Bt em blocos angulares ou subangulares), apresentam certa susceptibilidade aos processos erosivos, que serão tão mais intensos quanto maiores forem as discontinuidades texturais e extruturais ao longo do perfil (GUERRA e BOTELHO, 2001).

O Argissolo Vermelho-Amarelo, encontrado nas áreas próximo a seção 3 da bacia (Figura 5.2) é um dos solos mais encontrados no território nacional. Conforme Guerra e Botelho (*op cit*) esses solos estão distribuídos pelo Brasil com certa ordenação, pois os eutróficos estão normalmente associados a material e/ou a um clima mais seco, como aqueles derivados do arenito Bauru em São Paulo, ou sob o clima subúmido no centro-oeste e meio-norte.



Figura 5.2 Perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo nas áreas à jusante na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

Fonte: Arquivo pessoal (2006).

Já os solos hidromórficos, segundo Macedo (1994), ocorrem em áreas deprimidas de várzeas, sendo que o lençol freático está quase sempre próximo à superfície. Possuem uma grande quantidade de matéria orgânica, com horizontes gleizados (Figura 5.3), podendo ocorrer também mosqueados, com coloração amarelada ou avermelhada.



Figura 5.3 Horizonte gleizado (acinzentado) em solos hidromórficos nas margens do ribeirão Palmito. Fonte: Arquivo pessoal (2006).

Neste sentido, Oliveira (1999) esclarece que, os Hidromórficos são solos associados a relevos de várzea, nos quais ocorre constante encharcamento de água no solo. São mal drenados, ocasionando acúmulo de matéria orgânica e/ou processo de gleização, que consiste na redução do óxido de ferro durante o seu desenvolvimento.

São pouco desenvolvidos, rasos, com textura predominantemente argilosa. Apesar de terem baixa susceptibilidade à erosão, aqueles que ocorrem próximos ao rio deveriam ser preservados pela mata ciliar, para que os sedimentos transportados das encostas pelo escoamento superficial não provoquem o assoreamento dos rios (GUERRA e BOTELHO, 2001). Quanto ao grau de erodibilidade, apresenta valores médios, onde $K = 0,35-0,25$.

Na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito os hidromórficos estão relacionados a solos de associação complexa, em áreas de segmento plano na bacia hidrográfica, mais precisamente nas terras do terraço aluvial do Rio Paraná, onde os materiais estão relacionados à antiga planície de inundação abandonada.

São encontrados também nas planícies de inundação do ribeirão Palmito, tanto em áreas de nascente quanto em áreas à jusante, onde a existência desses solos está associada ao contato superficial do perfil de solo com o freático (Figura 5.4).



Figura 5.4 Solos hidromórficos encontrados nas margens do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2006).

Na Figura 5.5 verifica-se a área de empréstimo da CESP – *Companhia Energética do Estado de São Paulo*. A área de empréstimo está arrolada a construção da Usina Hidrelétrica de Jupiá no Rio Paraná, de onde os solos hidromórficos foram retirados das margens da área do lago da Usina e depositados nos terraços aluviais localizado na bacia hidrográfica estudada.



Figura 5.5 Área de empréstimo da CESP – Usina de Jupia nas terras à jusante na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

Fonte: Arquivo pessoal (2007).

5.2 Variabilidade termopluviométrica na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito

Em áreas tropicais as chuvas assumem tanto o papel de destaque na compreensão do clima, em escalas regionais, como podem ser consideradas como o principal elemento de análise na organização e no planejamento territorial e ambiental, em função do elevado grau de interferência, impacto e repercussão no tempo e no espaço (SANT'ANNA NETO e ZAVATINI, 2000).

Da precipitação média anual de 1000 mm, sobre a superfície terrestre, calcula-se que somente 20% atingem o mar através do fluxo pelos rios. Outra noção importante é que o volume de água escoada em determinado canal varia no decorrer do tempo em função de inúmeros fatores, tais como regime de precipitação, condições de infiltração, drenagem subterrânea e outros. Essa variação do nível das águas fluviais no decorrer do ano corresponde ao *regime fluvial*, e o volume de água, medido em metros cúbicos por segundo, é o *débito*, *vazão* ou *módulo fluvial* (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Conforme abordado anteriormente, a sazonalidade das precipitações é o fator mais importante para o entendimento do processo erosivo nas vertentes e da dinâmica dos sedimentos no canal fluvial. Conforme Ayoade (2003), a precipitação tende a ser mais

sazonal em suas incidências nos trópicos, em comparação com as áreas extratropicais. A precipitação pluvial de savana é amplamente convectiva e ocorre no verão.

Desta maneira, a análise da sazonalidade e a intensidade das chuvas num curto espaço de tempo são de extrema significância para estudos realizados na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito. Para uma análise mais precisa das características pluviométricas da área, serão discutidos a seguir dados pluviométricos do Posto Pluviométrico do Barra do Moeda (*International Paper do Brasil Ltda*) e da Estação Meteorológica da Usina de Jupiá (*Companhia Energética do Estado de São Paulo - CESP*), ambas localizadas nas proximidades da bacia hidrográfica.

Serão considerados os períodos de campanhas para a coleta de amostras de sedimentos no Ribeirão Palmito, uma vez que, as chuvas influenciam diretamente as características fluviométricas e conseqüentemente os dados hidrossedimentológicos obtidos para o canal fluvial, discutidos no próximo capítulo.

Na Figura 5.6 estão plotados os dados de precipitação mensal para a bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito no período de coleta de amostras. É importante lembrar que, as campanhas para a coleta de dados foram realizadas sazonalmente, a primeira no dia 16 de dezembro de 2005, a segunda em 03 de março de 2006, a terceira em 15 de junho de 2006, e a quarta campanha em 23 de setembro de 2006.

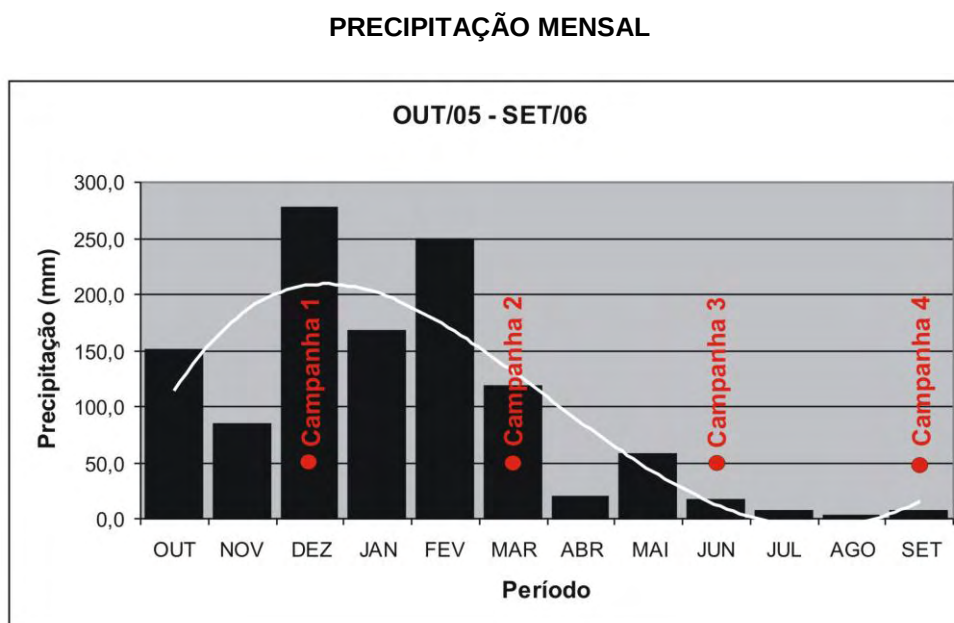


Figura 5.6 Precipitação mensal para a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito – Outubro/2005 – Setembro/2006.

Fonte: Posto Pluviométrico do Horto do Barra do Moeda – *Empresa International Paper do Brasil Ltda* – Três Lagoas (2005/2006).

Por meio dos índices de precipitação mensal do período de campanhas na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito nota-se que na região as chuvas concentram-se principalmente no período que vai de outubro de 2005 a março de 2006, ou seja, nos meses de verão, conforme a sua localização em áreas do domínio dos cerrados brasileiro.

Sobre a concentração das chuvas nos cerrados, Guerra e Botelho (2001) esclarecem que:

[...] essas chuvas, que se concentram em aproximadamente 6 meses, em especial durante o verão, caem, muitas vezes, de forma torrencial, com totais que chegam a atingir 150 mm em um único dia. Isso tem consequências sérias, especialmente quando coincide com solos que acabaram de ser arados e, portanto, se encontram desprotegidos de cobertura vegetal. Os impactos das gotas da chuva no solo serão sentidos com muito mais intensidade e os processos erosivos terão maior repercussão. Além disso, a mecanização, facilitada pelas superfícies razoavelmente planas, existentes nos chapadões, faz com que aumente a compactação dos solos, diminuindo a sua porosidade e conseqüentemente as taxas de infiltração. Com isso o escoamento superficial aumenta, em especial nas extremas encostas do planalto central (GUERRA e BOTELHO, 2001).

No período da campanha 1 a temperatura média do ar encontrava-se em torno de 30°C e a taxa de precipitação mensal chegou a 277,5 mm. Conforme os dados pluviométricos, a campanha ocorreu num mês de chuvas intensas que se iniciou em outubro.

Na campanha de março de 2006 os níveis de precipitação ainda eram intensos, a coleta de dados ocorreu após um grande período de chuvas. A temperatura média do ar estava em torno de 32°C e a taxa mensal de precipitação foi de 118,4.

No período de junho de 2006, quando se realizou a terceira campanha, o período de chuvas havia terminado, a temperatura média do ar encontrava-se mais baixas, em torno de 23°C, e a taxa precipitação mensal não passou de 16,8 mm.

A campanha 4, em setembro de 2006, ocorreu após um longo período de estiagem. A taxa de precipitação mensal foi de apenas 7,1 mm e a temperatura média do ar era de 29°C.

Na Figura 5.7 observa-se ainda a Interação entre os dados de precipitação mensal do Posto Pluviométrico do Horto do Barra do Moeda e da Estação Meteorológica da Usina de Jupia (CESP).

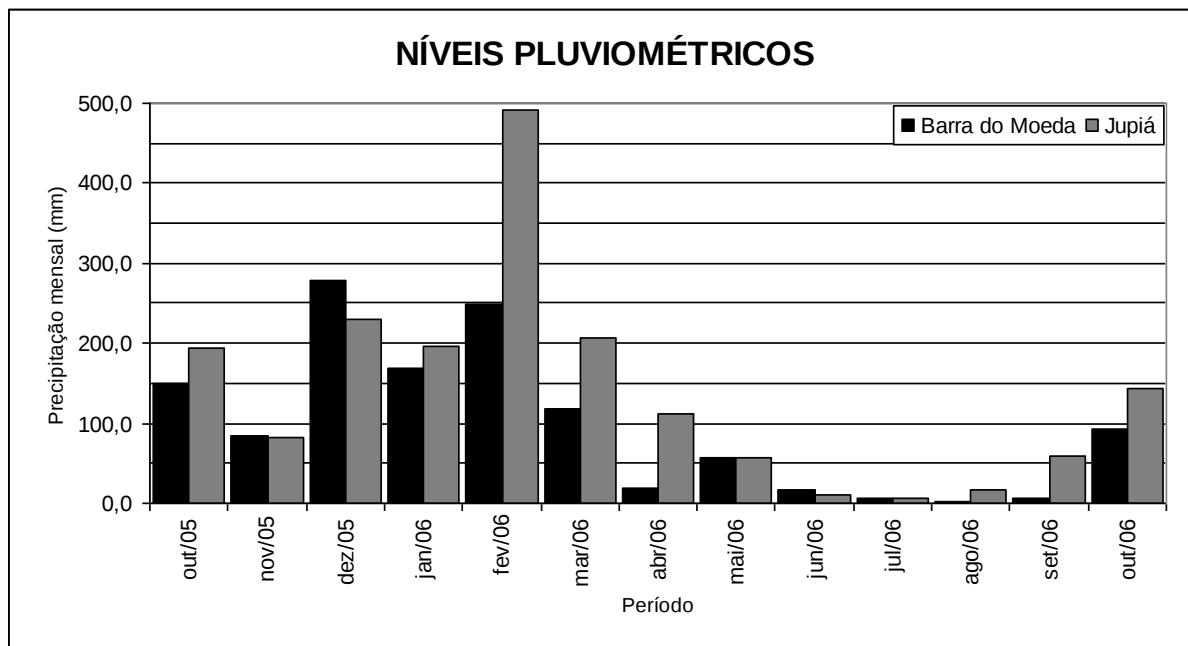


Figura 5.7 Interação entre os dados de precipitação mensal do Posto Pluviométrico do Horto do Barra do Moeda e da Estação Meteorológica da Usina de Jupia (CESP) – Outubro de 2005 – Setembro de 2006.

Fernandez *et al.* (2000) verificou, para a bacia hidrográfica do rio Paraná, na região da usina de Porto Primavera, uma precipitação média anual de 1.200 mm e uma temperatura média de 22°C.

Observa-se que a intensidade das chuvas foi maior nas proximidades da Estação de Jupia, a precipitação média anual foi de cerca de 1810 mm durante o período amostrado, enquanto no Posto Pluviométrico do Barra do Moeda, a quantidade de chuvas durante o ano foi de apenas 1250,7 mm.

Através do gráfico da figura 5.7 nota-se que nos meses de outubro e dezembro de 2005 e principalmente em fevereiro, março e abril de 2006 os volumes de chuvas mensais foram distintos para o Posto do Barra do Moeda e para a Estação de Jupia. O primeiro, localiza-se a jusante da bacia, nas proximidades da seção 3 de estudo. Já a Estação de Jupia encontra-se próximo a foz do Ribeirão Palmito. Deste modo, no período abordado, verifica-se uma relação direta entre os índices pluviométricos e a proximidade com o rio Paraná.

Por meio dos dados, podemos inferir para a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito a seguinte hipótese: em maior parte do ano, nas áreas à montante na bacia a taxa de precipitação média mensal é inferior às áreas mais próximas a foz. Assim, as taxas médias de precipitação mensal, e consequentemente anual, aumentam em direção a jusante da bacia.

Na Figura 5.8 estão plotados os dados de chuvas diárias para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito, de acordo com os dados do Posto Pluviométrico do Horto do Barra do Moeda.

Verifica-se que o período de chuvas começou em meados do mês de outubro de 2005 e se estendeu até o fim do mês de março de 2006, com exceção de alguns dias em início do mês de novembro e meados do mês de janeiro que foram bastante secos, no entanto, devidos às chuvas anteriores, esses dias sem chuva não apresentaram deficiência na disponibilidade hídrica.

Considerando-se então o volume de água do canal fluvial que é influenciado pela precipitação média ao longo dos meses anteriores. Tanto na campanha 1 quanto na campanha 2 nota-se um grande volume de chuvas nos meses anteriores.

Desta maneira, as campanhas 1 e 2 foram realizadas em meses de intensa precipitação, no entanto, em dias que não verifica-se um grande volume de chuva. No dia da primeira campanha a precipitação média diária foi de 0,5 mm e no dia em que se realizou a segunda campanha, 03 de março de 2006, a taxa média de precipitação diária foi de 0,6 mm.

PRECIPITAÇÃO DIÁRIA

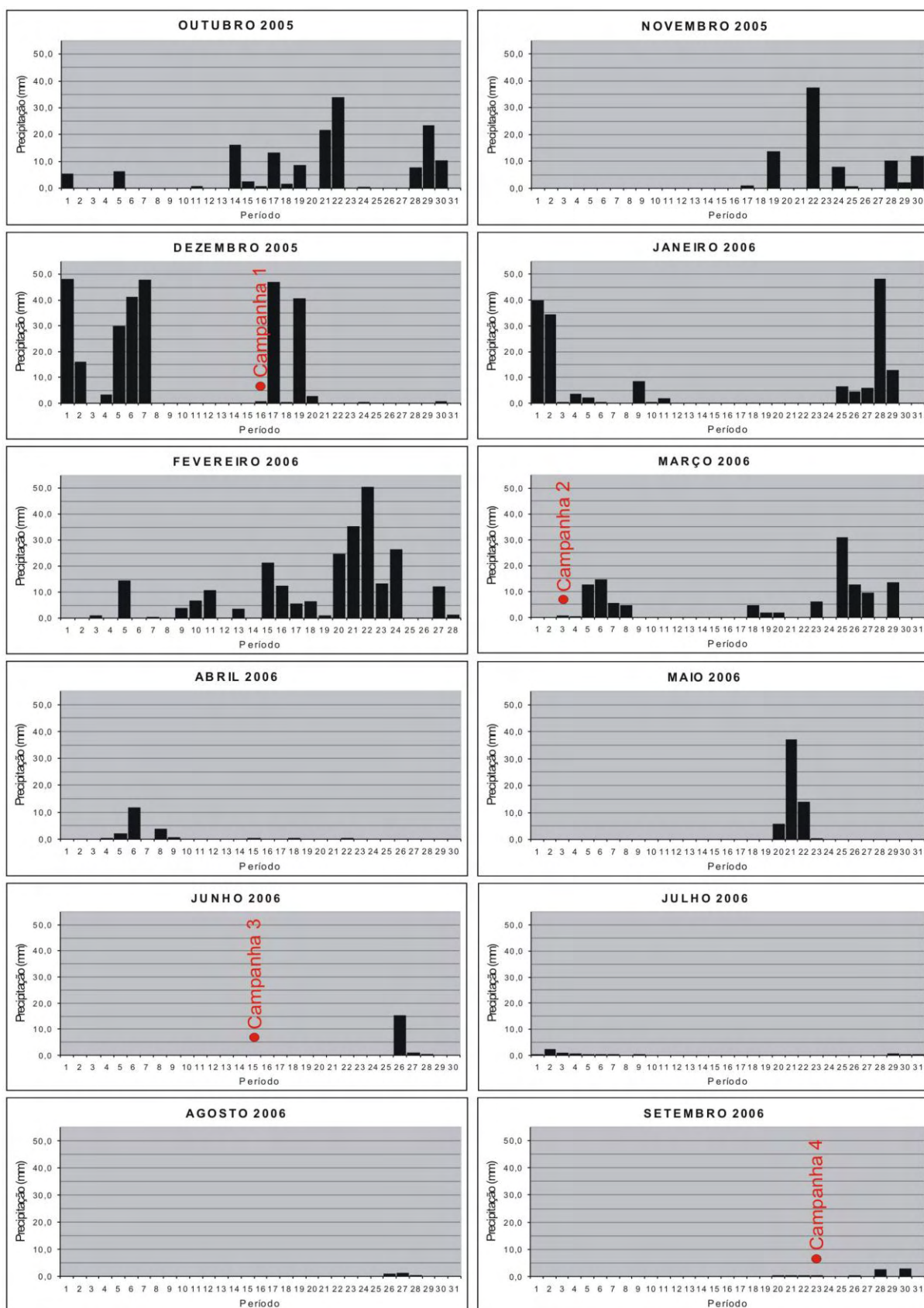


Figura 5.8 Precipitação diária para a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito – Outubro/2005 – Setembro/2006.

Fonte: Posto Pluviométrico do Horto do Barra do Moeda – Empresa International Paper do Brasil Ltda – Três Lagoas (2005/2006).

A precipitação nos dias das campanhas, mesmo que tenham ocorrido num curto espaço de tempo, não podem ser consideradas chuvas passíveis de causar erosão, a não ser que os solos estivessem totalmente expostos, principalmente nos depósitos de areia quartzarênicas a margem dos rios, passível de causar assoreamento devido a maior velocidade alcançada pelas águas vindas das partes mais altas.

Esses depósitos de areias estão relacionados à ação do fluxo dos canais fluviais que descrevem curvas (meandrantas). Esses canais exercem trabalho morfogenético tanto sobre as margens como sobre o fundo do leito em épocas de cheia, quando verifica-se o transbordamento do rio para a planície de inundação.

Os dias de estiagem se iniciam no mês de abril e se estendem até o mês de setembro. Desta maneira, as saídas de campo realizadas no período de março e junho de 2006, campanha 3 e 4 respectivamente, foram realizadas em época bastante seca, quando observa-se inclusive deficiência hídrica devido ao longo período sem eventos chuvosos.

No dia da quarta campanha a taxa média de precipitação diária foi de 0,4 mm, enquanto que no dia da terceira campanha não foi registrado eventos de precipitação.

Assim, compreendendo-se a dinâmica termopluviométrica poder-se-a prever e controlar as conseqüências da utilização dos solos da bacia e, conseqüentemente, as características hidrossedimentológicas dos canais fluviais e a sedimentação nas planícies de inundação.

Definidas então a importância do entendimento da dinâmica termopluviométrica, à seguir, serão discutidas as características da cobertura vegetal e parcelamento dos solos da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

6 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PALMITO

As diferentes formas de uso e ocupação das terras refletem o momento histórico, econômico e social de uma região, através das características da paisagem, no qual o relevo serve de suporte físico. Portanto, o relevo e seu modelado representam o fruto da dinamicidade entre os processos físicos e os agentes sociais atuantes, que ocorrem de modo contraditório e dialético a partir da análise integrada das relações processuais de uma escala de tempo geológica para a escala histórica ou humana (NUNES, 2002).

A ocupação desordenada dos solos em bacias hidrográficas, com rápidas mudanças decorrentes das políticas e dos incentivos governamentais, agrava seus desequilíbrios. Dentre as atividades que causam degradação podem ser citadas as práticas agrícolas, desmatamento, mineração, superpastoreio e urbanização. O mau uso da terra, desmatamento, mecanização intensa, monocultura, descalçamento e corte das encostas para a construção de casas, prédios e ruas são exemplos de atividades humanas que desestabilizam as encostas e promovem ravinas, voçorocas e movimentos de massas (CUNHA e GUERRA, 1999).

Segundo Almeida e Tertuliano (1999), em relação ao uso e ocupação das terras, constata-se que:

[...] como todo recurso natural o solo se esgota, sobretudo quando explorado exaustivamente e sem adoção de medidas ou tratamentos conservacionistas. O uso adequado pode não só preservar as condições naturais do solo, como também levá-lo a melhoramento, principalmente no qual diz respeito à manutenção ou enriquecimento dos teores de matéria orgânica, equilíbrio químico, drenagem e estabilidade diante dos fatores de intemperismo. Os solos são sempre sensíveis aos danos causados pelo uso antrópico e, além de suas funções edáficas, como a de armazenagem de lençóis auríferos e a capacidade de dissolução de compostos orgânicos, podem ser afetados pelo uso inadequado, causando perdas ao ambiente e ao próprio homem, posto que o solo, juntamente com a atmosfera e a água, constitui a base fundamental de sustentação da vida do planeta (ALMEIDA e TERTULIANO, 1999).

Durante os últimos anos, a paisagem da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito sofreu diversas transformações devido às distintas ações antrópicas que produziram diferentes unidades paisagísticas. Deste modo, deve-se obter um conhecimento adequado do uso e ocupação do solo e as consequências para o canal fluvial, pois, conforme visto anteriormente, os materiais facilmente erodidos em função dos solos frágeis e bastante espessos.

Neste capítulo serão tratados os aspectos referentes ao processo histórico de ocupação da área do município de Três Lagoas, além do parcelamento do solo e cobertura vegetal na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, realizados através de estudos detalhados do uso e ocupação do solo nas vertentes, em razão da possibilidade, através desses estudos, da execução de planejamento adequado para a utilização dos recursos das encostas.

Para a identificação de classes de uso do solo e a cobertura vegetal adotou-se a vegetação como componente de maior significância, é um método eficiente para se distinguir a evolução e a dinâmica da transformação da paisagem em uma determinada porção do espaço (OLIVEIRA, 2003).

6.1 História de ocupação da área do município de Três Lagoas

A ocupação do sul de Mato Grosso tem como ponto inicial a marcha do gado das terras de Minas Gerais para oeste, ou seja, as primeiras penetrações do gado em fins do século XVIII, iniciada pelos bandeirantes. Os chapadões da Vacaria, definidos a partir da conquista pastoril, passam a ser a região distribuidora dos rebanhos deslocados do estado de Minas Gerais.

Quanto aos povos indígenas que ocupavam as terras do sul do estado de Mato Grosso antes do povoamento branco iniciado pelos criadores de gado, destaca-se a existência de uma lacuna na historiografia brasileira. A região centro-oeste era povoada por várias tribos indígenas, prevalecendo entre as mais numerosas as pertencentes ao grupo lingüístico guarani.

A ocupação da região onde hoje se encontra o município de Três Lagoas, localizado no extremo leste do estado de Mato do Sul, ocorreu em 1.829, quando esses desbravadores iniciais, chefiados por Joaquim Francisco Lopes e enviados por João da Silva Machado e Barão de Antonieta, atingem as imediações do rio Paraná.

Conforme Silva (1992), os primeiros posseiros da região onde se constitui o município de Três Lagoas tiveram que enfrentar enormes dificuldades para se fixarem no território, tais como os indígenas que habitavam a região e doenças como, por exemplo, a malária.

Implantados que foram os primeiro feudos e fixados os marcos de posse, margeando os rios, os paulistas se juntaram aos desbravadores iniciais na exploração da pecuária, igualmente demarcando áreas extensas, de tal forma que logo pontilharam-se de grandes propriedades rio Pardo adentro, no rumo dos rios Vacaria e Brilhante. Todavia, em consequência da Guerra do Paraguai, os desbravadores da região foram despojados.

Foi após a Guerra do Paraguai que a região viveu um intenso processo de ocupação. Já em 1875, os sertanistas voltaram as suas terras, reunindo o restante dos rebanhos e novos povoadores ignorando, mais uma vez, qualquer presença indígena na região.

As faixas preferidas para uso agrícola eram as calhas aluviais onde existissem densas matas galeria. Dotadas de aluviões, ricas e designadas regionalmente por veredas, as várzeas alongadas e contínuas eram mais úmidas que as vertentes inclinadas, desta maneiras os largos interflúvios eram ocupados por uma pecuária extensiva.

Efetivou-se então a ocupação do território, com uma intensa utilização das terras para pecuária nas pastagens naturais existentes nas terras onde hoje se encontra o município de Três Lagoas, às margens dos Ribeirões Palmito (Figura 6.1), Moeda, Piaba, Pombo, Campo Triste e Bioso, onde os desbravadores foram gradativamente espalhando-se, constituindo propriedades na região, em geral de grande extensão.

No entanto, o povoamento branco no sul de Mato Grosso tem seu surto com a Companhia Mate Laranjeira e com a construção da Ferrovia Noroeste do Brasil (NOB). Os trilhos da NOB representam, então, a mais importante frente pioneira da região do município de Três Lagoas. À medida que as obras da ferrovia eram desenvolvidas, surgem os traçados urbanos:

[...] O embrião da futura cidade começou a existir quando a NOB iniciou as obras de construção da ferrovia na região. É certo que, nessa época, toda área já contava com uma população dispersa nas fazendas, e que requeria certos serviços só possíveis de serem oferecidos por um núcleo maior de organicidade (CATTÂNIO, 1976).

Neste contexto, GOMES corrobora:

[...] Com a construção da ferrovia, ligando o estado de Mato Grosso do Sul aos principais centros comerciais paulistas, Três Lagoas passou a ocupar posição privilegiada para a comercialização de gado na região, o que perdurou por muitas décadas, até a construção de pontes rodoviárias viabilizando o deslocamento dos caminhões boiadeiros, em especial após a ponte sobre o rio Paraná, em atendimento ao megaprojeto do Complexo Hidrelétrico de Urubupungá, entre as décadas de 1960/1970 (GOMES, 1994).



Figura 6.1 Utilização das terras para pecuária extensiva na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2006).

A Ferrovia concluiu suas obras em 1910, quando foi inaugurada a estação ferroviária e, conseqüentemente, iniciou-se o pequeno comércio local motivado pela passagem de pessoas que iam e vinham do estado de São Paulo, principalmente para a comercialização de gado (CALIXTO, 2001).

Assim, o desenvolvimento da pecuária na região, que se intensificou com a chegada da ferrovia, incentivou o crescimento do comércio local de gado, assim como o comércio em geral. Em relação à base da economia do município, o autor supracitado ressalta que a atividade principal:

[...] sempre foi a pecuária bovina. Isso se deve, principalmente, as condições favoráveis apresentadas pela região para a criação de gado, predomínio de grandes propriedades e pelo fato de seus ocupantes terem tendência para a prática desta atividade, ao contrário daqueles que tinham tendência para a prática da lavoura, como os gaúchos que vieram para o estado e se fixaram em outras áreas de melhores solos, como é o caso do município de Dourados (CALIXTO, 2001).

De acordo com a Lei Estadual nº 656/1914, em 12 de junho foi fundado o distrito de Três Lagoas, através da doação uma área de 3.659 hectares em 1912 (Decreto nº 311/1912). Em 1975, conforme a Lei Estadual nº 706/1915, de 15 de junho, criou-se o município e, em 19 de outubro de 1920 a vila elevou-se a categoria de cidade (Resolução Estadual nº 820/1920) (CATTÂNIO, 1976).

A base da economia do município baseada no pastoreio, utilizando as pastagens naturais e objetivando o mercado paulista, incentivou a vinda de frigoríficos e curtumes que foram se instalando principalmente a partir da década de 1970. A vinda dessas indústrias

para a região do município de Três Lagoas, deve-se também as mudanças na criação e manejo do gado, influenciadas pelo processo de modernização da agricultura, com a introdução de pastagens artificiais, como a *brachiária*.

É importante salientar que, o frigorífico as margens do Ribeirão Palmito, instalou-se em 1979, devido ao grande potencial na produção de bovinos que o município de Três Lagoas apresentava. Até os dias de hoje o frigorífico sofreu várias mudanças de gestão. Em entrevista realizada no frigorífico, Silva (2001) apud Calixto (2002), ressalta que, segundo o dirigente do estabelecimento, 100% do gado abatido na época são provenientes do próprio município, exportando boa parte da produção.

Outro marco muito importante na ocupação do território e no uso das terras do município está o fato de que, a partir de meados dos anos 1980 e principalmente mais recentemente, surge no município a prática da atividade do reflorestamento, sobretudo do eucalipto.

A prática do reflorestamento tem se intensificado nos solos do município, inclusive em grande proporção na bacia hidrográfica estudada, de acordo com os aspectos abordados. Tal fato deve-se aos incentivos fiscais promovidos pelo governo federal, como o caso do fundo de investimento 157, através de uma determinada porcentagem da arrecadação do imposto de renda, destinada à atividade da silvicultura.

6.2 Uso e ocupação do solo no município de Três Lagoas

Conforme visto anteriormente, em Três Lagoas a prática da pecuária é a principal atividade econômica realizada, fato observado desde a ocupação do território do município. Conseqüentemente, na zona rural as terras são utilizadas principalmente como pastagem natural e pastagem plantada. De acordo com os dados do Censo Agropecuário realizado pelo IBGE na região (Figura 6.2), de 1960 até 1995, nota-se um aumento das áreas de pastagem artificiais em detrimento as pastagens naturais.

UTILIZAÇÃO DAS TERRAS NO MUNICÍPIO DE TRÊS LAGOAS 1960 – 1995

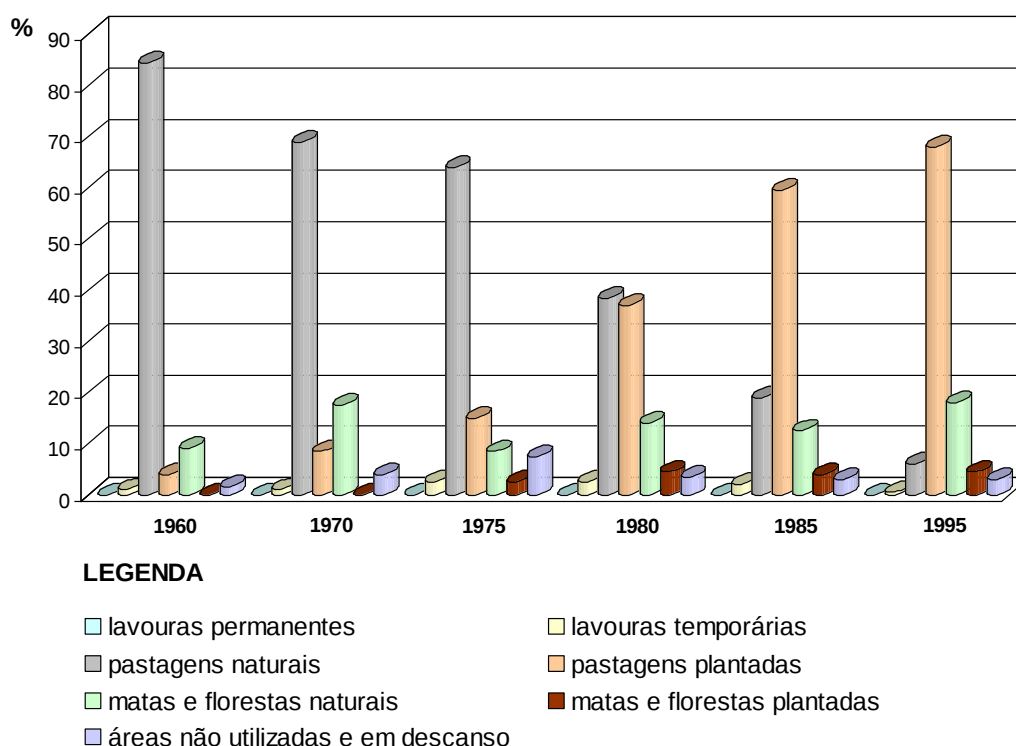


Figura 6.2 Utilização das terras no município de Três Lagoas – MS.

Fonte: FIBGE, Censo Agrícola de Mato Grosso de 1960 e 1970, Censo Agrícola de Mato Grosso do Sul de 1975, 1980, 1985 e 1995-96.

Segundo Calixto (2001), até a década de 1970, a prática da pecuária como atividade predominante no município de Três Lagoas, era realizada de maneira extremamente rudimentar, sendo o gado criado solto nas pastagens naturais, sem nenhum cuidado especial.

Foi no período de modernização da agricultura, através dos programas de incentivos agrícolas do Governo para a região, como o POLOCENTRO, que se deu início a introdução de espécies exóticas na prática da pecuária. A partir daí, há uma incidência cada vez maior de pastagens artificiais como a *brachiária*, promovendo o desmatamento da vegetação nativa.

Sobre os incentivos governamentais para o desenvolvimento da pecuária em Três Lagoas, Borges destaca:

[...] o município situado em áreas de cerrado foi favorecido pela introdução de novas gramíneas forrageiras do gênero *brachiária*, ocorrida a partir do ano de 1970, aliada aos projetos e programas especiais de crédito do Governo Federal e Organizações Internacionais, criaram linhas de crédito através do POLOCENTRO, PRONAP e outros que propiciaram a

oportunidade histórica de se ampliar a formação de pastagens artificiais em substituição às pastagens nativas até então predominantes na região, consolidando a partir desse ano o crescimento econômico da atividade criatória, como conseqüente valorização patrimonial das terras, com aumento considerável do seu valor unitário (BORGES, 1993).

Observa-se que, de acordo com os do IBGE, em 1960 as áreas de pastagens naturais representavam 84,4% da área total dos estabelecimentos no município, enquanto as pastagens plantadas representavam 4%. Em 1980, após a implantação do POLOCENTRO, as pastagens naturais caíram para 37,9% de área ocupada e, em contrapartida, as pastagens artificiais passaram a representar 35,5% do total da área dos estabelecimentos.

No ano de 1995/96 a situação é inversa à observada em 1960, quando as pastagens nativas predominavam no município. Enquanto essas representam apenas 5,5% da cobertura vegetal da região, as pastagens plantadas abrangiam 67,4% da área total dos estabelecimentos.

Analisando a questão, Gomes (1994) destaca que a ampla disponibilidade de terras, fez com que a expansão da pecuária não ocorresse através de grandes inovações tecnológicas, uma vez que, o fator que mais colaborou para a expansão foi a formação de novas pastagens.

Desta maneira, o grande desenvolvimento da pecuária de corte do município de Três Lagoas e a conseqüente instalação de indústrias ligadas ao setor, tem como mola propulsora as linhas de crédito que foram disponibilizadas pelo governo. Destaca-se que, conforme Calixto (2001), a *brachiária* não requer um cuidado especial em seu plantio e adapta-se facilmente em solos arenosos de baixa fertilidade, como é o caso dos solos de maior parte do município.

Para o autor supracitado a expansão das áreas de pastagem plantadas foi acompanhada de um rápido incremento do efetivo bovino no município de Três Lagoas. No entanto, o autor destaca que, apesar do crescimento do rebanho, as pastagens naturais e plantadas não são bem aproveitadas se levarmos em conta a quantidade de cabeças por hectare.

6.3 Uso e ocupação do solo e cobertura vegetal na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito

A proposta de classificação para o uso e ocupação do solo levou em consideração que a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito sofreu diversas transformações devido às distintas ações antrópicas que produziram diferentes unidades paisagísticas. Observa-se que, assim como em todo o município de Três Lagoas, na bacia as terras eram caracterizadas por uma vegetação natural bastante diversificada, tanto em relação ao número de espécies quanto ao porte da vegetação e sua densidade.

Conforme com a Tabela 6.1, as classes adotadas para a caracterização da cobertura vegetal são as seguintes: Vegetação original, vegetação introduzida e semi-introduzida e área sem cobertura vegetal. Já as características do parcelamento do solo serão abordadas de acordo com duas unidades paisagísticas distintas, são elas: superfícies naturais e semi-naturais, superfícies artificiais e corpos aquosos.

De acordo com as informações da imagem de satélite SPOT GRF de 2005, adquiriu-se dados que revelam a atual configuração da paisagem da microbacia estudada, na qual fora utilizada como base cartográfica atualizada.

É importante lembrar que, a vegetação de cerrado que hora recobria as terras da região, hoje se restringe as pequenas reservas esparsas. O processo de ocupação do município, discutido ao longo do capítulo, trata de explicar os principais fatores que levaram as mudanças na paisagem observadas ao longo da história.

Desta maneira, a análise de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito propiciou a realização do diagnóstico do manejo e estado de conservação ambiental da bacia à medida que, ao longo do estudo foram analisadas algumas das características da cobertura vegetal e do parcelamento do solo na bacia hidrográfica, através das classes e unidades paisagísticas distintas.

Tabela 6.1 Proposta de classificação para o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

COBERTURA VEGETAL	Vegetação original	<i>Mata residual</i>	Savana arbórea densa e Savana arbórea aberta
		<i>Mata ciliar</i>	Formação de influência fluvial
	Vegetação introduzida e semi-introduzida	<i>Reflorestamento</i>	Eucaliptos
		<i>Gramíneas, Plantações e pasto sujo</i>	
	Sem cobertura vegetal	<i>Solo exposto</i>	
PARCELAMENTO DO SOLO	Unidade 1 – Superfícies naturais e semi-naturais	<i>Uso misto</i>	Área de pastagem, cultivo e área em pousio
		<i>Área industrial</i>	Curtume, Frigorífico, Aterro Sanitário e Porto de Areia
	Unidade 2 – Superfícies artificiais	<i>Rodovias, estradas e ferrovia</i>	
		<i>Cursos d'água</i>	
		<i>Área inundada</i>	

Na Figura 6.3, exposta na próxima página, observa-se as características de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito de acordo com as classes e unidades paisagísticas propostas anteriormente. Cada uma delas será discutida mais adiante.

Segundo o uso e ocupação dos solos, todos os processos que ocorrem nas vertentes são absorvidos direta ou indiretamente pelo canal fluvial, assim os dados abordados adiante são de extrema importância para o entendimento da dinâmica hidrossedimentológica do Ribeirão Palmito, abordada nos capítulo posterior. Os estudos acerca da carga sedimentar de fundo e da carga sedimentar em suspensão foram realizados em quatro seções transversais ao longo do canal principal. Desta maneira, a análise das características de parcelamento do solo e cobertura vegetal leva em conta também a localização dessas seções.

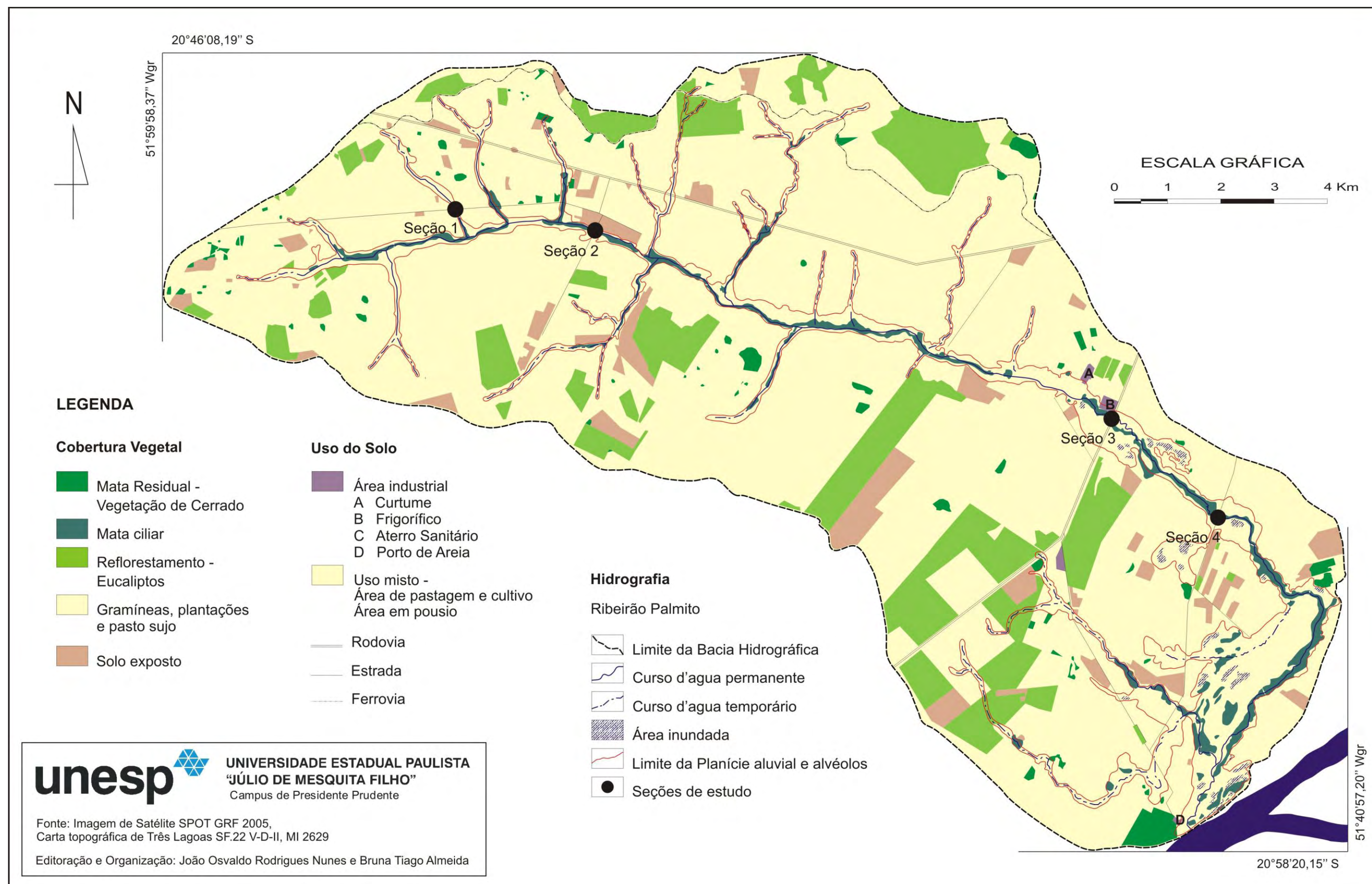


Figura 6.3 Uso do solo e cobertura vegetal da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito – Três Lagoas (MS).

6.3.1 Cobertura vegetal

A caracterização da cobertura vegetal será abordada de acordo com três classes distintas, a Vegetação original, a vegetação introduzida e semi-introduzida e a área sem cobertura vegetal. Na tabela 6.2 estão expostos os dados referentes às áreas ocupadas e o percentual de cada uma das classes abordadas.

Tabela 6.2 Percentual de cobertura vegetal da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

COBERTURA VEGETAL		
	Área (km²)	%
Vegetação original	13,418	3,81
Vegetação introduzida e semi-introduzida	322,439	91.55
Sem cobertura vegetal	11,059	3,14
	346,916	98,50

Fonte: INPE – Imagem de satélite GRF SPOT, 2005.

6.3.1.1 Vegetação original

Quanto à vegetação original foram adotadas, ainda, as classes: mata residual, ou seja, savana arbórea densa e savana arbórea aberta; e mata ciliar, através da formação de influência fluvial. As mesmas correspondem a 3,81% da área total da bacia, ou seja, 13,418 Km². A seguir serão discutidas cada uma das classes adotadas para a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

- **Mata residual – Vegetação de Savana (Cerrado)**

Conforme foi abordado, a bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito é coberta pelas espécies vegetais dos domínios de cerrado (Figura 6.4), que têm sofrido intensas modificações desempenhadas fundamentalmente por novos manejos aplicados a suas terras. Atualmente na bacia, tanto quanto nas outras regiões dominadas pela vegetação de

cerrados e cerradões, nota-se que a vegetação natural está restrita a pequenos capões esparsos. Sobre o tema, Ab'Sáber (2003) ressalta que:

[...] Nas áreas onde ocorriam os cerradões – hoje muito degradados por diferentes tipos de ações antrópicas – existiam verdadeiras florestas baixas e de troncos relativamente finos e esguios, comportando uma fitomassa bem inferior a das grandes matas pluviais tropicais. Os cerradões parecem ter-se desenvolvido por processos naturais de adensamento de velhos *stocks* florísticos de cerrados quaternários e terciários. Os cerrados, também chamados de campo cerrados, são um conjunto de arboretas da mesma composição que os cerradões, porém não escondem a superfície dos solos pobres que lhe servem de suporte ecológico (AB'SÁBER, 2003).



Figura 6.4 Vegetação de cerrado na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2006).

Para a identificação de classes de uso do solo e a cobertura vegetal adotou-se a vegetação como componente de maior significância, devido ao fato de que a flora dos campos de cerrado é exposta a volumes de precipitação bastante intensos e ao máximo de iluminação pelo clima durante o ano. Assim, a cobertura do solo proporcionada pelo cerrado, que já oferece proteção mínima, devido uma vegetação rala que produz pouca sombra, é primordial para conter o processo erosivo.

No mapa de uso e ocupação do solo da Figura 6.3 observa-se os resquícios de vegetação natural existentes na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito. De acordo com o mapa, nota-se que, nas áreas à jusante, onde localizam-se as seções 3 e 4 de estudo, as áreas de reserva são bastante restritas, principalmente à montante da seção 3. Já nas regiões de nascentes, onde localiza-se as seções 1 e 2 de estudo, as áreas de reservas são mais numerosas e espalhadas que à jusante, todavia têm extensão mínima.

Na tabela 6.3 estão expostos os dados referentes ao percentual de mata residual para a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito. Através desses índices e do mapa de uso e ocupação do solo da bacia nota-se que as matas residuais se restringem a pequenas áreas e não contemplam o que se estipula como reserva legal mínima o Código Florestal Brasileiro. De acordo com a alínea a do art. 16 *“nas regiões Leste Meridional, Sul e Centro-oeste, esta na parte sul, as derrubadas de florestas nativas primitivas ou degeneradas, só serão permitidas desde que seja, em qualquer caso, respeitado o limite mínimo de 20% da área de cada propriedade com cobertura arbórea localizada, a critério da autoridade competente”*.

Tabela 6.3 Percentual de mata residual para a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

MATA RESIDUAL		
	Área (km ²)	%
Savana arbórea densa e savana arbórea aberta	5,177	1,47

Fonte: INPE – Imagem de satélite GRF SPOT, 2005.

Para uma melhor visualização da mata residual no ano de 2005, a Figura 6.5 mostra, no tom verde de textura rugosa do recorte da imagem, algumas das reservas de cobertura arbórea nativa na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito, são áreas que foram destinadas à reserva legal.

No recorte número 1 nota-se uma pequena reserva florestal nas nascentes do Ribeirão Palmito, assim como na imagem 2. Verifica-se nas Figuras 6.6 e 6.7 exemplos de mata residual à jusante na bacia. Conforme explícito anteriormente, as reservas são espalhadas e têm pequena dimensão.

MATA RESIDUAL



Figura 6.5 Mata residual na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

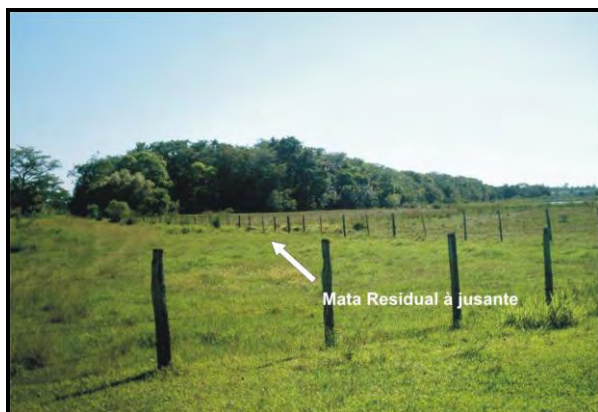


Figura 6.6 Mata residual à jusante na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2006).



Figura 6.7 Mata residual à jusante na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2006).

No recorte número 3 verifica-se algumas áreas de mata residual próximo à foz do canal (Figura 6.8). Áreas de reserva legal à jusante da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito são muito importantes para a manutenção do equilíbrio dinâmico nas vertentes, nas planícies aluviais e no canal fluvial.



Figura 6.8 Mata residual à jusante na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2006).

No recorte número 4 da imagem observa-se a mata residual em contato com o maciço florestal de eucalipto. As transformações verificadas na bacia, com a retirada da mata original, está atrelada a inserção da cultura de eucalipto que surgiu em meados da década de 1980.

- **Mata ciliar**

Na bacia hidrográfica da Ribeirão Palmito as formações vegetais ao longo dos cursos d'água estão relacionadas, como em todo cerrado, a umidade encontrada ao longo das depressões nas margens dos canais fluviais. Observa-se a formação de vegetação caracterizada pelo estrato arbóreo de veredas, com espécies de porte não muito desenvolvidos, onde se inclui as espécies de palmitos, que caracterizam a região e dão nome ao Ribeirão (Figura 6.9).

Sobre a fisionomia sempre verde da vegetação as margens dos rios do domínio de cerrado, conforme nota-se ao longo da bacia estudada, Ab'Sáber (2003), salienta que:

[...] em algumas áreas, as florestas de galeria estendem-se continuamente pelo setor aluvial central das planícies, deixando espaço para corredores herbáceos nos seus dois bordos, arranjo fitogeográfico conhecido pelo nome popular de veredas. Essa situação, muito comum nos cerrados adjacentes ao domínio das caatingas, correspondem a casos que predominam sedimentos arenosos nos bordos da planície de inundação. Por essa razão, as veredas se comportam também como corredores de formações herbáceas raras no fundo lateral dessas planícies. Formam, assim, os grandes caminhos naturais para a circulação animal no interior do país (AB'SÁBER, 2003).



Figura 6.9 Formação de Influência Fluvial as margens do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2005).

Assim, nas áreas de planície, a existência de uma vegetação mais densa que nas vertentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito, com a formação de corredores com árvores mais altas e de esgalhamento mais profundo, proporciona proteção ao curso d'água

à medida que evita o assoreamento das margens e do canal fluvial, além da preservação de espécies da fauna da região.

No entanto, de acordo com o mapa de uso e ocupação do solo (Figura 6.3) e com o percentual da área de mata ciliar (Tabela 6.4) nota-se que, na bacia nas áreas à montante, a mata ciliar está reduzida a capões de pequena dimensão.

Deve-se levar em consideração que a planície fluvial nessas áreas é mais estreita devido às características do relevo de colinas, desta maneira conclui-se que, as áreas de nascente do Ribeirão Palmito e seus afluentes estão em situação mais críticas quando se leva em consideração a importância dessas formações vegetais para o controle do processo de perda do solo.

Tabela 6.4 Percentual de mata ciliar para a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

MATA CILIAR		
	Área (km ²)	%
Formações de influência fluvial	8,241	2,34

Fonte: INPE – Imagem de satélite GRF SPOT, 2005.

Quanto à inexistência de mata ciliar em alguns trechos de nascente do Ribeirão, o fato está relacionado à constatação, através da análise das imagens orbitais, de que observa-se a ausência de cursos d'água de 1ª ordem existentes na bacia em 1974, quando as cartas topográficas da região foram confeccionadas, das quais foram extraídos os mapas da rede de drenagem da bacia estudada. No mapa de uso de solo, extraído da imagem orbital SPOT 2005, nota-se que, os cursos presentes na carta e inexistente na imagem eram intermitentes e estavam inseridos em porções da bacia que sofreram intensa intervenção humana.

Apesar do desmatamento observado nas nascentes de alguns tributários, à jusante na bacia hidrográfica a presença da mata ciliar é bem mais significativa, conforme o mapa de uso e ocupação do solo da Figura 6.3. Salienta-se que, nessas áreas próximas a foz, a planície de inundação é bem mais ampla, devido ao relevo plano. Nessa região, onde encontram-se as seções 3 e 4 de estudo, o Ribeirão Palmito percorre os terrenos dos terraços fluviais do rio Paraná, onde deságua.

Na Figura 6.10 observa-se no tom esverdeado da imagem de satélite algumas exemplos de regiões recobertas pela vegetação de formação fluvial. No detalhe, notamos também a ausência da mata ciliar em algumas áreas.

MATA CILIAR



Figura 6.10 Mata ciliar na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

O recorte 1 refere as áreas de nascente, onde os tributários do Ribeirão Palmito encontram-se totalmente desprovidos de mata ciliar e onde observa-se inclusive o assoreamento das margens do canal, assim como o sexto recorte (Figuras 6.11 e 6.12). Conforme explícito anteriormente, nessas regiões a vegetação é bastante escassa tanto às margens do canal fluvial, quanto nas vertentes.

Já o recorte número 2 da imagem refere-se a áreas à montante onde o canal principal encontra-se margeado pelas formações de influência fluvial (Figura 6.13). Observa-se ainda, nas imagens, a as planícies de inundação bastante estreitas e a presença de umidade bastante significativa ao longo das seções transversais.



Figura 6.11 Canal fluvial em área de nascentes desprovido de mata ciliar.

Fonte: Arquivo pessoal (2005).



Figura 6.12 Canal fluvial em área de nascentes desprovido de mata ciliar.

Fonte: Arquivo pessoal (2005).



Figura 6.13 Mata ciliar no canal principal em área à montante.

Fonte: Arquivo pessoal (2005).

No recorte 3 observa-se áreas de nascente que deveriam estar preservadas, de acordo com alínea c do art. 2º do Código Florestal Brasileiro e que, na realidade, são utilizadas como área para plantio pelo Maciço Florestal de eucalipto. Desta maneira, o solo permanece totalmente desnudo em certas épocas.

Constatamos através dos recortes 4 e 5 e da Figura 6.14 uma planície de inundação bem mais ampla, devido ao baixo gradiente hidráulico em áreas à jusante. A extensão da mata ciliar é bastante significativa nessas áreas, o que se explica pelo fato de que são áreas de alagado, onde a formação de sistemas lacustres nos períodos de cheia e a manutenção da umidade pelo freático nos períodos de seca denuncia uma capacidade de regeneração e revitalização da vegetação, apesar dos solos profundos, frágeis e sem fertilidade.



Figura 6.14 Planície de inundação em área à jusante na bacia hidrográfica, próximo à seção 3 de estudo.

Fonte: Arquivo pessoal (2006).

Na alínea supracitada considera-se que, são áreas de preservação permanente as formas de vegetação natural situada “nas nascentes, ainda que intermitentes, e nos chamados olhos d’água, qualquer que seja a situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura”.

6.3.1.2 Vegetação introduzida ou semi-introduzida

Em relação à vegetação introduzida e semi-introduzida foram adotadas as classes: áreas de reflorestamento, através de plantação de eucaliptos; e áreas vegetadas por gramíneas introduzidas, plantações e pasto sujo. Juntas essas classe correspondem a 91,55% da área total da bacia, ou seja, 322,439 Km².

- **Reflorestamento – Eucaliptos**

Os estudos realizados na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito denotam uma transformação na configuração da paisagem, ocasionando uma nova dinâmica ambiental. Conforme a carta topográfica de 1974, não há indícios de áreas de reflorestamento na microbacia hidrográfica do Ribeirão Palmito. A partir de meados de 1980, de acordo com dados da SEPLAN – MS, observa-se o surgimento de áreas desmatadas na região, as quais foram utilizadas para o plantio de pastagem e para introdução de espécies de reflorestamento, o que promoveu alteração do espaço físico local e da estrutura econômica na região do município de Três Lagoas.

De acordo com o mapa de uso e ocupação do solo, no ano de 2005 o reflorestamento abrangia uma área de cerca 44 km² na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito (Tabela 6.5). Em meados de 1980, quando as atividades de reflorestamento foram iniciadas, o objetivo era aproveitar a madeira reflorestada para a fabricação de papel e as folhas do eucalipto para produção de óleo.

No entanto, as cooperativas responsáveis chocaram com dificuldades de manejo e abandonaram os projetos, deixando esse reflorestamento ao descaso ou aproveitando parte da madeira como lenha para o aquecimento de caldeiras industriais ou transformando a mesma em carvão vegetal.

Com a instalação da empresa *International Paper do Brasil Ltda* as terras da região passaram a ser utilizadas novamente para o plantio do eucalipto, para abastecer em grande escala a indústria de papel.

Tabela 6.5 Percentual de áreas de reflorestamento para a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

REFLORESTAMENTO		
	Área (km ²)	%
Eucalipto	44,835	12,73

Fonte: INPE – Imagem de satélite GRF SPOT, 2005.

A *International Paper do Brasil Ltda* é proprietária de quase toda a extensão de terras da Bacia do Córrego da Moeda, vizinha ao bacia do Ribeirão Palmito, e vem expandindo suas terras e arrendando propriedades vizinhas. Conforme Oliveira Júnior (2005) a Empresa “*prevê o uso de pelo menos 8.000 ha./ano e com produção em média de 1200 t de celulose por dia onde está instalado o Horto Barra do Moeda*”.



Figura 6.15 Horto do Barra do Moeda.

Fonte: Arquivo pessoal (2006).

Sobre a Empresa *International Paper do Brasil Ltda*, Castanheira (2005) ressalta que:

[...] segundo o executivo chileno Máximo Pacheco presidente da filial da empresa no Brasil, há previsão de um investimento de US\$ 1,4 bilhões, para fabricar um milhão de toneladas do produto por ano. O grande benefício brasileiro para a empresa é o maciço florestal, pois aqui, uma planta de eucalipto é cortada com sete anos após o plantio, se comparados a outros países, esse prazo é de inacreditáveis 63 anos, por isso, não há nenhum país que possua produtividade igual que as plantações brasileiras, aqui é possível retirar 40 metros cúbicos de matéria prima por hectare (CASTANHEIRA, 2005).

Na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, nas áreas próximo a seção 3 (Figura 6.16), à jusante, o reflorestamento foi introduzido há mais tempo, a *International Paper* começou a operar na área por volta do ano 2000, e por isso observa-se uma prática mais intensa da cultura de eucalipto. Na imagem de satélite SPOT 2005, verifica-se, inclusive, a retirada de vegetação de mata ciliar nas nascentes, e a colheita já realizada dos talhões de eucalipto com destino ao mercado de papel e celulose (Figura 6.17).



Figura 6.16 Área de reflorestamento próximo da seção 3 de estudo.
Fonte: Arquivo pessoal (2006).



Figura 6.17 Transporte de eucalipto cortado para o comércio.
Fonte: Arquivo pessoal (2005).

Para uma melhor visualização, verifica-se nos recortes da imagem da Figura 6.18 exposta a seguir a cobertura vegetal introduzida do eucalipto, numa tonalidade verde homogêneo.

No detalhe do recortes 1, 2 e 3 temos algumas áreas de reflorestamento à montante na bacia (Figura 6.19). No recorte 4 observa-se uma das áreas onde as áreas de cultura de eucalipto estão nas proximidades do canal fluvial, que encontra-se sem mata ciliar. Nesse tipo de cultura as terras ficam expostas às intempéries após as colheitas.

Desta maneira, em relação às terras expostas pela colheita recente, temos no recorte 5 uma área de reflorestamento na bacia onde, nos limites com a vegetação introduzida, nota-se o solo nu passível de atingir e causar assoreamento tanto nas planícies aluviais quanto no canal fluvial. Já no recorte 6 uma área de reflorestamento à jusante na bacia (Figura 6.20), proveniente da expansão do horto na bacia hidrográfica vizinha, a do Córrego do Moeda, conforme comentado anteriormente.

REFLORESTAMENTO

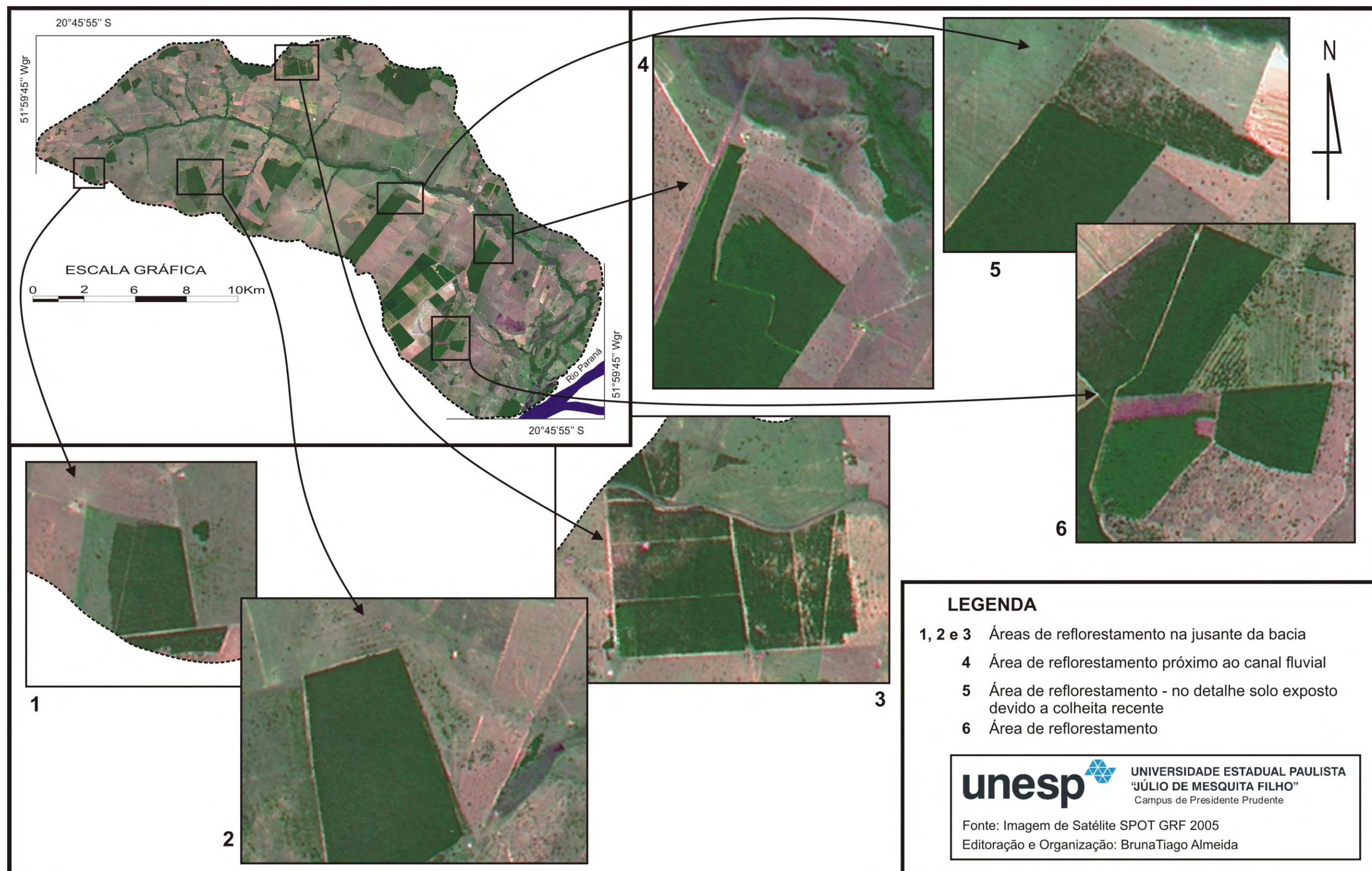


Figura 6.18 Áreas de reflorestamento na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.



Figura 6.19 Área de reflorestamento à montante na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2006).



Figura 6.20 Área de reflorestamento à jusante na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2007).

Verifica-se a retirada de grande parte dos talhões nas áreas identificadas em todos os recortes pelos tons de rosa e verde claro. Nos limites das áreas reflorestadas encontram-se áreas desmatadas onde há remanescentes de vegetação original, pastagens e gramíneas, conforme veremos a seguir, e áreas de plantio de novas mudas de eucalipto.

- **Gramíneas, plantações e pasto sujo**

A maior parte das terras da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito está coberta por uma vegetação rasteira (Tabela 6.6) que oferece pouca resistência aos processos erosivos. Verifica-se a retirada da vegetação natural para a introdução de gramíneas e plantações tanto nas áreas de nascente como na jusante da bacia. A maior incidência dessa unidade paisagística na bacia estudada está relacionada à expansão das áreas de reflorestamento e, principalmente, a introdução de forrageiras na prática da pecuária.

Tabela 6.6 Percentual de áreas de gramíneas, plantações e pasto sujo para a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

GRAMÍNEAS, PLANTAÇÕES E PASTO SUJO		
	Área (km ²)	%
Gramíneas, plantações e pasto sujo	277,604	78,82

Fonte: INPE – Imagem de satélite GRF SPOT, 2005.

Conforme abordado, as pastagens artificiais são caracterizadas pela introdução da espécie *brachiária* em substituição às pastagens nativas, que se iniciou a partir do ano de 1970 e propiciou a consolidação da atividade agropastoril tanto nas terras da bacia como em toda a região do município de Três Lagoas (Figura 6.21).



Figura 6.21 Área de pastagem caracterizada pela introdução da espécie *brachiária* na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2005).

Quanto ao desmate provocado pela prática do reflorestamento e a relação com as áreas de vegetação rasteira, o fato dos talhões serem retirados para a comercialização promove o crescimento e desenvolvimento das gramíneas em solo que se encontra desnudo, assim como, em áreas de plantio de novas mudas de eucalipto (Figura 6.22). A madeira produzida para o mercado é utilizada como lenha para fabricar carvão e, como já visto, em sua maioria, para o comércio de papel e celulose.

As áreas cobertas por plantação de culturas que não sejam o eucalipto e a gramínea forrageira *brachiária*, são praticamente nulas. Nas figuras 6.23 e 6.24 verifica-se a utilização das terras para o plantio da cultura da cana, porém as áreas são de pequena extensão, dificultando inclusive a identificação e localização das mesmas nas imagens orbitais. Destaca-se ainda que, a cana-de-açúcar foi a cultura mais observada em plantação nas terras da bacia.



Figura 6.22 Plantio de novas mudas de eucalipto na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2005).



Figura 6.23 Plantio da cultura da cana-de-açúcar à jusante na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2006).



Figura 6.24 Plantio da cultura da cana-de-açúcar à montante na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2006).

Para um melhor entendimento da configuração e extensão da terras cobertas pelas forrageiras, tanto as pastagens introduzidas quanto o pasto sujo, a Figura 6.25 mostra, nos tons de rosa e verde claro identificados nos recortes da imagem, algumas áreas na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito onde as gramíneas, plantações e pasto sujo estão presentes.

GRAMÍNEAS, PLANTAÇÕES E PASTO SUJO

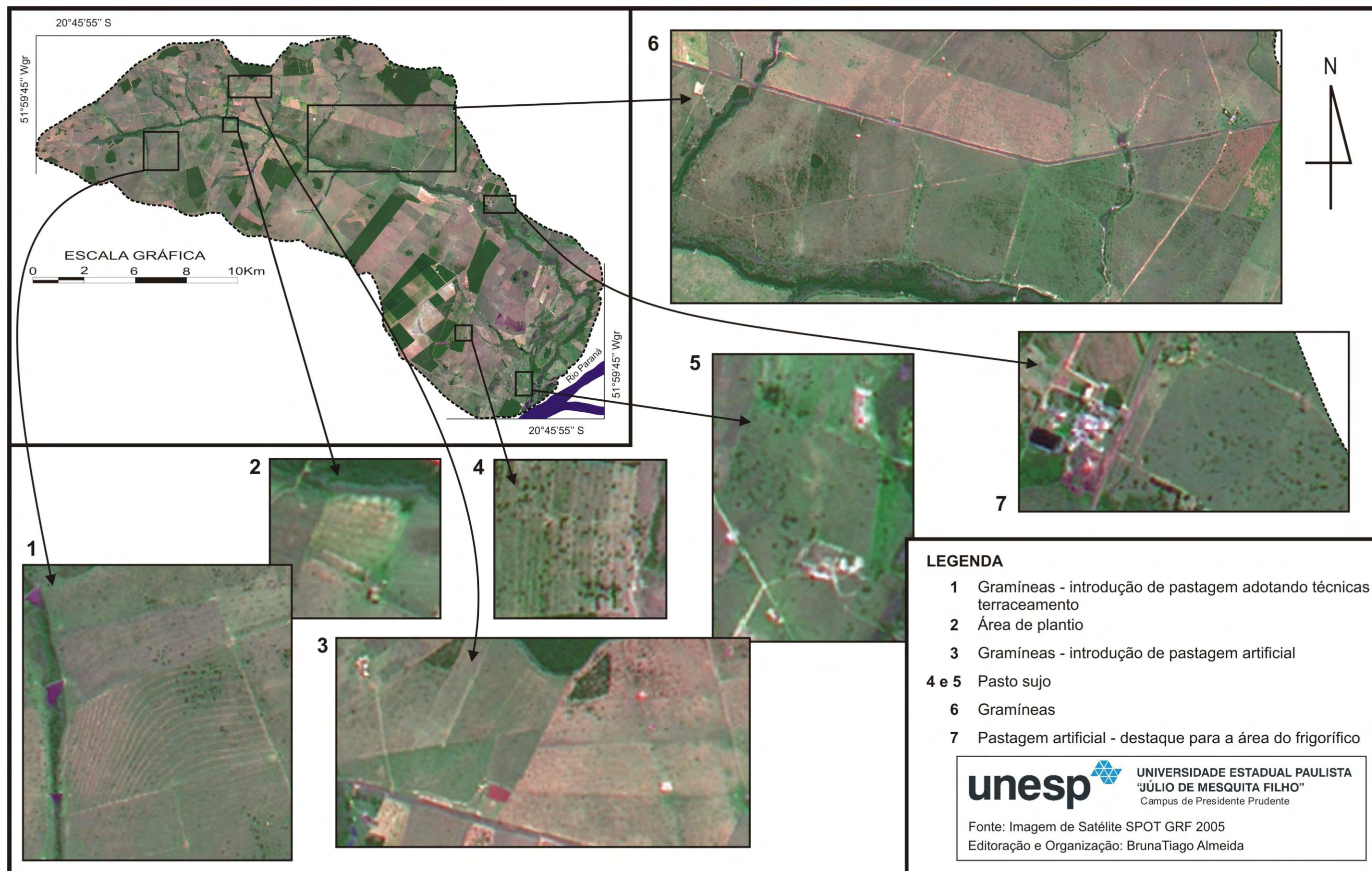


Figura 6.25 Gramíneas, plantações e pasto sujo localizados na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

No recorte número 1 observa-se introdução de pastagens artificiais adotando técnicas de terraceamento. Essa prática é rara na área de estudo, apesar da importância do manejo e conservação das terras para evitar o processo de erosão acelerada, principalmente nas terras à montante onde as declividades são maiores. Já no recorte 2 da imagem verifica-se uma área utilizada para o plantio. Apesar da pequena extensão e quantidade das áreas com esse uso, as plantações estão presentes, na maioria das vezes, nas planícies de inundação do Ribeirão.

No recorte número 3 observa-se uma área onde foi introduzida pastagens artificiais. A grande extensão de terras utilizadas para a pecuária extensiva em áreas à montante na bacia pode ser comprovada pelo recorte, de acordo com a Figura 6.26.



Figura 6.26 Área de pastagem artificial utilizada para a criação de gado à montante na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2006).

Nos recortes número 4 e 5 da bacia observa-se áreas de pasto sujo, onde nota-se a mescla tanto de pastagens naturais como introduzidas, além de espécies de arbustos e mudas de árvores do cerrado (Figuras 6.27 e 6.28).

No recorte 6 da imagem nota-se uma grande área coberta por vegetação rasteira à montante na bacia, estando essa região inclusive, inserida no segmento sub-horizontal do relevo da bacia, onde a declividade do terreno é mais significativa. Já no recorte 7 verifica-se uma área de pastagem artificial à jusante na bacia hidrográfica. No detalhe o frigorífico instalado às margens do canal fluvial.



Figura 6.27 Área de pasto sujo à montante na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2005).



Figura 6.28 Área de pasto sujo à jusante na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2005).

6.3.1.3 Sem cobertura vegetal

Baseado no mapa de uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito nota-se que em grande parte das terras o solo encontra-se exposto, sem qualquer tipo de cobertura vegetal ou com cobertura vegetal de reduzida biomassa (Tabela 6.7). Na ocasião, a maior parte desses terrenos é caracterizada pela colheita recente dos talhões de eucalipto e pelo preparo do solo para o plantio de novas mudas, sendo que, em alguns locais já ocorria à presença das mudas em fase de crescimento.

Tabela 6.7 Percentual de áreas sem cobertura vegetal para a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

SEM COBERTURA VEGETAL		
	Área (km ²)	%
Solo exposto	11,059	3,14

Fonte: INPE – Imagem de satélite GRF SPOT, 2005.

Essas áreas comprovam a crescente expansão da atividade de reflorestamento na bacia estudada, atrelada ao crescimento do maciço florestal do Horto do Barra do Moeda, através da compra e arrendando propriedades.

Conforme abordado, nas áreas à jusante, o reflorestamento foi introduzido há mais tempo e por isso observa-se uma prática mais intensa da cultura de eucalipto, assim como de áreas com solo nu, sendo preparadas para o plantio ou de colheita recente (Figura 6.29).



Figura 6.29 Solo exposto pela colheita recente dos talhões de eucalipto.
Fonte: Oliveira Júnior (2005).

Na imagem da Figura 6.30, as áreas que apresentam tons esbranquiçados e arrochados representam áreas de solo exposto. Verifica-se, inclusive, a retirada de vegetação de mata ciliar nas nascentes para o plantio de eucalipto.

No primeiro recorte da imagem verificam-se áreas que de solo exposto próximo as nascentes na bacia estuda (Figura 6.31). Nos recortes 2 e 3 da imagem nota-se áreas de solo nu à jusante na bacia hidrográfica em contato com os talhões de eucalipto. Nessas áreas a colheita recente e o preparo do solo para o plantio expõem o canal principal e seus afluentes ao processo de assoreamento, uma vez que o sedimento carreado pelas chuvas é depositado nas planícies de inundação e conseqüente nos rios.

SOLO EXPOSTO

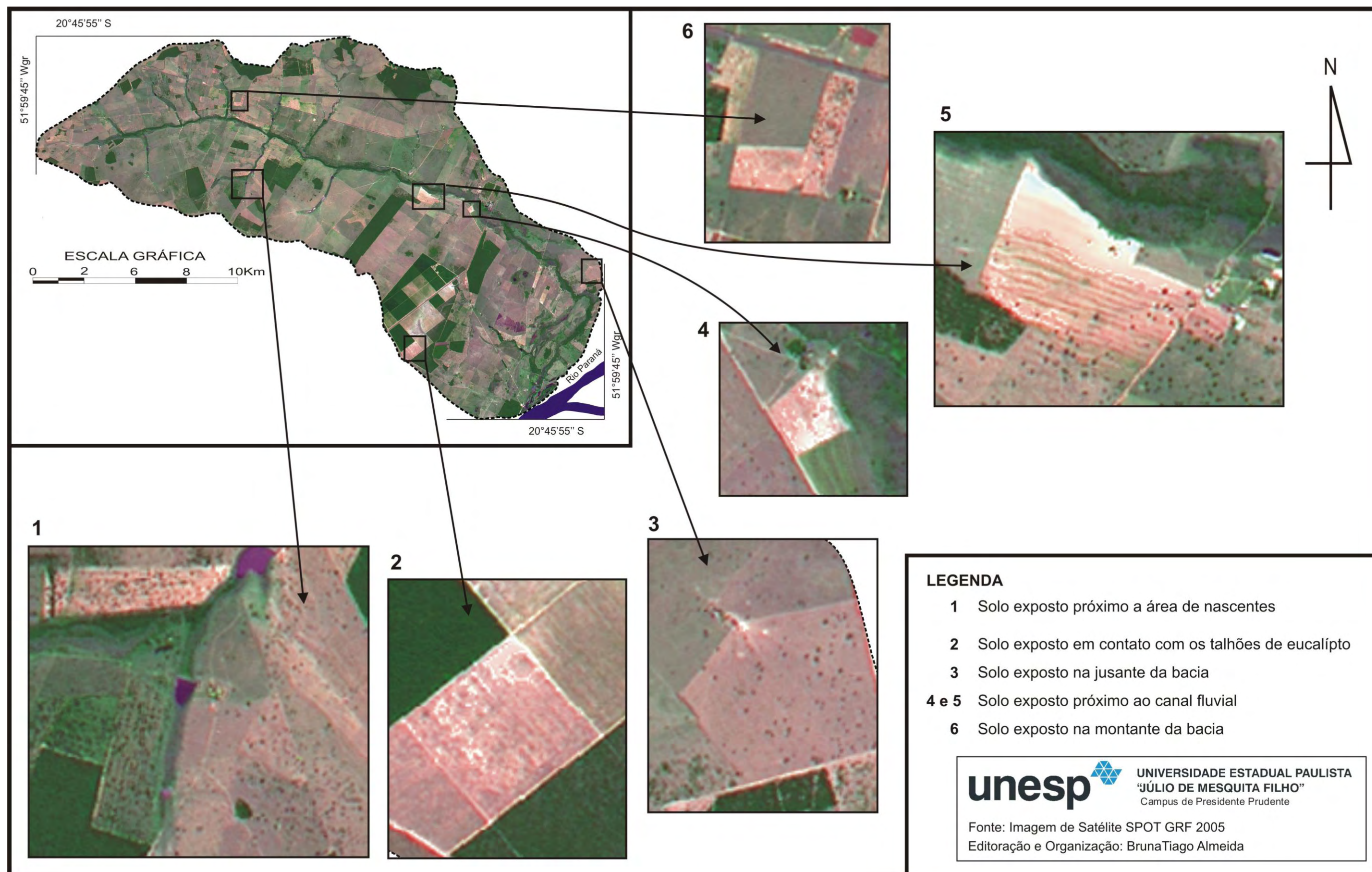


Figura 6.30 Solo exposto na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.



Figura 6.31 Solo exposto, sendo preparado para o plantio de eucalipto em áreas à montante na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2005).

Nos recortes número 4 e 5 observa-se uma áreas de solo exposto nas proximidades da planície aluvial do Ribeirão Palmito. Os tons mais esbranquiçados da imagem revelam os depósitos de areia quartzosa às margens do canal fluvial. Já no sexto recorte da imagem verificam-se áreas que de solo exposto à montante na bacia estudada.

6.3.2 Parcelamento do solo

As classe adotadas para caracterizar o parcelamento do solo são as superfícies naturais e semi-naturais e as superfícies artificiais (Tabela 6.8). As superfícies naturais e semi-naturais apresentam uso misto – área de pastagem, cultivo e área em pousio. As superfícies artificiais foram abordadas por meio de duas classes: área industrial, no caso da bacia estudada, um curtume, um frigorífico, o aterro sanitário municipal e um porto de areia; e Rodovias, estradas e ferrovia.

Tabela 6.8 Parcelamento do solo da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

PARCELAMENTO DO SOLO		
	Área (km ²)	%
Superfícies naturais e semi-naturais	277,604	78,82
Superfícies artificiais	3,557	1,01
Corpos aquosos	1,726	0,49
	282,887	80,32

Fonte: INPE – Imagem de satélite GRF SPOT, 2005.

6.3.2.1 Unidade 1: Superfícies naturais e semi-naturais

A classe de parcelamento do solo adotada para a caracterização das superfícies naturais e semi-naturais correspondem a 79,66 da área total da bacia, ou seja, 278,452 Km². A seguir serão discutidas as características das áreas de uso misto – área de pastagem e cultivo e área em pousio.

- **Uso misto - Área de pastagem e cultivo, área em pousio**

A cobertura vegetal das áreas utilizadas para pastagem e cultivo e das áreas em pousio são, respectivamente, gramíneas, plantações e pasto sujo. Desta maneira, as características do uso misto do solo na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito serão discutidas superficialmente, uma vez que, ao longo do tópico referente à cobertura vegetal esses aspectos já foram abordados.

Como visto a maior parte das terras da bacia coberta por vegetação rasteira é utilizada para prática da pecuária. Verifica-se também que, essas áreas estão relacionadas à prática da atividade de reflorestamento. Parte dos solos da bacia é classificada ainda como sem uso ou área em pousio, que são caracterizadas pela cobertura vegetal de pasto sujo, onde a vegetação introduzida pelo homem se mistura com a vegetação nativa do cerrado.

A mistura das pastagens artificiais com as naturais deve-se ao fato de que, onde não há constante manejo da vegetação introduzida (replante, limpeza, etc.) aumentando-se

a possibilidade, ao longo do tempo, do processo de regeneração. Os pastos naturais e intermediários não suportam grande quantidade de bovinos por um longo período de tempo devido ao baixo valor nutritivo e a demora para a reconstituição da vegetação.

Quanto as lavouras permanentes e temporárias, conforme observa-se no gráfico de utilização dos solos do município de Três Lagoas exposto anteriormente (Figura 6.2), as mesmas representam um baixíssimo percentual das terras ocupadas. Na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito as áreas de plantação de outras culturas que não sejam o eucalipto e a gramínea forrageira *brachiária* são raras. As pequenas áreas de culturas, principalmente da cana-de-açúcar, estão localizadas próximo às sedes, no interior de algumas fazendas.

Segundo CALIXTO (2001), os produtores entrevistados foram unânimes em afirmar que seria necessário um investimento muito elevado para a correção dos solos do município, tornando-os enfiáveis para a prática da lavoura. Esse é o principal motivo que leva os produtores a preferirem a prática da pecuária, que não exige muito investimento e o retorno é mais seguro.

De maneira geral, a pecuária é a atividade responsável pela ocupação da maior parte das terras da bacia hidrográfica estudada, sendo responsável inclusive pela maior arrecadação de ICMS do município, segundo a SEPLAN e o INCRA, apesar da proporção do efetivo bovino por hectare de pastagem ser baixo quando levado em consideração a área do município e conseqüentemente da bacia estudada.

6.3.2.2 Unidade 2: Superfícies artificiais

Em relação às superfícies artificiais da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, de acordo com as características de parcelamento do solo, foram adotadas as classes: área industrial (Curtume, Frigorífico, Aterro Sanitário e Porto de Areia) e as Rodovia, Estradas e Ferrovia. Essa unidade corresponde a 0,51% da área total da bacia, ou seja, 1,796 Km².

Apesar da área relativamente pequena, as atividades realizadas na área industrial, além da utilização das terras para a construção de rodovias, estradas e ferrovias, causa impactos bastante significativos quando comparado às terras utilizadas para pastagem do gado, cultivo e áreas em pousio. A seguir serão discutidas os aspectos referentes a superfícies artificiais e as classes adotadas para a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

- **Área industrial**

É importante conhecer as modificações introduzidas pelo homem, principalmente as de maior magnitude, como a urbanização e instalação de indústrias. O esforço de preservação dos fluxos vivos da natureza de uma região, como no caso da bacia hidrográfica estudada, traduz-se no conhecimento das bases físicas e das características econômico-sociais.

Na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito a modernização da agropecuária propiciou a conseqüente instalação de indústrias ligadas ao setor. Desta forma, será considerado para a bacia estudada, além da instalação de indústria frigorífica e do curtume, o uso do solo para a instalação do Aterro Sanitário da cidade de Três Lagoas e para a extração mineral do Porto de Areia localizado nas proximidades da foz do Ribeirão Palmito. Na tabela 6.9 estão expostos os dados referentes ao percentual de área utilizada para a atividade industrial na bacia estudada.

Tabela 6.9 Percentual de área utilizada para a atividade industrial na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

ÁREA INDUSTRIAL		
	Área (km ²)	%
Frigorífico, Curtume, Aterro Sanitário e Porto de Areia	2,712	0,77

Fonte: INPE – Imagem de satélite GRF SPOT, 2005.

A indústria frigorífica foi implantada em 1979 e trabalha com matéria-prima produzida no município, originária da pecuária de corte. Conforme Pereira (2002), sua instalação no município ocorreu praticamente por imposição da vigilância sanitária, visto que as condições do então matadouro municipal eram muito precárias.

Em 2002 a empresa *Frigotel – Frigorífico de Três Lagoas Ltda* gerava cerca de 780 (setecentos e oitenta) empregos diretos, utilizando mão de obra especializada (treinada pela própria empresa), com média salarial de acordo com o cargo do funcionário. Possui instalações e equipamentos modernos, com capacidade de abate diário de cerca de 750 (setecentos e cinquenta) cabeças nesse período. Na empresa são produzidos, além da carne, diversos outros produtos, como a farinha da carne, farinha de sangue, couro, sebo, entre outros, aproveitando toda matéria prima (PEREIRA, 2002).

[...] em relação à comercialização, 75% da produção são exportados por vias marítimas ou aéreas, para países da Europa, Ásia e Mercosul e o restante é consumido no mercado interno. Há um posto de comercialização no próprio frigorífico. Os subprodutos são vendidos para os estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, São Paulo e para o próprio estado de Mato Grosso do Sul (PEREIRA, 2002).

Na Figura 6.32 verifica-se as áreas utilizadas para a instalação do Frigorífico Três Lagoas e do Curtume Três Lagoas. Elas estão localizadas à jusante na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito, na área de transição entre o relevo de superfície sub-horizontal (rampa) e o de segmento plano (terraço fluvial do Rio Paraná).

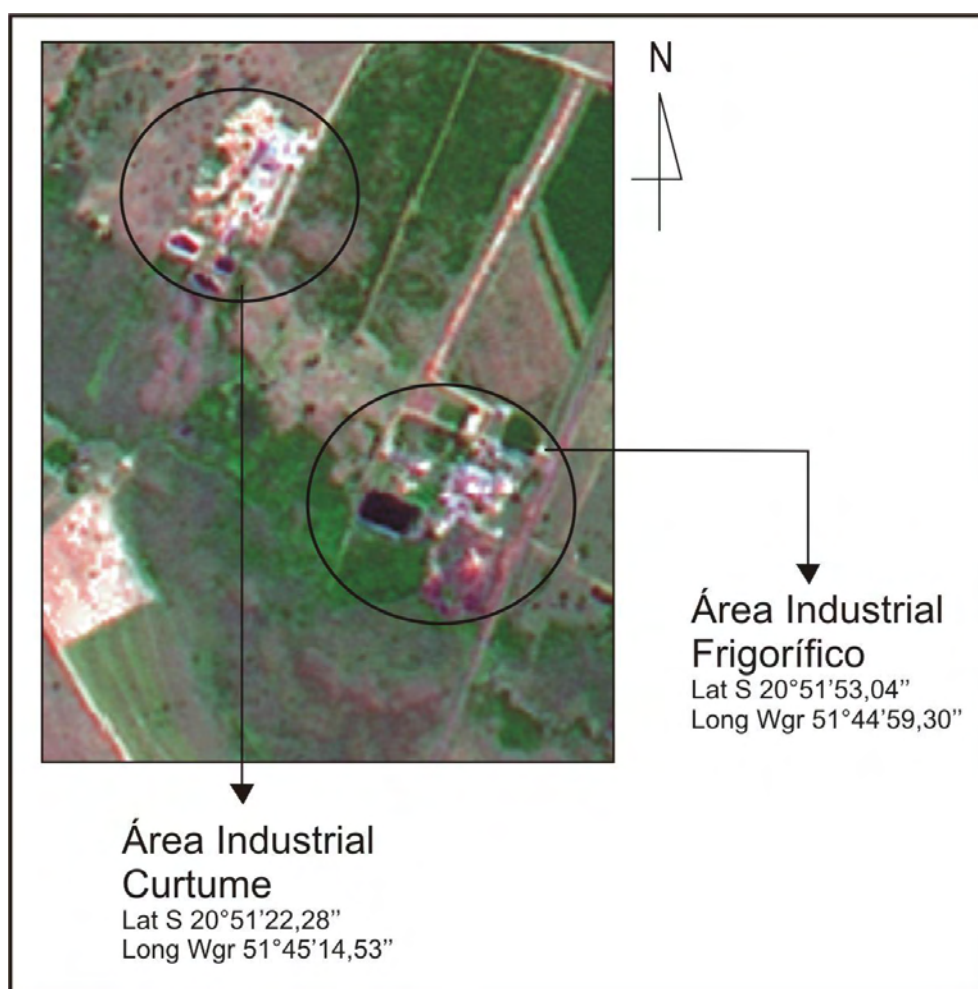


Figura 6.32 Área utilizada para a instalação de indústria frigorífica e de curtume na bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito.
Fonte: Imagem de Satélite SPOT GRF 2005.

Essas indústrias estão localizadas às margens do ribeirão Palmito, próximo a seção transversal 3 de estudo (Figura 6.33 e 6.34). Nessa região o canal fluvial sofre influxo do lançamento de dejetos industriais, alterando a qualidade da água nas áreas localizadas a jusante do frigorífico e do curtume, especialmente na ocasião de sua implantação, quando,

sem os devidos cuidados, o esgoto industrial era lançado sem tratamento algum no leito do rio. Por meio das exigências legais, a empresa buscou a reversão do quadro com a implementação do sistema de decantação através de lagoas.

Tal sistema é constituído por um filtro e quatro lagoas de decantação que recebem todos os dejetos advindos do abate de bovinos. O processo de limpeza e purificação da água obedece aos critérios estabelecidos pelo IBAMA. Os principais parâmetros exigidos para avaliar a água que será lançada no canal fluvial do ribeirão palmito são: pH, teor de sólido e coloração (CARDOZO, 1997).

Observa-se na imagem da Figura 6.32, exposta anteriormente, as lagoas de decantação e tratamento de resíduos industriais do Frigorífico e do Curtume, em conformidade com a legislação ambiental. Todavia, algumas vezes o esgoto sanitário é lançado diretamente no canal fluvial sem um tratamento prévio. Isso acontece devido à falta de fiscalização, principalmente nos finais de semana, e em razão do aumento significativo do abate de animais em certos períodos do ano, principalmente na época de chuvas. Esse fato foi comprovado pelas análises sedimentológicas da água do Ribeirão, abordadas no próximo capítulo, além dos episódios onde foi constatado o lançamento de resíduos a céu aberto (Anexo 1).

Quanto à composição dos esgotos sanitários, apresentam-se praticamente uniforme, constituídos primeiramente por matéria orgânica biodegradável, microorganismos (bactérias, vírus, etc.), nutrientes (nitrogênio, fósforo), óleos, graxas, detergentes, etc. (BENETTI e BIDONE, 2004).



Figura 6.33 Instalações do Frigorífico Três Lagoas na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito. Fonte: Arquivo pessoal (2006).



Figura 6.34 Áreas industriais às margens do ribeirão Palmito. Fonte: Arquivo pessoal (2006).

Na Figura 6.35 verifica-se a área utilizada para a instalação do Aterro Sanitário de Três Lagoas, na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito. Nos aterros é importante a gestão de produção de dejetos e de gases. De acordo com Benetti e Bidone (2004), a decomposição do lixo produz um líquido altamente contaminado, o chorume. Em caso de operacionalização inadequada dos rejeitos, o chorume atinge os mananciais subterrâneos e superficiais. Esse líquido contém concentração de material orgânico equivalente a 30 a 100 vezes o esgoto sanitário, além de microorganismos patogênicos e metais pesados.

Quanto ao destino dos resíduos sólidos urbanos, Nunes corrobora:

[...] Em recente pesquisa, realizada pelo PNSB (Pesquisa Nacional de Saneamento Básico) em 2000, editada pelo IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2002), que trata sobre a quantidade diária de lixo coletado, por unidade de destino final, segundo as Grandes Regiões, Unidades da Federação, Regiões Metropolitanas e Municípios das Capitais, ocorreu significativa melhoria na forma de disposição final do lixo coletado, expresso nos seguintes resultados: em 21,2 % os resíduos sólidos domésticos são depositados em vazadouros a céu aberto (lixão); em 0,10 % são depositados em vazadouros em áreas alagadas; em 37 % são destinados em aterros controlados; em 36,2 % eles são dispostos em aterros sanitários; em 4,4 % passam por estação de compostagem, estação de triagem ou incinerador e em 1,24 % são destinados em locais não fixos ou outras (NUNES, 2002).

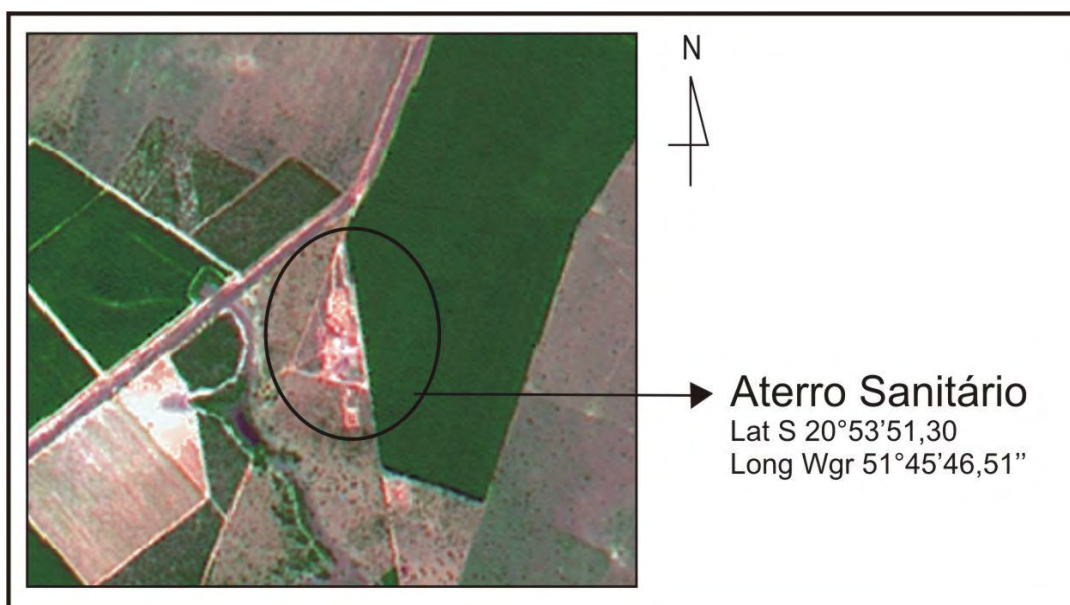


Figura 6.35 Área utilizada para a construção do Aterro sanitário da cidade de Três Lagoas (MS) na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Imagem de Satélite SPOT GRF 2005.

Nunes (2002) ressalta que, a Geomorfologia, em especial, contribui no processo de escolha de áreas para a construção de aterros sanitários, pois envolve conhecimento a respeito dos processos morfogenéticos atuantes em superfície e subsuperfície, ou seja,

processos endógenos e exógenos responsáveis pela modelagem do relevo. Para o autor, além dos aspectos geomorfológicos devem ser considerados os conhecimentos ligados às formações litológicas, que se relacionam às variações granulométricas e texturais faciológicas e sua conformação morfoestrutural, assim como as derivações pedológicas decorrentes destes aspectos, que geram características morfológicas e texturais do solo, adequadas ou não à implantação deste tipo de empreendimento.

A área destinada ao lançamento de resíduos sólidos está localizada à jusante na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, em áreas bastante aplainadas, mas de solos bastante friáveis e espessos (Figuras 6.36 e 6.37). O aterro não contempla um sistema de coleta dos resíduos líquidos (chorume), através de um sistema de impermeabilização dos materiais infiltrantes. Segundo Nunes (2002), neste caso ocorre a poluição dos cursos d'água próximos à área do aterro, por escoamento subsuperficial do chorume.



Figura 6.36 Instalações do Aterro Sanitário de Três Lagoas (MS) na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

Fonte: Arquivo pessoal (2007).



Figura 6.37 Área destinada ao lançamento de resíduos sólidos urbanos e de resíduos de serviços de saúde na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

Fonte: Arquivo pessoal (2007).

De modo geral, com o aumento da produção, principalmente de resíduos sólidos urbanos, a natureza passa a ser também um depósito dos dejetos produzidos pela sociedade. A apropriação indevida dos recursos, sem se conhecer antes a sua dinâmica de funcionamento, acarreta sérios problemas sócio-ambientais. Nesse sentido, determinadas áreas periféricas urbanas, tais como fundo de vales, várzeas de corpos d'água, vertentes de relevo dissecadas, terminam servindo de depósitos de lixo. Esses locais, do ponto de vista ambiental, são inadequados (NUNES, 2002).

Na bacia verifica-se também a prática da extração de areia às margens do Ribeirão Palmito (Figura 6.38). O Porto de areia está instalada na foz, em uma área de relevo plano, mas, como já especificado, de solos bastante frágeis e profundos.



Figura 6.38 Extração de areia na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2007).

No recorte da imagem orbital do ano de 2005 (Figura 6.39), nota-se que a área do Porto de Areia limita-se com uma reserva de mata residual bastante densa às margens do Ribeirão. Apesar da retirada de grande parte vegetação natural, essa região está significativamente preservada em relação a outras áreas da bacia.

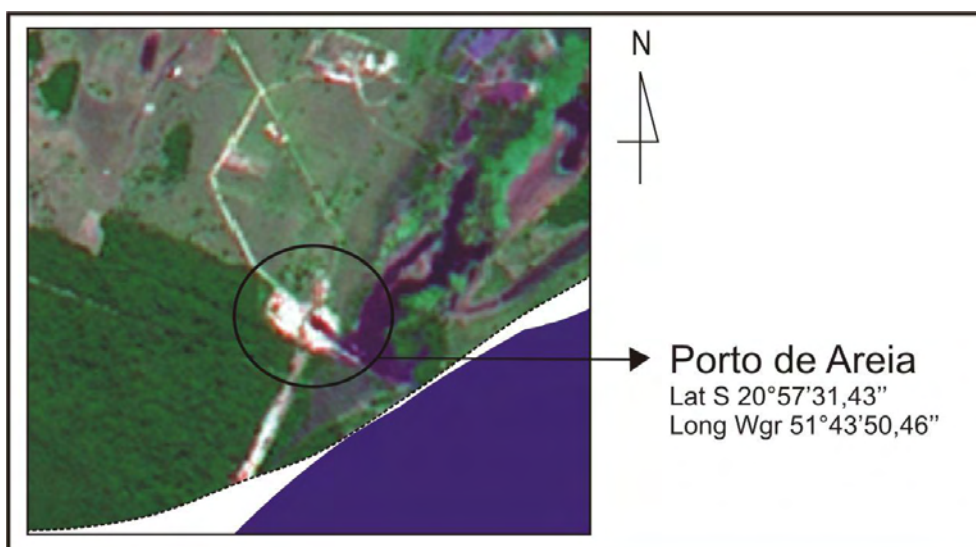


Figura 6.39 Área do Porto de Areia na foz do ribeirão Palmito.
Fonte: Imagem de Satélite SPOT GRF 2005.

- **Rodovia, Estradas e Ferrovia**

De acordo com Oliveira (2003), esta unidade reflete um ambiente alterado pela ação humana, reflexo das necessidades e a capacidade do ser humano em criar espaços artificiais, com funções desvinculadas do meio natural, onde os aspectos físicos, bióticos e abióticos deixam de ser condicionantes e passam a fornecer demonstrações de técnicas de engenharia.

Conforme visto, o ciclo hidrossedimentológico é alterado significativamente pela construção de rodovias e estradas e pela abertura de caminhos, uma vez que, em grande parte dessas vias observa-se a concentração do escoamento superficial em linhas paralelas próximo ao asfalto. Na tabela 6.10 estão expostos os dados referentes ao percentual de área utilizada para a construção de rodovias, estradas e ferrovia na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

Tabela 6.10 Percentual de área utilizada para a construção de rodovias, estradas e ferrovia na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

RODOVIAS, ESTRADAS E FERROVIA		
	Área (km ²)	%
Rodovias, Estradas e Ferrovia	0,845	0,24

Fonte: INPE – Imagem de satélite GRF SPOT, 2005.

Em 1974, de acordo com a carta topográfica da região da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito, a presença de dessas infra-estruturas é pequena, no entanto, a partir de meados de 1980, houve um fortalecimento do processo de loteamento de porções do território, devido ao processo de desmatamento.

Destaca-se na paisagem na área de estudo as rodovias pavimentadas. A MS-395 corta as terras à jusante na bacia, no sentido norte-sul (Figura 6.40). Já a MS-262 corta a bacia em áreas à montante, na direção leste-oeste (Figura 6.41).



Figura 6.40 Ponte sobre o ribeirão Palmito na rodovia MS-395.

Fonte: Arquivo pessoal (2006).



Figura 6.41 Rodovia MS-262 em áreas à montante na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

Fonte: Arquivo pessoal (2005).

Em relação ao reflorestamento, nota-se a presença de carregadores entre os talhões de eucalipto, utilizados para locomoção de pessoas, veículos e máquinas, no desenvolvimento da atividade de desbaste e no combate a possíveis incêndios (Figura 6.42).



Figura 6.42 Carregadores entre os talhões de eucalipto na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

Fonte: Arquivo pessoal (2007).

A fase de loteamento que sofreu a área da bacia estudada reflete o aumento de áreas construídas, tendo destaque as terras à montante, onde a abertura de estradas também foi bastante significativa (Figuras 6.43 e 6.44). Nessa região de maior declividade a

erosão linear é predominante devido à concentração do escoamento superficial em linhas paralelas próximo ao asfalto e nas estradas sem pavimentação.



Figura 6.43 Estrada em área à jusante na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2006).



Figura 6.44 Estrada em área de nascentes na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.
Fonte: Arquivo pessoal (2005).

Constata-se ainda nas estradas a ocorrência de processos de voçorocamento e ravinamento, principalmente em localidades cujo solo oferece pouca resistência e onde a cobertura vegetal é escassa ou inexistente, além de depósitos tecnogênicos a beira das mesmas.

Além disso, a ferrovia corta parte das terras do topo da bacia no sentido leste-oeste, onde nas proximidades há predominância da utilização dos solos para o reflorestamento em áreas arrendadas.

6.3.2.3 Unidade 3: Corpos aquosos

Na tabela 6.11 observa-se o percentual de área ocupada pelos corpos aquosos no período de levantamento das imagens utilizadas no estudo de uso e ocupação dos solos da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito. De maneira geral, observa-se que a área ocupada por essa unidade é relativamente pequena, quando comparada a bacias de outras regiões do país, devido às características climáticas, geológicas e geomorfológicas da região.

Uma vez que a descarga e outras características hidrológicas dependem das características dos cursos d'água e áreas inundadas na bacia, constata-se que a

porcentagem de área ocupada pelos corpos aquosos está diretamente relacionada a densidade de drenagem e a hierarquia fluvial da área de estudo, que são baixas.

Tabela 6.11 Percentual de área ocupada por corpos aquosos na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

CORPOS AQUOSOS		
	Área (km ²)	%
Cursos d'água e áreas inundadas	1,726	0,49

Fonte: INPE – Imagem de satélite GRF SPOT, 2005.

Além disso, de acordo com a interpretação estabelecida pelas informações extraídas da rede de drenagem da carta topográfica de 1974, constatou-se a ausência de cursos d'água de 1ª ordem, presentes na carta topográfica, porém, inexistentes nas imagens de 2001 e 2005. No entanto, é necessária a realização de estudos mais detalhados sobre esse aspecto, conforme explicitado anteriormente. Esses cursos omissos eram intermitentes e estavam inseridos em porções da bacia que sofreram intensa intervenção humana.

Portanto, as características dos corpos aquosos da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito refletem o avanço do uso e ocupação das terras da área, que após as décadas de 1970/80 sofreu intenso processo de desmatamento, loteamento e posteriormente o reflorestamento de eucalipto, além da instalação de indústrias, o que causou um desequilíbrio devido à retirada da mata original.

Após os estudos dos aspectos referentes ao uso e ocupação do solo na área de estudo, no próximo capítulo serão tratadas as características e a distribuição das partículas de fundo e do material em suspensão na água do ribeirão Palmito, além das características fluviométricas e hidrodinâmicas do canal fluvial.

7 DINÂMICA HIDROSEDIMENTOLÓGICA DO RIBEIRÃO PALMITO

Dentro do ciclo erosivo-sedimentológico, parte das partículas de solo removidas são carregadas até os cursos d'água constituindo fonte de perturbações físicas da forma do canal e alterações físico-químicas da água. Todo esse processo tem sido acelerado pelo uso mal dimensionado e excessivo do solo, além da ocupação desordenada promovida pelo homem, uma vez que, a cada dia a ação antrópica altera mais os aspectos do meio físico. No Brasil, onde não observa-se a realização de projetos alternativos, como, por exemplo, o sistema de plantio direto, a agricultura orgânica, técnicas de terraceamento, entre outras, a fertilidade dos solos e qualidade da água vem diminuindo assustadoramente, sendo impossível promover a manutenção da biodiversidade.

A transferência de sedimentos nos meios fluviais tem importância dentro dos aspectos sedimentológicos e também ecológicos, dependendo do padrão de transporte e dos produtos das vertentes que chegam até os rios. A ação antrópica tem grande influência para com a qualidade e quantidade de produtos que o rio transporta (ROCHA e SOUZA FILHO, 1995).

Para Semmelmann e Bordas (2004), três grandes conjuntos constituem as peças mestras do sistema natural de produção de sedimentos de qualquer bacia, são eles: interflúvios ou vertentes que constituem a área de captação e produção de sedimentos; leitos ou calhas em que se concentra o escoamento e que têm por papel principal a propagação até a saída da bacia do complexo água/sedimentos produzidos pelo interflúvio; e planícies aluviais ou várzeas que circundam as calhas e que funcionam como receptores dos sedimentos produzidos mais a montante, quando os rios transbordam, ou como áreas fornecedoras de sedimentos no resto do tempo.

Entretanto, apesar da importância do entendimento da dinâmica do transporte de sedimentos, esses estudos ainda são raros no Brasil. Segundo Cunha (2001) a extensão do território, associada a uma rede de coleta de dados hidrológicos/sedimentométricos ainda insuficiente, tem dificultado conhecer o comportamento das bacias hidrográficas. A sistematização da coleta de dados fluviométricos é relativamente recente, datando de 1933, com a criação da Divisão de Águas, subordinada ao Ministério da Agricultura. Por essa razão, existem, ainda, regiões onde se há postos de coleta de dados e carga de sedimentos dos rios é totalmente desconhecida.

Portanto, o diagnóstico da dinâmica hidrossedimentológica articulado aos elementos sócio-ambientais, suas causas e consequências, é primordial para o entendimento das características morfodinâmicas da bacia hidrográfica estudada e para a realização de uma proposta de manejo geomorfológico para o ecossistema. Desta forma, ao longo deste capítulo serão tratados os aspectos referentes à caracterização e distribuição das partículas de fundo e em suspensão na água do ribeirão Palmito, além das características fluviométricas e hidrodinâmicas do canal fluvial.

7.1 Características hidrológicas e hidrossedimentológicas da Bacia hidrográfica do Rio Paraná

O ribeirão Palmito é um dos afluentes da margem direita do rio Paraná, desaguando em sua planície aluvial à jusante do reservatório de Jupia, na divisa entre os estados de Mato Grosso do Sul e São Paulo. Neste trecho, embora percorrendo formas suavizadas, o rio Paraná ao atingir os derrames basálticos da Formação Serra Geral precipita-se em corredeiras, saltos e cachoeiras, que o caracterizam como o rio de maior potencial hidráulico do país.

[...] O curso superior do rio Paraná, é um dos trechos fluviais mais barrados a nível mundial. A bacia hidrográfica possui em torno de 120 barragens de grande porte, instaladas em sua grande maioria a partir da década de 60. A operação dos reservatórios formados pelos barramentos é feita de modo que parte do excesso de água que entra na bacia hidrográfica nos períodos de chuva é acumulada para permitir a geração de energia na estação seca (SOUZA FILHO, 1999).

O rio Paraná é o décimo rio do mundo em comprimento, a segunda maior bacia hidrográfica da América do Sul e o principal rio da bacia de La Plata. Se estende por 3.970 km de sua nascente, na confluência dos rios Grande e Paranaíba, até sua foz no estuário do Plata. Sua bacia hidrográfica abrange uma área de 2.800.000 Km² de área, drenando desde os Andes orientais até a Serra do Mar, junto ao oceano Atlântico (ROCHA e SOUZA FILHO, 1995).

Segundo Cunha (2001), a bacia hidrográfica do Paraná drena parte dos estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul. O rio Paraná é típico de planalto (sedimentos antigos, primários, secundários e rochas eruptivas básicas) que, juntamente com os seus formadores e afluentes, desce os degraus escalonados de basalto do planalto Meridional.

O débito do rio Paraná teve, de 1964 a 1989 em Porto São José – PR, a vazão média de 8.884 m³/s sendo que a cheia de maior magnitude teve a vazão de 33.740 m³/s em 1983. Neste período o rio transbordou suas margens, invadindo toda a várzea, que varia de 4 a 8 km nessa área. A descarga sólida do rio nessa área é de 30 x 10⁶ ton/ano para a carga total, sendo 27 x 10⁶ para a carga suspensa e 3 x 10⁶ para a carga de fundo (ITAIPU BINACIONAL, 1990 *in* ROCHA e SOUZA FILHO, 1995).

Além disso, através dos estudos batimétricos dos canais do rio Paraná, a morfologia das formas de leito e barras mudam drasticamente, assim como o talvegue, em consequência da relativamente alta carga sedimentar. No rio Paraná podem ser encontrados quatro grupos de formas de leito, as ondulações (ripples), mega-ondulações (mega-ripples), dunas subaquosas (dunas) e as ondas de areia (sandwaves), controladas pelo regime do rio, através das modulações das formas erosivas e deposicionais pela intensidade, durações e recorrência das cheias (STEVAUX, 1993).

Conforme Cunha (2001), a bacia do Paraná é uma das que possui o maior número de informações sobre carga de sedimentos dos seus rios. Na tabela 7.1 estão expostos os índices de concentração média anual de carga sedimentar em suspensão para alguns rios localizados na bacia hidrográfica do Rio Paraná.

De acordo com dados da *Eletrobrás Centrais Elétricas/IPH*, as estações de coleta de sedimentos na bacia hidrográfica do Rio Paraná apresentam para os rios concentração média anual de sedimentos em suspensão superiores a 100 mg/l. Os maiores valores foram encontrados nos rios Ivaí (PR), em Novo Porto Taquara (584 mg/l), Grande (formador do rio Paraná, junto com o rio Paranaíba) em Macaia (420 mg/l).

Para corroborar, Stevaux (1993) esclarece que, as maiores concentrações de sólidos suspensos, principal carga do rio Paraná, entre 1988 e 1989 ocorreram em abril e novembro, baixando sensivelmente com o aumento da descarga na época de cheia (dezembro a março), embora as maiores concentrações devessem ocorrer em épocas de maior energia do sistema fluvial, o que demonstra o efeito e impacto dos reservatórios a montante.

Tabela 7.1 Sedimentos em Suspensão para os rios da bacia hidrográfica do Rio Paraná até outubro de 1986.

Rio	Nome do Posto	Área de Drenagem (km ²)	Concentração Média Anual de Sedimento em Suspensão (mg/l)
Paraíba	Porto dos Pereiras	10.160	202,0
Paraíba	Cachoeira do Sertão	22.700	177,0
Araguari	Capim Branco	18.700	237,0
Corumbá	Ponte São Bento	26.200	319,0
Paraíba	Cachoeira Dourada	99.700	132,0
Das Mortes		1.030	117,0
Grande	Macaia	14.854	420,0
Sapucai	Itajubá	869	181,0
Mogi-Guaçu	Mogi-Guaçu	3.834	155,0
Mogi-Guaçu	Pto. Cunha Bueno	12.291	107,0
Aguapeí	Faz. Bom Retiro	3.670	136,0
Aguapeí	Valparaíso/Adamantina	8.643	213,0
Das Cinzas	Granja Garota	3.976	262,0
Tibaji	Porto Londrina	18.768	195,0
Tibaji	Jataizinho	21.955	147,0
Pirapó	Vila Silva Jardim	4.627	290,0
Do Diabo	Clube Campestre	445	105,0
Surugá	Paraíso do Norte	201	136,5
Ribeirão do Rato	Poço Artesiano	27	249,0
Ribeirão do Rato	Faz. Luso-Brasileira	61	107,0
Ribeirão Água do Meio	Faz. São Jorge	29	122,8
Ribeirão das Antas	Sítio Santo Antônio	331	134,0
Piava	Sítio São Lucas	196	130,0
Ribeirão das Antas	Águas de Jacu	980	301,0
Ivaí	Novo Porto Taquara	34.432	584,0
Goio-Erê	Faz. Uberaba	2.941	108,0

Fonte: ELETROBRÁS/IPH (1992) in CUNHA, 2001.

7.2 Caracterização fluviométricas da bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito

As características fluviométricas da bacia refletem as características erosivas das vertentes e os processos hidrodinâmicos do canal fluvial e vice-versa, e por sua vez, juntamente com o regime de descargas, influenciam o trabalho do canal através do transporte de partículas do rio, o padrão de erosivo/deposicional e sua geometria.

Assim, para a caracterização do regime hidrossedimentológico na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito serão tratadas as características fluviométricas do canal

fluvial, por meio do perfil longitudinal do rio, da batimetria do canal fluvial e da velocidade fluxo das águas do ribeirão, uma vez que, a origem dos padrões fluviométricos e hidrodinâmicos está relacionada ao ajuste com a energia do sistema de drenagem, na busca de um perfil ideal de equilíbrio.

7.2.1 Perfil longitudinal

O perfil longitudinal de um rio mostra a sua declividade, ou gradiente, sendo a representação visual da relação entre a altimetria e o comprimento de determinado curso de água, para as diversas localidades situadas entre a nascente e a foz. Para muitos rios a curva representativa dessa relação tem a forma parabólica e o perfil típico é côncavo para o céu, com declividades maiores em direção da nascente e com valores cada vez mais suaves em direção de jusante. A declividade do canal, em qualquer ponto, simplesmente é a tangente do perfil no referido ponto (CHRISTOFOLETTI, 1981).

De acordo com o perfil longitudinal de um rio, além de sua relação com a carga detrítica, Cunha ressalta:

[...] a forma do perfil reflete o ajuste do rio a diferentes fatores, com distintas flutuações (volume e carga da corrente, tamanho e peso dos sedimentos transportados, declividade, geologia da calha e clima, entre outros) e a propagação das ações erosivas e deposicionais para a montante, que tendem a alterar a declividade e a forma do canal, eliminando as irregularidades da calha com o passar do tempo. A forma do perfil do rio procura atingir o equilíbrio entre a carga que entra e a que é transportada, representando um perfil côncavo e liso.

Essa visão teórica do perfil longitudinal é modificada, na prática, pela presença de controles, na maioria estruturais, que originam importantes níveis de base regionais e locais, seccionando, dessa forma, o curso d'água em segmentos individualizados com perfis de equilíbrio próprios (CUNHA, 1995).

O perfil longitudinal do Ribeirão Palmito foi extraído da carta topográfica com escala de 1:100000, desta maneira não foi possível uma análise mais detalhada das curvas características do canal principal (Figura 7.1). A declividade entre a foz e a nascente pode ser observada na linha contínua. Na linha seccionada observa-se o possível perfil de equilíbrio, onde segundo Christofolletti (1980), o rio não entalha nem deposita, sendo mero agente transportador.

De acordo com o perfil longitudinal do Ribeirão Palmito, a cada quilometro ao longo do canal principal observa-se uma queda de 3,63 metros de altitude. Observa-se

ainda que, a declividade é tanto menor quanto mais próximo à foz da bacia, o que explica o meandramento do canal fluvial nas áreas à jusante.

A concavidade observada no trecho superior do Ribeirão Palmito está relacionada ao fato de que à montante observa-se uma área de coleta de sedimentos e de erosão pelo interflúvio. No trecho médio notamos a curva característica de áreas de transporte de material. Já nas áreas à jusante na bacia verifica-se uma grande diminuição do perfil côncavo, o que implica no processo de sedimentação fluvial.

Declividade do canal

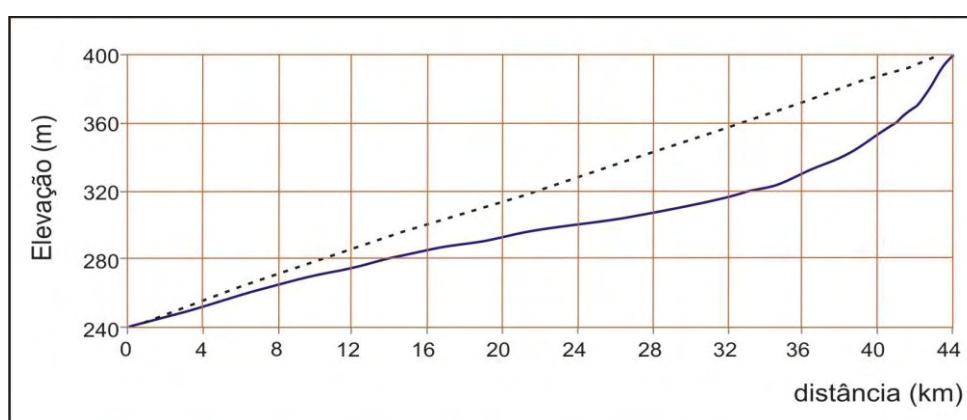


Figura 7.1 Perfil longitudinal do ribeirão Palmito.

Fonte: IBGE, Carta topográfica de Três Lagoas SF.22 V-D-II, MI 2629 (1974).

Os ajustes e ou alterações nos canais fluviais, provocam a busca de um novo estado de ajuste. Neste intervalo de tempo, novas relações entre trabalho e forma do canal se estabelecem. Os princípios e leis que regem a dinâmica fluvial ao longo do perfil longitudinal dos rios e a busca do equilíbrio explicam os diferentes trechos existentes (ROCHA, 2002).

Para o autor supramencionado, de maneira prática, são esperadas áreas erosivas no trecho superior e áreas de transporte e áreas deposicionais nas porções média e inferior de rio, respectivamente, considerando sua foz ou os seus níveis de base, conforme nota-se no perfil longitudinal do ribeirão Palmito.

Nota-se ainda, de acordo com o perfil, que a diminuição da concavidade na parte inferior da bacia está relacionado à diminuição das classes granulométricas da carga de material sedimentar transportado em direção à foz do canal. Neste contexto, segundo Christofolletti (1980), o gradiente é maior nas proximidades das cabeceiras a fim de manter a velocidade e competência suficiente para transportar detritos grosseiros que lhe eram

fornecidos. Em direção da embocadura os sedimentos tornam-se menores, de granulometria mais fina, e a velocidade necessária para transportá-los também diminui.

De modo geral, a declividade do canal fluvial do ribeirão Palmito, cuja diminuição tem decorrência da erosão das cabeceiras e da formação de depósitos nas partes mais baixas, está relacionada diretamente a rugosidade do canal e, principalmente, a velocidade média de suas águas.

As três zonas do sistema fluvial do ribeirão Palmito (erosão na parte superior, transporte no trecho médio e deposição na parte inferior) apresentam características morfológicas e dinâmicas peculiares, conforme veremos mais adiante. As propriedades do sistema dependem do tempo de evolução, das características litológicas e geomorfológicas das vertentes e da bacia, da cobertura vegetal, das precipitações, da descarga fluvial e da carga de sedimentos do rio.

7.2.2 Batimetria

Em relação à forma e sinuosidade dos canais fluviais, deve-se levar em consideração os diversos fatores que interagem, afetando e sendo afetados pela morfologia do canal (Figura 6.3). A rugosidade do leito, ou seja, as características topográficas verificadas no fundo do canal, influenciadas pela disposição dos sedimentos e pelas formas preexistentes, estão diretamente relacionadas à granulometria desses sedimentos. As relações entre as variáveis do sistema caracterizam um conjunto dependente composto pelas características do escoamento fluvial por meio do conjunto velocidade, ou seja, a quantidade de água total e sedimentos que alcança e flui no rio; e pelas características morfométricas do canal fluvial.

A velocidade do fluxo aumenta em proporção inversa à rugosidade do leito, quanto menor as irregularidades na topografia do canal o fluxo se torna mais caótico, com a formação de correntes secundárias. A velocidade varia de um lugar para o outro, mesmo ao longo do perfil transversal em determinado ponto (Figura 7.2). Em geral, no perfil transversal, a parte de maior velocidade localiza-se abaixo do nível superficial, enquanto as de menor situam-se próximas às paredes laterais e ao fundo, desta maneira:

[...] a distribuição da turbulência e da velocidade nos cursos fluviais, assinalando que nos canais simétricos a velocidade máxima da água está abaixo da superfície e centralizadas. A partir do centro, lateralmente, estão dispostos setores de velocidades moderadas, mas de alta turbulência, essas sendo maiores nas proximidades do fundo. Nas partes próximas às

paredes e ao fundo, o fluxo apresenta baixas velocidades e turbulência. Nos canais assimétricos, a zona de máxima velocidade desloca-se do centro para o lado de águas mais profundas, enquanto os setores de máxima turbulência apresentam comportamento diferente, elevando-se o do mais raso e rebaixando-se o do mais profundo. Isso explica, com facilidade, o deslocamento lateral que se verifica na distribuição das velocidades nos canais meandantes (CHRISTOFOLETTI, 1980).

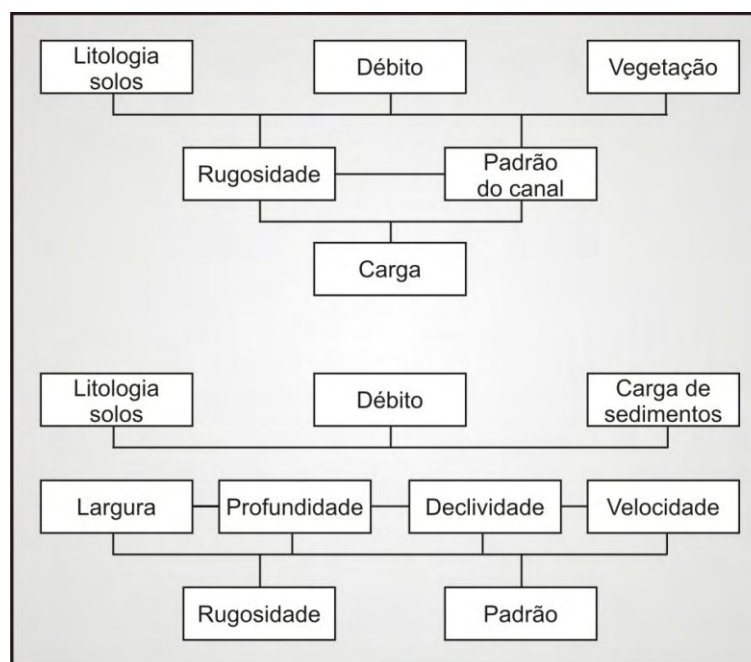


Figura 7.2 Estrutura dos fatores afetando a morfologia do canal fluvial.
Fonte: Morisawa e LaFlure (1979) in Christofolletti (1999).

De acordo com as características batimétricas, no Ribeirão Palmito a razão largura/profundidade é pouco variável ao longo do perfil longitudinal do rio. Na seção transversal amostrada¹⁴ (seção 3 de estudo), que serviu como padrão, a largura do rio, ou seja, a largura da superfície da camada de água recobrindo o canal é de aproximadamente 3,65 m (Figura 7.3). Essa largura tem relação inversa ao raio hidráulico e está diretamente relacionada à profundidade da coluna d'água, que na bacia estudada é de aproximadamente 90 cm.

¹⁴ De acordo com os objetivos propostos e devido ao fato de que não verifica-se diferenciações significativas na razão largura/profundidade e nas formas características do canal principal ao longo do seu perfil, optou-se pela amostragem das características batimétricas através da seção 3 de estudo no Ribeirão Palmito.

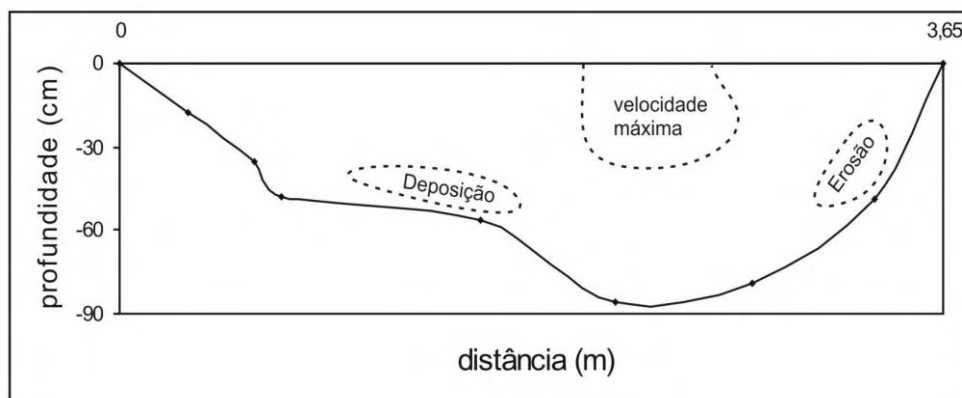


Figura 7.3 Perfil batimétrico transversal do canal fluvial principal na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

Nessa seção verifica-se canal único ao longo de seu perfil longitudinal e o talvegue mostra traçado levemente sinuoso e indica formas características de canais meandantes, através da erosão na margem cônica e deposição na margem convexa (*point bar*).

Conforme a classificação de Schumm (1977), com base nos valores do índice de sinuosidade, que para o Ribeirão Palmito é próximo de 1,3, o canal é classificado como “transicional”. Nos canais transicionais observa-se à formação de barras em pontal e carga predominantemente arenosa (depósitos de areias quartzosas), além da planície de inundação, induzindo assim a interpretação de uma possível evolução para um padrão meandrante.

Propõe Christofletti (1981) que, o padrão meandrante é utilizado para designar o tipo de canal fluvial em que o rio descreve curvas sinuosas, harmoniosas e semelhantes entre si, através de um trabalho contínuo de escavação na margem cônica (local de maior velocidade da corrente) e de deposição na margem convexa (local de menor velocidade).

Desta maneira, o padrão do canal está intimamente ligado à planície de inundação do sistema fluvial que surge, pois, composta por variados depósitos do canal e de transbordamento. A morfologia da planície depende das características das vertentes e do transporte de sedimentos das mesmas, além dos depósitos do canal (barras).

Quanto à relação entre o perfil batimétrico do canal fluvial, as formas de relevo da bacia hidrográfica e a influencia no processo de transporte do ribeirão Palmito, em direção de jusante há aumento proporcional da largura, da profundidade e das velocidades das águas. Com o aumento da largura/profundidade do canal fluvial há elevação dos valores de raio hidráulico e, concomitantemente, diminuição relativa da influência exercida pela rugosidade.

A rugosidade do canal representa a resistência ao fluxo, em função da granulometria de sedimentos, da topografia do leito e do perfil transversal do canal. O aumento do valor do raio hidráulico e a diminuição relativa da rugosidade indicam maior eficiência do fluxo, que se reflete no aumento da velocidade, compensando o decréscimo que se observa na declividade do canal.

Neste contexto, em relação às características batimétricas do canal fluvial, Semmelmann e Bordas (2004) escrevem que, as alterações decorrentes da ação antrópica podem ser rápidas ou lentas, espetaculares ou insidiosas. A formação de voçorocas, a erosão das margens dos rios, ou o assoreamento de reservatório constituem as manifestações mais facilmente perceptíveis dessas alterações; o mesmo não acontece com o rebaixamento ou a sobrelevação do fundo de um rio, que demoram geralmente vários anos para serem detectadas; esse fato dificulta sobremaneira a solução do problema (supondo que ainda a como reverter a situação encontrada).

7.2.3 Velocidade de fluxo

Em seu movimento rumo à saída de uma bacia hidrográfica, a água por esta interceptada flui sobre (ou dentro) as rochas e os solos que formam ou revestem as vertentes e as calhas da rede de drenagem. Os obstáculos que ela encontra determinam os caminhos que ela vai seguir e a velocidade com que ela se deslocará, e dissipam boa parte da energia de que está provida, ao propiciar que as partículas sólidas sejam removidas e transportadas nas vertentes ou nos rio, pelo fluxo líquido. Embora esporádicos, o deslocamento dos sedimentos carregados pelo escoamento superficial e outros processos acabam provocando o remanejo e a redistribuição pela bacia de ponderáveis massas de partículas sólidas, a ponto de poderem, eventualmente alterar o ciclo hidrológico e, certamente, afetar o uso, a conservação e a gestão dos recursos hídricos (BORDAS e SEMMELMANN, 2004).

Fernandez *et al.* (2000) monitorou as condições de fluxo do Rio Paraná, efluente do Ribeirão Palmito, e encontrou uma média de 0,91 m/s de velocidade de fluxo, chegando a 1,4 m/s em períodos chuvosos.

Na Tabela 7.2 estão apresentados os índices de velocidade de fluxo para as seções de estudo no Ribeirão Palmito nos períodos amostrados. A velocidade média é de aproximadamente 0,30 m/s, podendo chegar a 0,68 m/s, ou seja, uma velocidade de fluxo baixa, principalmente na seção 1, quando comparada a trechos do rio Paraná, onde deságua.

Tabela 7.2 Velocidade de fluxo (m/s) no Ribeirão Palmito.

Velocidade de fluxo (m/s)				
	dez/05	mar/06	jun/06	set/06
S1	0,20	0,25	0,14	0,12
S2	0,50	0,33	0,25	0,20
S3	0,68	0,52	0,27	0,33
S4	0,37	0,33	0,20	0,20

S1 (Seção 1); S2 (Seção 2); S3 (Seção 3); S4 (Seção 4).

Nota-se que, a velocidade do fluxo é sempre maior na seção 3 (Figura 7.4), onde o contato do domínio de colinas com o terraço fluvial promove uma maior inclinação do gradiente hidráulico. Desta maneira, os índices de velocidade de fluxo nessa seção de estudo devem-se a declividade mais acentuada do canal fluvial e a atuação de soleiras. Para Tucci (2004), quanto maior a declividade ao longo do perfil do canal maior será a velocidade do escoamento e, mais pronunciados e curtos serão os episódios de inundação.

Vale destacar que, com o aumento da velocidade de fluxo, associado ao aumento da turbulência, pode haver maior transporte de material em suspensão, e a partir do atrito da água e das partículas junto às margens, poderá ocorrer um aumento da corrosão, levando a um solapamento da base do barranco, conforme será abordado mais adiante. Este trabalho erosivo conduz ao processo de desmoronamento por solapamento.

Concomitantemente, observa-se ainda uma quantidade baixa de material sedimentar de fundo no canal fluvial na seção 3, onde a velocidade da corrente é maior, uma vez que boa parte do sedimento que chega é arrastado, impossibilitando inclusive a coleta de sedimentos.

Já na seção 1 a velocidade do fluxo é menor que nas outras seções de estudo, por se tratar das áreas de cabeceira de drenagem onde, de acordo com as características fisiográficas da bacia, a concentração do fluxo é menor e insuficiente para gerar turbulência.

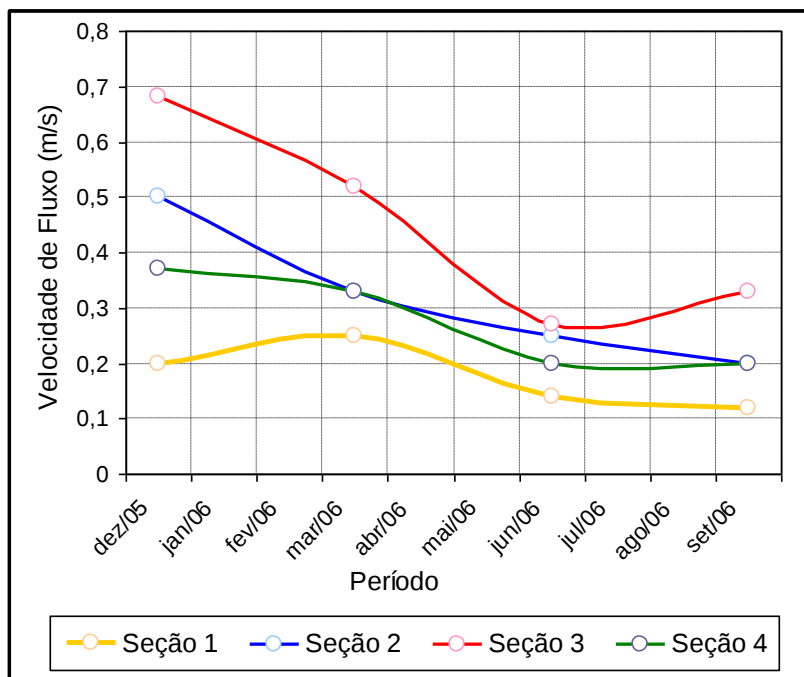


Figura 7.4 Índices de velocidade nas seções de estudo na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito

De maneira geral, a variação espaço-sazonal dos índices de velocidade do fluxo devem-se as características fisiográficas da bacia e do canal fluvial e aos períodos de chuvas e de estiagem, que controlam a flutuação do nível do canal de drenagem e, conseqüentemente, a ação abrasiva diferencial nas margens. Além disso, é importante ressaltar ainda que, tanto as características fisiográficas da bacia quanto a morfologia do canal fluvial estão diretamente ligadas ao uso e ocupação do solo nas vertentes, conforme abordado no capítulo anterior.

Neste contexto, quanto às características das precipitações na bacia estudada além da periodicidade das medidas de velocidade de fluxo do canal, foram correlacionados os índices de velocidade e as chuvas médias. Por meio da correlação descritiva observa-se que as taxas de precipitação média dos 10 dias que antecederam a coleta influenciaram mais significativamente a variação dos índices de velocidade de fluxo no Ribeirão Palmito (Figura 7.5).

A influência das chuvas dos últimos 10 dias na velocidade de fluxo do ribeirão Palmito pode ser explicada pelo fato de que a água que precipita nas terras da bacia leva certo tempo para atingir o sistema de drenagem, tanto por meio do escoamento superficial quanto por meio do escoamento sub-superficial, ainda mais lento. Além disso, parte da carga detrítica dos cursos d'água é obtida pela ação erosiva que as águas exercem sobre as margens e fundo do leito, todavia, a maior parte é fornecida pela remoção detrítica das

vertentes, o que influencia diretamente as características do fluxo de água no canal fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1981).

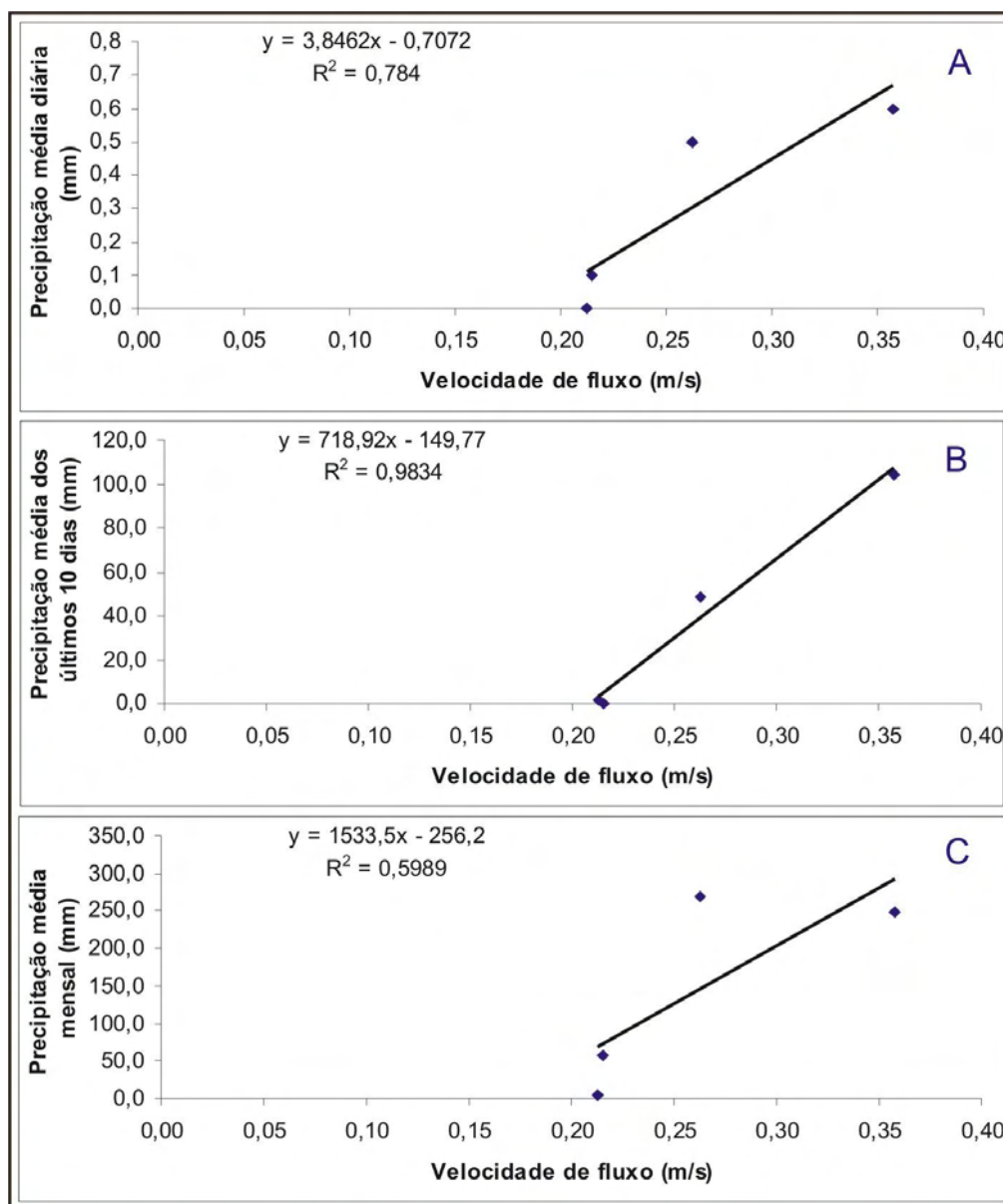


Figura 7.5 Correlação descritiva entre os índices de velocidade de fluxo e precipitação média na bacia. A, B e C representam, respectivamente, a influência da precipitação média diária, da precipitação dos últimos 10 dias e da precipitação média mensal na velocidade do fluxo.

A seguir serão discutidas as características do material sedimentar do Ribeirão Palmito. É importante ressaltar que as condições de fluxo, que determinam a velocidade de fluxo e a variação da altura da coluna d'água do canal, é fator determinante na ação erosiva das correntes sobre as margens.

7.3 Caracterização hidrossedimentológica da Bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito

De acordo com a dinâmica hidrossedimentológica do canal fluvial, Bordas e Semmelmann verificaram que:

[...] predominam a erosão no trecho superior da rede de drenagem, o transporte no trecho médio e os depósitos no curso inferior. Onde existe solo, a erosão nas vertentes (conhecida como erosão geológica, por oposição a erosão acelerada de origem antrópica) processou em ritmo compatível com a formação do mesmo, garantindo, dessa forma, a evolução equilibrada do sistema mantida as condições tectônicas e climáticas (BORDAS e SEMMELMANN, 2004).

Os rios são os principais agentes de transporte dos detritos provenientes do canal fluvial e das vertentes da bacia de drenagem. Conforme visto, o processo de transporte do material pode ocorrer por meio da carga sedimentar de fundo, carga sedimentar em suspensão e carga sedimentar dissolvida. Para o ciclo hidrossedimentológico é de maior significância a análise da carga de partículas de fundo e em suspensão, devido aos impactos causados ao leito do canal e as planícies fluviais, corroborando com o processo de erosão, transporte e aporte de partículas nas áreas da bacia de drenagem e com a descarga de material sedimentar em áreas à jusante da bacia.

Na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito para a caracterização da dinâmica erosivo/sedimentológica do canal fluvial foram realizadas análises qualitativas de material do leito do canal, através da granulometria das partículas de fundo, além de estudos relacionados à descarga sólida em suspensão (SST), conforme veremos a seguir.

7.3.1 Carga de partícula do leito

Tendo por fim um melhor entendimento da dinâmica de relações observadas no contexto dos canais e das bacias fluviais, na Figura 7.6 estão explícitas as relações observadas no contexto dos canais e das bacias fluviais. Merece destaque a correlação existente entre a declividade das terras na bacia hidrográfica e ao longo do perfil longitudinal do rio e o tamanho dos sedimentos percentil 50 do leito do canal, assim como a inexistência do sedimento. Desta maneira a declividade do canal e das vertentes, além da razão largura/profundidade, influencia diretamente a velocidade de fluxo no canal fluvial.

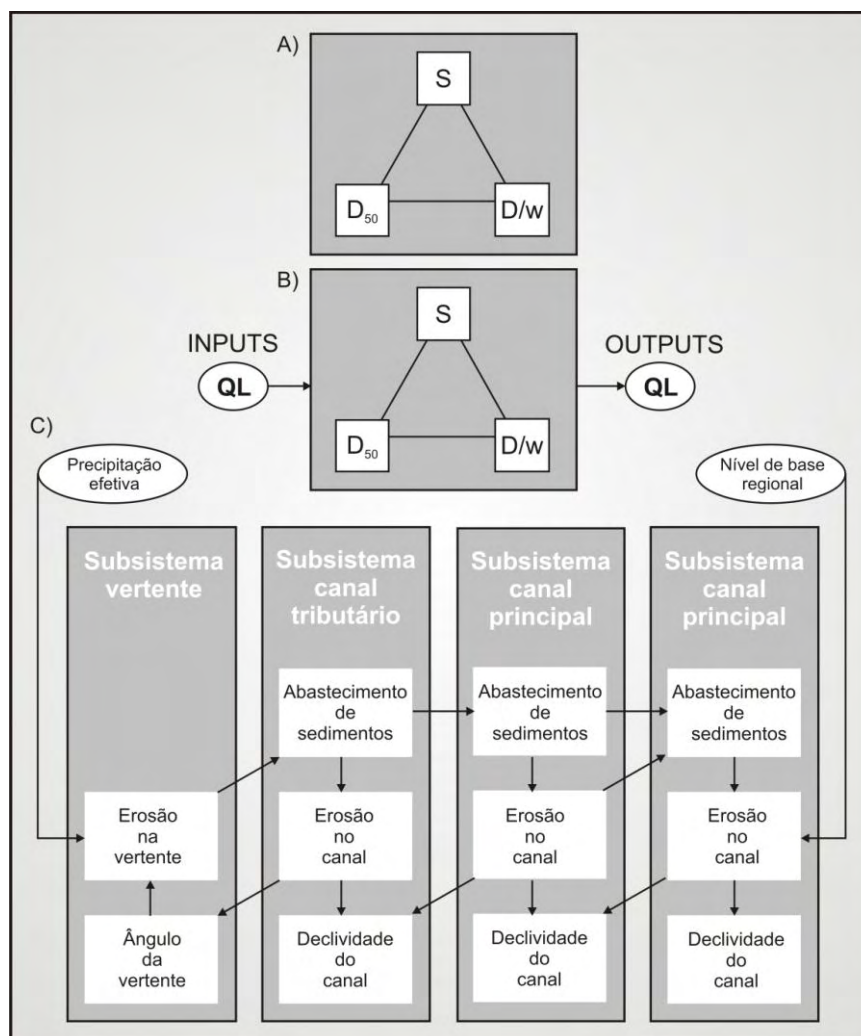


Figura 7.6 Relações observadas no contexto dos canais e das bacias fluviais. S (declividade); D_{50} (tamanho dos sedimentos percentil 50 do leito do canal); D/w (razão largura/profundidade); QL (débito fluvial e carga dos sedimentos).

Fonte: Petts e Amoros (1996) in Christofolletti (1999).

A representação de sistemas morfológicos simples (A) mostra as relações positivas (+) e negativas (-) entre declividade (S), tamanho dos sedimentos percentil 50 do leito do canal (D_{50}) e forma do perfil transversal expressa como relação entre a profundidade (D) e largura (w). A representação intermediária (B) mostra o sistema como parte de um sistema de processo-resposta, no qual as variáveis morfológicas encontram-se ajustadas às mudanças verificadas no débito fluvial (Q) e carga dos sedimentos (L). Na representação C os circuitos de retroalimentação negativa interligam sistemas em cascata e sistemas morfológicos, explicando a seqüência complexa das interações entre os setores dos principais canais, tributários e vertentes, que resultam de uma mudança da precipitação ou do nível de base regional.

Na representação intermediária das relações observadas nos canais e bacias (B) verifica-se que o sistema é parte de um processo-resposta, no qual as variáveis

morfológicas encontram-se ajustadas às mudanças verificadas no débito fluvial e material sedimentar tanto do leito quanto em suspensão no canal.

Através das relações observadas no contexto dos canais e das bacias fluviais podemos averiguar também a importância da precipitação efetiva para as vertentes e para o canal fluvial, através das características topográficas da bacia e do interflúvio, por meio da erosão e do abastecimento de sedimentos.

Conforme visto, as telas com malhas padronizadas utilizadas para os estudos da carga de partícula do leito do ribeirão Palmito apresentam os seguintes fracionamentos: 0,710 mm representada pela classe $-1,00 \phi$ (areia muito grossa); de 0,500 mm representada pela classe $0,00 \phi$ (areia grossa); de 0,250 mm representada pela classe $1,00 \phi$ (areia média); de 0,125 representada pela classe $2,00 \phi$ (areia fina); de 0,088 representada pela classe $3,00 \phi$ (areia muito fina) e; de fundo representada pela classe $4,00 \phi$ (Silte e argila). Na tabela 7.3 observa-se a escala quantitativa proposta por Folk e Ward (1975).

Em relação aos aspectos referentes à carga de partícula do leito no Ribeirão Palmito, num primeiro momento é importante destacar a impossibilidade de coleta de material de fundo na seção 3 de estudo do canal fluvial em ambas as campanhas, devido à pequena quantidade de material. A impossibilidade de coleta nessa seção transversal pode ser explicada pela declividade acentuada à montante e pela atuação de soleiras ao longo do perfil longitudinal nesse trecho do canal, aumentando assim o gradiente hidráulico e promovendo o transporte das partículas por meio tanto do arraste quanto da suspensão.

Tabela 7.3 Escala quantitativa proposta Folk e Ward (1957).

Diâmetro (mm)	Classes - Wentworth
4,000	Seixo
2,000	Grânulo
1,000	Areia muito grossa
0,500	Areia grossa
0,250	Areia Média
0,125	Areia fina
0,062	Areia muito fina
<0,062	Material fino (silte e argila)

Fonte: SUGUIO (1973).

Na Figura 7.7 estão plotados os valores indicativos das curvas de frequência e frequência acumulada das partículas de fundo para as seções transversais de estudo no Ribeirão Palmito. A frequência acumulativa demonstrada nas curvas possui, de acordo com as classes modais e a dispersão e espalhamento das partículas, características próprias da constituição granulométrica de sedimentos arenosos encontrados em rios.

No gráfico da curva de frequência e frequência acumulada averigua-se que a diminuição do diâmetro médio das partículas no período março em relação ao período de dezembro, e do período de junho em relação a março.

Observa-se ainda, um aumento do diâmetro médio das partículas do canal fluvial no período de setembro em relação ao período de março e junho, exceto na seção 1 de estudo, onde verifica-se o aporte de areia média tanto no período de junho, como na campanha de setembro.

Na seção 4, onde as partículas têm o diâmetro médio reduzido em relação às outras seções estudadas, houve um aporte de areia média e fina nos períodos de março e junho de 2006, ou seja, na época de refluxo.

Embora exista a possibilidade de se analisar a dinâmica dos sedimentos de fundo por meio das curvas de frequência e de frequência acumulada é conveniente termos as características das mesmas expressas também em números e medidas convenientemente utilizados para uma análise mais detalhada. As características da carga de partícula de fundo do Ribeirão Palmito serão expressas numericamente e discutidas de acordo com as medidas de tendência central, grau de seleção, grau de assimetria e grau de curtose (Tabela 7.4).

De modo generalizado, nota-se que no Ribeirão Palmito há uma predominância da areia grossa no leito do canal fluvial. Tais formas sobrepõem-se aos sedimentos ainda mais grosseiros do leito, aumentando sua frequência, e durante o período de levantamento das águas, os sedimentos mais finos podem ser paulatinamente removidos.

CURVA DE FREQUÊNCIA E FREQUÊNCIA ACUMULADA

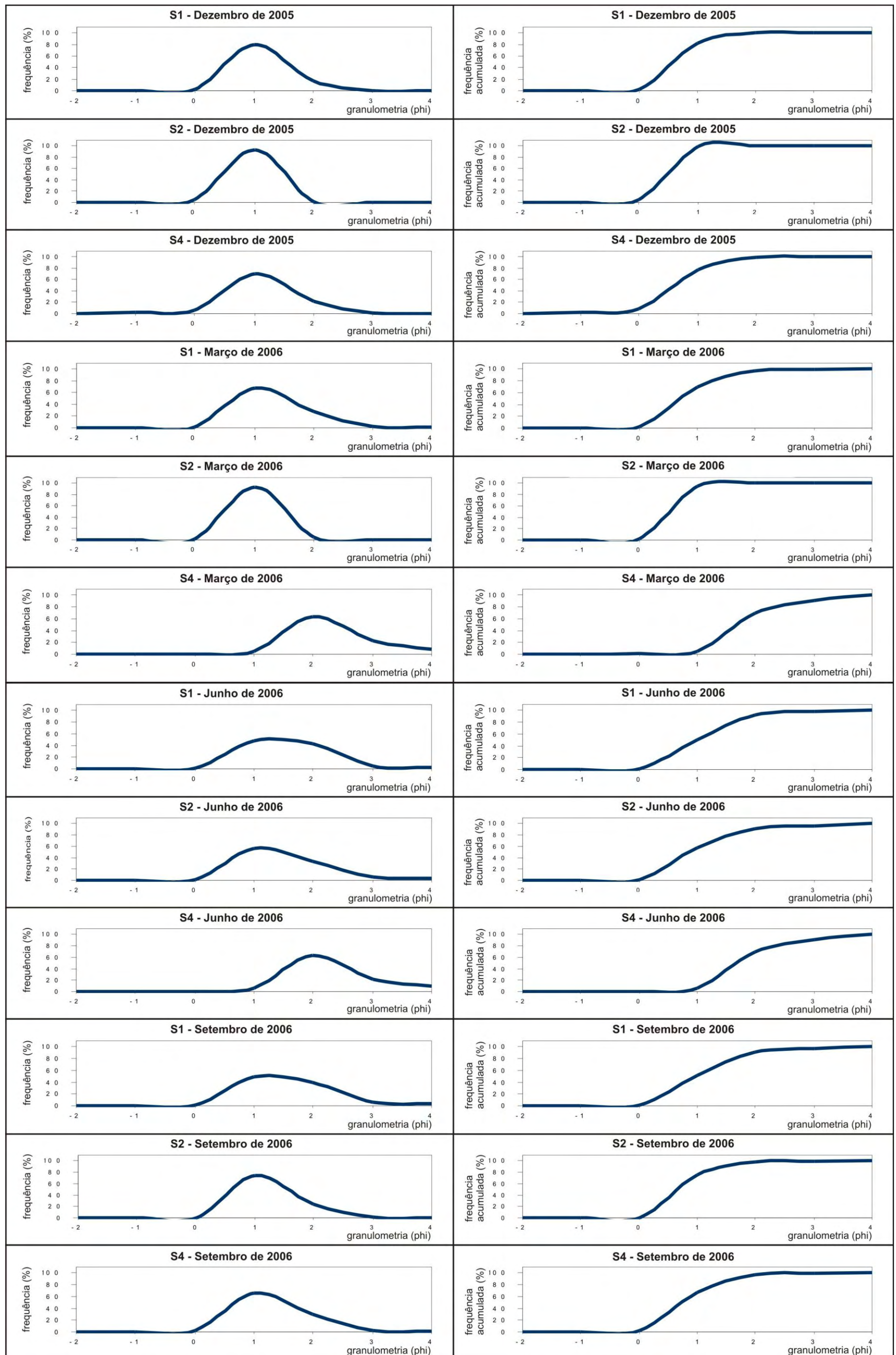


Figura 7.7 Curva de frequência e curva de frequência acumulada de carga de partícula do leito. S1 (seção 1); S2 (seção 2); S4 (seção 4).

Tabela 7.4 Distribuição das medidas estatísticas ao longo dos períodos amostrados (escala phi).

		TC				
		$M_{Z\phi}$	Mediana	σ_i	SK_i	K_G
dez/05	S1	0,614	0,591	0,490	0,205	1,109
	S2	0,479	0,479	0,337	-0,027	0,780
	S4	0,670	0,602	0,647	0,106	1,324
mar/06	S1	0,814	0,712	0,611	0,261	0,895
	S2	0,517	0,517	0,330	0,003	0,743
	S4	1,848	1,703	0,756	0,332	1,064
jun/06	S1	1,039	1,008	0,747	0,149	0,905
	S2	0,984	0,875	0,802	0,318	1,019
	S4	1,840	1,690	0,776	0,320	1,130
set/06	S1	1,035	0,978	0,792	0,214	0,964
	S2	0,749	0,663	0,563	0,273	1,092
	S4	0,834	0,734	0,620	0,246	0,853

TC (tendência central); $M_{Z\phi}$ (diâmetro médio); σ_i (grau de seleção); SK_i (assimetria); K_G (curtose); S1 (seção 1); S2 (seção 2); S4 (seção 4).

7.3.1.1 Tendência central

Os valores de Tendência central caracterizam a classe granulométrica mais freqüente. Para Suguio (1973), do ponto de vista sedimentológico a granulação média de um sedimento é de interesse porque indica a ordem de magnitude dos tamanhos das partículas.

Nos estudos realizados, para caracterizar as medida de tendência central, foram utilizadas as medidas do diâmetro médio aritmético (média), que fornece o valor do centro de gravidade da curva de distribuição de freqüência, e o diâmetro mediano (mediana), que é calculado através dos percentis (50%).

Conforme visto, de maneira geral, no Ribeirão Palmito há uma predominância da areia grossa. De acordo com o diâmetro médio das partículas observa-se uma diminuição no período março em relação ao período de dezembro, e do período de junho em relação a março. Essa variação ocorre primordialmente devido à sazonalidade das amostras, ou seja, aos períodos de refluxo e cheia no canal fluvial, apesar da influência de fatores como a resistência do embasamento geológico, morfologia do canal, características dos solos das vertentes de cada seção de estudo, relevo da bacia, uso e ocupação do solo, entre outros.

Devido aos aspectos supramencionados, observa-se ainda o aumento do diâmetro médio das partículas do canal fluvial no período de setembro em relação ao período de março e junho, com exceção da seção 1 de estudo, onde, conforme abordado verifica-se o aporte de areia média tanto no período de junho, como na campanha de setembro.

De forma geral, nota-se que, o aumento do diâmetro médio das partículas de fundo pode ser observado no período das cheias, uma vez que os finos mantêm em suspensão pelo fluxo turbulento do canal. Já no período de refluxo observa-se uma diminuição no diâmetro médio das partículas, em razão da precipitação desses finos. O aumento da turbulência, que influencia a disposição das partículas ao longo do perfil transversal do canal fluvial, está diretamente ligado ao aumento da velocidade de fluxo a partir do atrito da água e das partículas junto ao leito do canal e às margens.

No trecho onde localiza-se a seção 2, averigua-se um aumento do calibre das partículas do leito do canal fluvial em relação as demais seções de estudo. Já a deposição da carga detrítica a seção 4, onde houve um aporte de areia média e fina nos períodos de março e junho de 2006, ocorre possivelmente devido à diminuição da energia específica, ou seja, a diminuição da declividade do canal fluvial e a diminuição da velocidade de fluxo (Figura 7.8). Desta maneira, nessa seção há uma diminuição da competência e da capacidade fluvial. Essa ocorrência pode ser observada nas curvas de frequência e frequência acumulada.

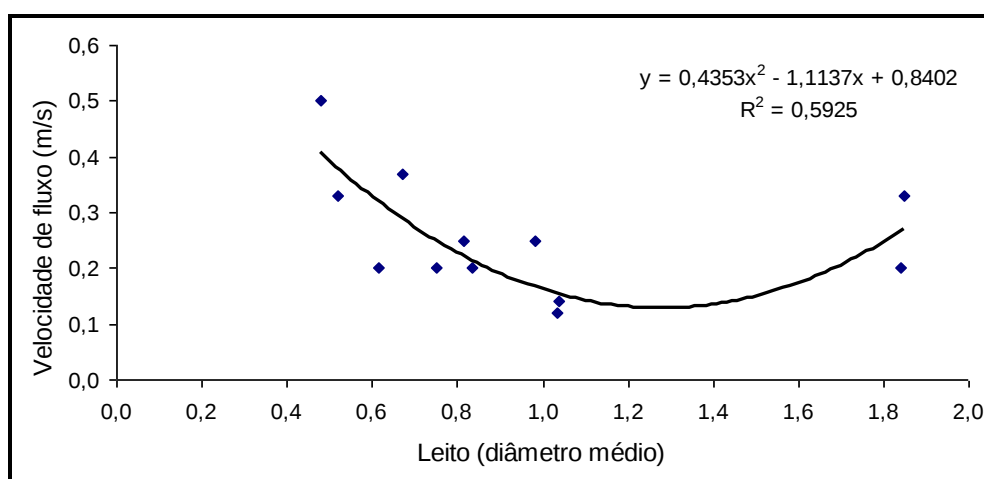


Figura 7.8 Correlação descritiva entre os índices de velocidade de fluxo e carga de partícula do leito (diâmetro médio) para as seção transversais 1, 2 e 4.

Através do índice de correlação existente entre o diâmetro médio e a velocidade do fluxo em ambas as seções amostradas nota-se que as características da carga

sedimentar do fundo estão ligadas à velocidade das correntes, influenciada pelo regime de chuvas na bacia. A correlação apresenta valores pouco significativos devido ao fato de que importante levar em consideração ainda, o embasamento geológico, material de fundo, morfologia do canal, relevo da bacia, os solos, o uso das terras, além de diversos outros fatores.

O diâmetro mediano (mediana) confirma os graus de assimetria das curvas de frequência e frequência acumulada de carga de partícula do leito. A medida de tendência dos dados a se dispersarem de um ou outro lado da média pode ser descrita pela comparação entre o diâmetro médio e o diâmetro mediano. Na seção 2, nas campanhas de dezembro de 2005 e março de 2006, nota-se uma distribuição simétrica das partículas no canal, o que pode ser confirmado tanto na curva de frequência como pelos valores da média e mediana. O grau de assimetria das amostras é discutido mais adiante.

Sobre a correlação entre variabilidade dos fluxos e as partículas de fundo, Christofolletti (1980) explica que, os débitos de margens plenas surgem como os de maior poder efetivo na esculturação e modelado do canal, pois as ondas de fluxos escoam com ação morfogenética ativa sobre as margens e o fundo do leito e possuindo competência suficiente para movimentar o material detrítico (Figura 7.9).

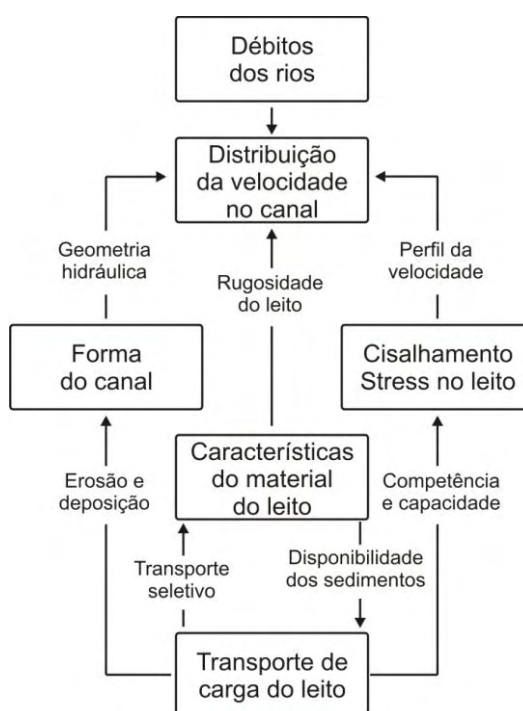


Figura 7.9 Transporte de material de leito e forma do canal.
Fonte: Hjulstrom (1935); Ashworth e Ferguson (1986) in Christofolletti (1999).

Esse relacionamento é comprovado, por exemplo, pela correlação existente entre as variáveis geométricas dos meandros. Quando há transbordamento para a planície de inundação, os fluxos espalham-se e não seguem o padrão sinuoso do canal.

7.3.1.2 Grau de seleção

O grau de seleção é relacionado ao retalhamento dos depósitos e reflete variações nas condições do fluxo (velocidade e turbulência) no ambiente deposicional (PONÇANO, 1986). Para se ter noção do espalhamento e dispersão dos dados em ambos os lados do ponto central são necessárias medidas do grau de seleção. Tais medidas foram realizadas para o Ribeirão Palmito através do desvio padrão e os dados demonstram que, conforme o esperado, mais de 2/3 das amostras situa-se dentro dos valores indicados no desvio padrão, em ambas as amostras.

Tabela 7.5 Grau de seleção para as seções de estudo no Ribeirão Palmito ao longo dos períodos amostrados (escala phi).

σ				
	dez/05	mar/06	jun/06	set/06
S1	0,490	0,611	0,747	0,792
S2	0,337	0,330	0,802	0,563
S4	0,647	0,756	0,776	0,620

σ_i (grau de seleção); S1 (seção 1); S2 (seção 2); S4 (seção 4).

De acordo com a escala quantitativa proposta Folk e Ward (1957), o grau de seleção das amostras do Ribeirão Palmito, está entre bem selecionado e moderadamente selecionado, variando de acordo com o desvio padrão dos diferentes períodos. Constata-se que, a maior parte dos sedimentos do fundo do rio nos trechos de estudo, é bem selecionada, principalmente na seção 2, nas campanhas de dezembro de 2005 e março e setembro de 2006. Desta maneira, com exceção a amostra da campanha de março e setembro na seção 1 e da campanha de junho na seção 2, as áreas que apresentam bom selecionamento estão localizadas a montante formando uma faixa contínua composta de areia grossa e média.

Contudo, as áreas moderadamente selecionadas são as localizadas principalmente na seção 4, próxima à foz do ribeirão. Essa ocorrência pode ser explicada pelo aporte de areia fina e os palcos de evolução de barras arenosas, ali observadas devido à redução da declividade.

Além disso, as características de uso e ocupação do solo e as precipitações na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito influenciam diretamente o aporte de sedimentos no canal na seção 4 de estudo, onde as partículas são moderadamente selecionadas, devido tanto aos processos que ocorrem no canal fluvial, quanto aos que acontecem nas vertentes. Segundo as características de parcelamento do solo, essa seção de estudo está localizada à jusante das indústrias encontradas na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

Nota-se também, uma diminuição no grau de seleção das amostras no período março, junho e setembro de 2006 em relação ao período de dezembro de 2005, principalmente nas seções 1 e 4 de estudo. Esse fato deve-se provavelmente a diminuição da velocidade de fluxo no canal no período de refluxo, gerando a precipitação dos finos e diminuindo a competência do rio.

7.3.1.3 Grau de assimetria

O parâmetro assimetria tem sido usado com sucesso na identificação de ambientes em que predomina a deposição (assimetria positiva) e remoção seletiva (assimetria negativa) (DUANE, 1964).

No Ribeirão Palmito, os graus de assimetria das partículas de fundo, demonstrados na Tabela 7.6, variam de -0,027 (simétrica) a 0,332 (assimetria positiva)¹⁵. As amostras coletadas na seção 2 indicam a predominância da distribuição simétrica das partículas, os grãos apresentam-se de maneira bem selecionada, portanto, nesta área a movimentação de sedimentos é muito baixa.

¹⁵ Os limites matemáticos desta fórmula estão entre 1,0 e -1,0, mas poucas curvas possuem grau de assimetria superiores a -0,8 e 0,8.

Tabela 7.6 Grau de assimetria para as seções de estudo no Ribeirão Palmito ao longo dos períodos amostrados (escala phi).

SK _i				
	dez/05	mar/06	jun/06	set/06
S1	0,205	0,261	0,149	0,214
S2	-0,027	0,003	0,318	0,273
S4	0,106	0,332	0,320	0,246

σ_i (grau de seleção); S1 (seção 1); S2 (seção 2); S4 (seção 4).

Nas seções 1 e 4 as amostras possuem uma cauda de materiais mais finos, devido aos valores de assimetria positivos, onde os dados se dispersão à direita da média. Nestes ambientes predominam a deposição de partículas devido a sua sujeição ao selecionamento progressivo das correntes.

É importante salientar que, na seção 4 no período de março de 2006 houve um aumento considerável no grau de assimetria. Conforme explícito anteriormente, esse fato deve-se ao aporte de partículas relacionado à diminuição da declividade do canal e da velocidade da corrente no período.

7.3.1.4 Grau de curtose

A medida de grau de agudez dos picos é feita através da medida de curtose das amostras¹⁶, que indica a razão do espalhamento médio das caudas da distribuição em relação ao desvio padrão.

De acordo com os valores de curtose expostos na Tabela abaixo, conclui-se que, na seção 2, em ambas as amostragens, a distribuição granulométrica do sedimento se apresenta sob a forma de frequência platicúrtica, indicando mistura de populações distintas.

Na seção 1 nos períodos de dezembro de 2005 e março de 2006, tanto quanto nos período de março de 2006 na seção 4, observa-se a predominância de sedimentos com distribuições mesocúrtica, o que significa que as modas estão significativamente separadas.

¹⁶ De acordo com as medidas de curtose a distribuição dos sedimentos podem apresentar-se sob 3 formas de frequência, são elas: leptocúrticas, que indicam a remoção de sedimentos; platicúrticas, que indica a mistura de sedimentos e; mesocúrtica, que indica a deposição de sedimentos.

Tabela 7.7 Grau de assimetria para as seções de estudo no Ribeirão Palmito ao longo dos períodos amostrados (escala phi).

K_G				
	dez/05	mar/06	jun/06	set/06
S1	1,109	0,895	0,905	0,964
S2	0,780	0,743	1,019	1,092
S4	1,324	1,064	1,130	0,853

σ_i (grau de seleção); S1 (seção 1); S2 (seção 2); S4 (seção 4).

No período de dezembro 2005 na seção 4 é composta por sedimentos de distribuição leptocúrtica, podendo indicar remoção de uma fração dos sedimentos por correntes de fundo.

Conquanto, de maneira geral, o grau de curtose das amostras coletadas em ambas as seções transversais de estudo na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, assim como o grau de assimetria, o grau de seleção e o diâmetro das partículas, estão ligadas às características morfológicas do canal fluvial e da bacia e as condições de fluxo, que por sua vez são influenciadas pelo regime de precipitações e as chuvas localizadas que ocorreram recentemente em cada seção, além do substrato rochoso, do relevo, dos solos e dos aspectos ligados ao uso e ocupação das terras da bacia.

7.3.2 Carga de partículas em suspensão

A sedimentação dos corpos d'água é uma das principais e mais sérias consequências do processo de erosão (MERTEN, 1995). Não obstante esses graves problemas sociais e econômicos terem primazia no noticiário e nas providências a tomar, frequentemente é ignorado o impacto dos deslocamentos de grandes volumes de sedimentos para os fundos de vale, em que, dentre os problemas, destacam-se o assoreamento das várzeas, tornando inviável seu uso agrícola, alterações nos traçados álveos dos rios e obstrução dos vãos de pontes e de bueiros, ocasionando extravasamento nas enchentes (CRUZ *et al.*, 1995).

Para Beasley (1972), em termos de saúde pública, a poluição e a eutrofização de corpos d'água causadas pela erosão e a formação de áreas pantanosas são alguns dos principais obstáculos para um efetivo controle da malária, encefalites e outras doenças transmitidas por vetores que requerem a existência de água parada ou de pouca

movimentação para desenvolver ao menos parte de seu ciclo biológico. O movimento de poluentes para açudes ou tanques, rios, lagos e reservatórios pela erosão e/ou escoamento superficial gera igualmente problemas de saúde pública se as águas forem usadas para consumo e recreação.

Quanto à concentração de matéria em suspensão, Gastaldini e Mendonça (2001) diz que:

[...] controla a turbidez e transparência da água. A matéria em suspensão consiste em silte, argila, partículas finas de matéria orgânica e inorgânica, compostos orgânicos solúveis, plâncton, e outros organismos microscópicos. Tais partículas apresentam diâmetros variando entre 10 mm e 0,1 mm. Atualmente, é comumente aceito como matéria em suspensão a fração que não passa por filtro com diâmetro de poro 0,45 μm . A turbidez resulta do espalhamento e absorção da luz incidente por partículas, enquanto que a transparência é o limite de visibilidade na água (GASTALDINI e MENDONÇA, 2001).

Semmelmann e Bordas (2004) destacam ainda que, de modo generalizado com o passar do tempo, os processos em ação no ciclo hidrossedimentológico acabam por moldar a feição das bacias hidrográficas (principalmente quanto sua intensidade é maior do que os processos vinculados à dinâmica interna), dando-lhes as forma que hoje conhecemos, como perfis longitudinais dos cursos d'água e dos interflúvios mais suaves que originalmente, tem decorrência da erosão das cabeceiras e da formação de depósitos nas partes mais baixas; rede de drenagem mais densa e mais entalhada na parte superior da bacia do que na inferior, cercada por várzeas cuja extensão lateral aumenta geralmente ao se aproximar o rio de sua foz; e leitos que também vão-se alargando de montante para jusante, e cujo material de fundo vem simultaneamente diminuindo de tamanho.

Nos rios brasileiros, a carga particulada geralmente é bem maior que a carga dissolvida e, de forma geral, a carga em suspensão é considerada pequena, sendo quase sempre inferior a 100 mg L⁻¹. (CHRISTOFOLETTI, 1981). Todavia, a maior parte do material sedimentar transportado pelos rios se encontra em suspensão chegando, conforme Carvalho (1994), a atingir 90% do total anual.

Se comparado com outros rios da bacia hidrográfica do Rio Paraná (Tabela 7.1), a concentração de partículas suspensas no Ribeirão Palmito é baixa, todavia, o que caracteriza o sedimento poluente é sua variação no tempo e no espaço já que em ambiente natural o material em suspensão é passível de existir.

Desta maneira, os índices isolados de carga de partículas em suspensão, sem o estudo de sua variação sazonal e espacial, não são suficientes para quantificar e identificar o material sedimentar poluente. A suspensão poluente não está diretamente ligada ao

regime hidráulico e para delimitá-la, as características do transporte natural de sedimentos devem ser identificadas.

Conforme os dados expostos na Tabela 6.4, no período de amostragem os índices de Sólidos Suspensos Totais para o Ribeirão Palmito encontram-se entre 18,3 e 44,2 mg L⁻¹.

No Ribeirão Palmito, com exceção da campanha de março 2006, as menores concentrações de SST puderam ser observadas na seção 1, variando entre 30,6 mg L⁻¹ em dezembro de 2005 e, 18,3 mg L⁻¹ em setembro de 2006, o que deve-se ao fato da área de estudo estar localizada próximo às cabeceiras de drenagem, onde a carga arenosa predominante é mais grosseira.

Tabela 7.8 Sólidos Suspensos Totais (mg L⁻¹) no Ribeirão Palmito.

SST (mg L ⁻¹)				
	dez/05	mar/06	jun/06	set/06
S1	30,6	27,8	28,2	18,2
S2	39,6	33,0	18,8	23,6
S3	36,4	42,4	30,4	40,4
S4	43,2	42,2	41,2	44,2

SST (Sólidos Suspensos Totais); S1 (seção 1); S2 (seção 2); S4 (seção 4).

Já as maiores concentrações de SST puderam ser observadas na seção 4, com exceção da campanha de março de 2006 quando a seção 3 apresentou um índice superior. Nota-se ainda, na seção 4, pouca variação sazonal na concentração de material suspenso ao longo do ano amostrado, os índices encontram-se entre 41,2 e 44,2 mg L⁻¹.

Conforme visto, o processo contínuo de remoção, transporte e deposição modificam o tamanho e a forma das partículas sólidas ao longo do perfil longitudinal do rio. Em trechos à jusante no Ribeirão Palmito, onde as partículas são mais finas a tendência é uma maior concentração de sólidos suspensos. Segundo Carvalho (1994), à medida que são transportados, esses materiais vão se fragmentando e adquirindo uma granulometria menor, passando para areia grossa, média e fina gradativamente para o baixo curso.

Na figura 7.10 estão expostos os dados referentes aos índices de SST. No gráfico podemos observar a variação da quantidade de partículas suspensas ao longo do período amostrado e sua distribuição ao longo da bacia hidrográfica do Ribeirão Palmito.

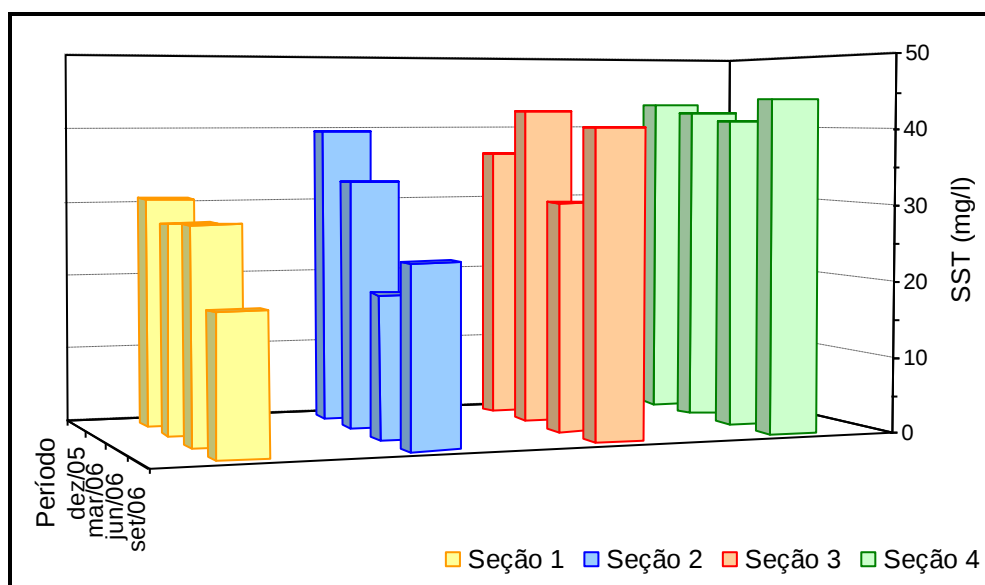


Figura 7.10 Variações sazonais de Sólidos Suspensos Totais (SST) nas seções de estudo.

Nota-se que, a quantidade de material sedimentar suspenso por litro d'água foi distinta em ambos os períodos amostrados nas seções de estudo no Ribeirão Palmito. No canal em estudo, a maior parte da carga sólida é transportada nos meses chuvosos, conforme a dinâmica natural de transporte nos canais, com o aumento da capacidade e da competência fluvial devido ao abastecimento acentuado pelo escoamento superficial. Segundo Carvalho (1994), verifica-se que cerca de 70% a 90% de todo sedimento transportado pelos cursos d'água ocorre no período de chuvas, principalmente durante as fortes precipitações.

Na figura 7.11 observa-se a correlação entre a concentração de partículas e a velocidade do fluxo no canal para as seções de estudo em ambas as campanhas. Com exceção de algumas amostras observa-se que, quanto maior a velocidade da corrente, maiores são os índices de sólidos suspensos na água. Destaca-se ainda que, conforme discutido no capítulo anterior, no Ribeirão Palmito a variação das condições de fluxo no canal estão intimamente ligadas ao regime pluviométrico.

Verificam-se no gráfico os pontos que se distanciam da reta, diminuindo a correlação existente entre os dados, e que se referem às amostras que não se ajustam à dinâmica hidrossedimentológica observada no canal fluvial. Esses pontos referem-se principalmente, como mencionado, a amostras coletadas na seção 3 de estudo.

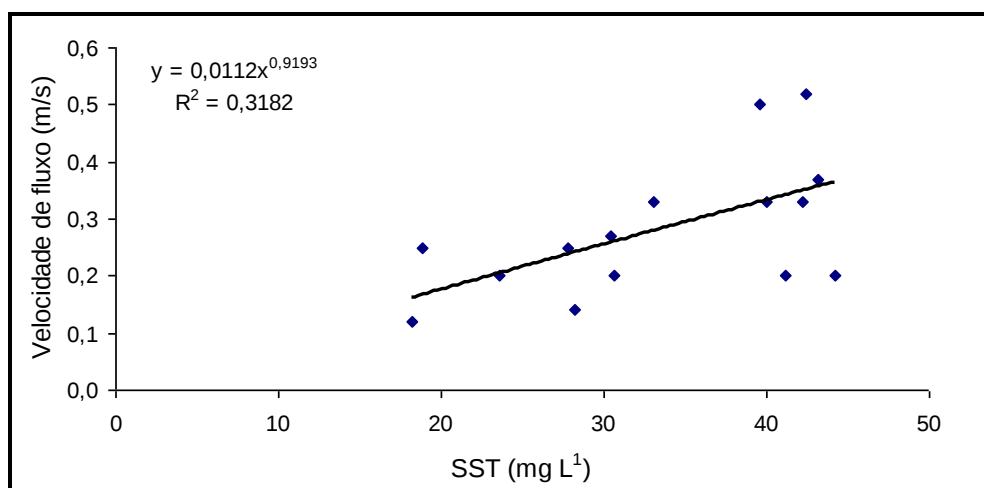


Figura 7.11 Correlação descritiva entre os índices de velocidade de fluxo e carga de partícula em suspensão para as seções transversais de estudo em ambas as campanhas.

Na seção 3, na jusante da bacia, essa diferenciação pode estar relacionada ao fato de que a atividade de reflorestamento tem-se expandido próximo às cabeceiras de drenagem. O preparo do solo para o plantio, assim como a colheita recente do eucalipto, expõe o solo às intempéries e pode causar uma série de problemas erosivos, como por exemplo, a sedimentação dos corpos d'água.

Além disso, na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito as nascentes estão desprotegidas e por serem os materiais facilmente desgastados e transportados, devido à fragilidade do material de origem e dos solos, a situação pode ser considerada bastante crítica.

Na amostra coletada na saída de campo realizada no período de março de 2006 na seção 3 nota-se um aumento significativo da concentração de Sólidos Suspensos Totais (SST) na água, em relação à campanha anterior. Como não foi verificado o aumento das correntes fluviais e chuvas recentes nesse período, o aumento pode estar relacionado ao lançamento recente de dejetos orgânicos industriais no canal fluvial. Destaca-se também o fato de que nessa seção transversal a planície de inundação é bem mais ampla e encontra-se bastante desmatada.

Verifica-se também que, na campanha realizada em setembro nessa mesma seção transversal de estudo, os níveis de SST chegaram a cerca de 40 mg/l, concentração bastante alta quando se leva em consideração a taxa média de material suspenso encontrado ao longo do canal e principalmente a escassez de chuvas no período, além das velocidades da corrente que encontravam-se mais baixas.

Na seção 4 as concentrações de carga de partículas em suspensão e, conseqüentemente, o transporte fluvial, são condicionados pela existência de finos, uma vez

que, o gradiente hidráulico é baixo. Conforme vimos, nessa seção transversal observa-se a deposição do sedimento tanto no leito e nas bordas do canal quanto nas margens e planície (barras em pontal).

Estudos realizados anteriormente na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito¹⁷ demonstraram que a carga de partículas em suspensão no canal fluvial está diretamente ligada a transparência da água do canal que nas áreas à montante é total, devido a pouca profundidade do canal, além da turbulência. Já na jusante da bacia, os níveis de transparência estão relacionados à turbidez da água causada pela aeração e pela quantidade de partículas suspensas na água em miligramas por litro, devido ao lançamento de rejeitos industriais.

Observa-se também através desses estudos, os valores de pH¹⁸ da água do ribeirão Palmito que apresenta condições de acidez¹⁹, podendo essas estar relacionadas ao lançamento de despejos industriais, causando deterioração no curso d'água através do aumentando da quantidade de nutrientes e matéria orgânica, nas proximidades das indústrias.

Vale destacar que, os valores de pH baixo demonstram a corrosividade e a agressividade nas águas de abastecimento e os valores elevados de pH indicam a possibilidade de incrustações nas águas de abastecimento. Os valores de pH afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática e os microorganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos (VON SPERLING, 1996).

Outro aspecto relevante dos estudos supramencionados é o correlacionamento entre os valores do pH das amostras coletadas no ribeirão Palmito e os índices de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica da água. Os valores de oxigênio dissolvido da água do ribeirão Palmito encontram-se entre 9,12 e 5,22 mg/l no período de estudo²⁰. Segundo a autora, os baixos índices de oxigênio dissolvido nas proximidades das indústrias podem estar ligados ao despejo de esgoto, uma vez que, conforme Esteves (1998), os valores inferiores aos índices de saturação (9,2 mg/l em ambientes tropicais) são indicativos da presença de matéria orgânica. Na campanha em que o índice de oxigênio dissolvido foi menor nessa área, próximo a seção 3 de estudo, foi observado inclusive a existência de peixes mortos e mau cheiro no local.

¹⁷ Consultar ALMEIDA, 2003.

¹⁸ O pH representa a concentração de íons de hidrogênio H⁺ (em escala antilogarítmica) indicando o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Os valores relacionados ao pH podem se encontrar entre 0 e 14 e nos corpos aquáticos variam entre 3 e 9.

¹⁹ As amostras coletadas nas seções transversais de estudo no ribeirão Palmito demonstraram que os valores para a concentração de íons de hidrogênio encontram-se entre 5,14 e 6,76, e são maiores nas áreas à jusante das indústrias.

²⁰ As coletas e medidas nas seções transversais foram realizadas sazonalmente durante o ano de 2003.

Quanto à condutividade elétrica²¹, estudos realizados por Rocha (2002) indicam para rio Paraná valores em torno de 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ²². Os valores associados ao índice de condutividade elétrica no ribeirão Palmito encontram-se entre 24,2 e 70,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e são maiores na jusante da bacia. A condutividade elétrica, melhor que nenhum outro fator, indica a existência de matéria orgânica e nutrientes no canal fluvial próximo as indústrias.

Destarte, para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Palmito, de acordo com os estudos realizados até o momento, tornou-se evidente que, o entendimento da dinâmica hidrossedimentológica do canal fluvial e, conseqüentemente, o estado ambiental da bacia de drenagem, precisa levar em consideração: a variação pluviométrica e as condições de fluxo; as características e formas do curso d'água; as características do relevo; a susceptibilidade material de origem e dos solos; e o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica.

Nota-se que a erosão, o transporte e a deposição – processos interdependentes – devem levar em consideração, além das características naturais do sistema da bacia de drenagem, a interferência antrópica no uso e ocupação do solo nas vertentes, que é refletida diretamente na qualidade e quantidade de sedimentos fornecida ao canal fluvial e as planícies de inundação. Assim, os dados levantados são de extrema importância para o entendimento da dinâmica hidrossedimentológica do Ribeirão Palmito, bem como suas interações com as transformações históricas da paisagem na bacia hidrográfica.

²¹ Segundo Kleerekoper (1990), quanto maior o número de íons em solução, tanto mais fácil será a condução de eletricidade através do líquido, isto é, tanto menor será a sua resistência elétrica. Como o número de íons depende diretamente da quantidade de electrólitos (substâncias dissociáveis em íons e transportadores de eletricidade) na solução, a condutividade elétrica desta dependerá diretamente da concentração de electrólitos, representados na água natural quase que exclusivamente pelas substâncias nutritivas.

²² Valores de condutividade elétrica que se encontram na faixa de 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ apresentam padrão de sistema natural.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O equilíbrio de um sistema representa o ajustamento completo das suas variáveis internas às condições externas. Isso significa que a forma de seus atributos apresenta valores dimensionais de acordo com as influências existentes em seu ambiente, que controla a quantidade e a qualidade de matéria e energia que fluem. Em uma bacia hidrográfica, por exemplo, as condições climáticas litológicas, biogeográficas e outras vão condicionar a estrutura de determinada rede de drenagem e de determinada forma de relevo, alcançando o estado de equilíbrio, e só sofrerão modificações se porventura houver alterações nos variáveis condicionantes (ALMEIDA e TERTULIANO, 1999).

Os trabalhos relacionados aos processos erosivo-sedimentológicos em bacias hidrográficas, suas causas e conseqüências, são direcionados basicamente a manter um controle da qualidade ambiental, fomentando a necessidade de ordenar a ocupação do solo de acordo com a capacidade de uso das terras, bem como recuperar e revitalizar áreas degradadas. Uma vez que o depauperamento dos recursos da natureza se traduz em menores oportunidades econômicas e maiores problemas sociais, considera-se que os estudos ambientais, de abordagem geográfica:

[...] têm sempre como referencial, uma determinada sociedade (comunidade) que vive num determinado território (município, estado, país, região, lugarejo, bacia hidrográfica, etc), onde desenvolvem suas atividades, com maior ou menor grau de complexidade, em função da intensidade dos vínculos internos e externos que mantém no plano cultural, social e econômico. Deste modo, o entendimento holístico, no plano socioeconômico e ambiental de uma sociedade que vive em um determinado lugar, necessita de um profundo conhecimento de sua história, seu padrões culturais, dinâmica sócio-econômica atual, seus vínculos com o “mundo externo”, seus recursos naturais ambientais disponíveis e do modo como trata esses recursos (o ambiente) (ROSS, 2001).

Para corroborar, Suertegaray e Nunes (2001) destacam que a velocidade de criação de novos equipamentos tecnológicos de intervenção na natureza, a partir da lógica de valorização dos recursos naturais como mercadorias com valor de uso e de troca, têm gerado significativas transformações/degradações no relevo. Ao mesmo tempo em que se diminuiu o tempo de extração e acumulação/deposição dos recursos naturais, a partir do maior volume de conhecimento sobre a dinâmica da natureza, ocorreu uma expansão territorial sobre novos espaços sociais. O que era inatingível fisicamente passa a ser alcançável através do domínio maior da chamada engenharia técnica de intervenção. Assim, busca-se constantemente o detalhamento da “anatomia da natureza”, para pretensamente

saber construir, destruir, reconstruir novos espaços físicos e sociais, conforme os interesses econômicos e políticos dominantes para cada tempo histórico.

Todos os componentes naturais e sócio-econômicos estudados na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, objeto de estudo do presente trabalho, foram contemplados de maneira sistêmica, procurando identificar e estabelecer as correlações existentes entre os mesmos. Esses componentes interagem entre si e estão em constante modificação através dos aspectos morfodinâmicos da paisagem, ou seja, a dinâmica dos processos físicos e agentes sociais atuantes na bacia estudada e, conseqüentemente, o grau de instabilidade dos ambientes.

A partir dessa perspectiva verificam-se as interações existentes entre as formas de relevo, o substrato rochoso, os solos formados através deste, a cobertura vegetal, o uso do solo, o clima, o direcionamento das águas e formação de canais, além das características sócio-econômicas intrinsecamente ligadas aos aspectos morfodinâmicos da paisagem da bacia (Tabela 8.1).

Com base nos resultados obtidos observa-se que a bacia hidrográfica do ribeirão Palmito encontra-se na zona fitoclimática dos domínios de Savanas (Cerrados), onde o clima predominante é o Tropical úmido e semi-úmido e os relevos são marcados por vastas superfícies de colinas relativamente aplainadas. A área, caracterizada por grande estabilidade tectônica e fruto de prolongados processos erosivos, foi recoberta por um vasto pacote de sedimentos provenientes dos depósitos cenozóicos do grupo Bauru e aluviais quaternários do terraço do rio Paraná.

De acordo com a compartimentação geomorfológica da bacia nota-se que na área de relevo plano, mais precisamente no terraço aluvial do Rio Paraná, a litologia descreve aluviões arenosos e uma associação complexa de solos hidromórficos. Nesse segmento de relevo os materiais estão relacionados à antiga planície de inundação abandonada, onde o encharcamento do solo nos períodos de cheia da origem a uma vegetação de influência fluvial, além da mata galeria observada ao longo dos cursos d'água.

Nota-se ainda que nessas áreas, de acordo com as características de uso e ocupação dos solos, a retirada da vegetação natural foi influenciada primordialmente pelas atividades pastorís, associado a planos de financiamento para a introdução de gramíneas forrageiras, principalmente do gênero *brachiária*. Além disso, a implantação de culturas rentáveis influenciadas através de migrações e incentivos governamentais foi responsável pela introdução de espécies de reflorestamento na bacia.

Todavia, quando comparada aos demais compartimentos geomorfológicos da bacia estudada, a área do segmento de relevo aplainado apresenta-se mais conservada

devido ao fato de que grande parte da área encontra-se em pousio, já que as inundações periódicas impedem uma ocupação efetiva. O rio apresenta um perfil longitudinal retilíneo, o que está relacionado à diminuição das classes granulométricas da carga de material sedimentar transportado em direção à foz do canal.

Conquanto, a baixa declividade do canal fluvial do ribeirão Palmito nas áreas a jusante da bacia, onde não observa-se qualquer alteração brusca de relevo, dá origem formação de depósitos sedimentares, relacionados diretamente ao meandramento do canal fluvial, a velocidade média de suas águas e a rugosidade do leito, onde observa-se a predominância de areia grossa e aporte de areia média e fina no período de refluxo.

Além disso, a maior concentração média de Sólidos Suspensos Totais na região de relevo plano demonstra que na jusante da bacia, conforme esperado, as partículas são mais finas e mantêm-se em suspensão, apesar da diminuição da competência e capacidade fluvial.

De forma geral, nesse trecho a situação pode ser considerada preocupante (instabilidade potencial de moderada a alta) devido ao fato de que, apesar da superfície aplainada, o baixo grau de coesão e resistência do material pode provocar, quando o solo encontra-se desprotegido, episódios de deslizamento de barras arenosas e assoreamento do canal fluvial tanto pelo material proveniente da parede e calha fluvial quanto pelos provenientes da planície e do deplúvio.

Assim, os aspectos morfodinâmicos observados na área de relevo plano estão intimamente ligados a fragilidade dos solos e os principais processos operantes são: presença de água em superfície e sub-superfície; tendência à infiltração; percolação da água nos horizontes do solo; erosão química através de dissolução e lixiviação; tendência a movimentação face a elevação ou abaixamento do lençol; espessamento do manto de alteração; terrenos com material detrítico inconsolidado; concentração de finos a médios transportados via escoamento superficial; migração de finos; sedimentação fluvial; barras arenosas extremamente instáveis e solapamento de margens.

Tabela 8.1 Unidade de sistema ambiental natural da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito.

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS E DO SISTEMA AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PALMITO													
1° NÍVEL	2° NÍVEL	3° NÍVEL	4° NÍVEL							5° NÍVEL		6° NÍVEL	
ZONA FITOCLIMÁTICA	MORFOESTRUTURA	MORFOCULTURA	PADRÕES FISIONÔMICOS							PADRÕES HIDRODINÂMICOS		MORFODINÂMICA DA PAISAGEM	
			FORMAS DE RELEVO	LITOLOGIA	SOLOS	VEGETAÇÃO NATURAL	COBERTURA VEGETAL ATUAL	USO DO SOLO	TEMPERATURA E CHUVA	FLUVIO-MÉTRIA	HIDROSSEDIMENTOLOGIA	PROCESSOS OPERANTES	GRAU DE INSTABILIDADE
Domínio das Savanas (Cerrados)	Depósito de sedimentos aluviais quaternários	Terraço fluvial superior do rio Paraná	Superfície plana	Aluviões arenosos	Associação complexa de solos hidromórficos	Formações de influência fluvial Mata galeria ao longo dos tributários	Mata residual (Formações de influência fluvial) Mata ciliar	Pastagem Área em pousio	Favorecimento da invasão de massas polares vindas do sul Estação chuvosa no verão e seca no inverno	Perfil longitudinal retilíneo (área de sedimentação fluvial) Canal meandrante Velocidade de fluxo média de 0,18 m/s	Leito (predomínio de areia grossa, aporte de areia média e fina no período de refluxo) SST (concentração máxima em torno de 44 mg/L)	Presença de água em superfície e sub-superfície; tendência à infiltração; percolação da água nos horizontes do solo; erosão química através de dissolução e lixiviação; tendência a movimentação face a elevação ou abaixamento do lençol; espessamento do manto de alteração; terrenos com material detrítico inconsolidado; concentração de finos a médios transportados via escoamento superficial; migração de finos; sedimentação fluvial; barras arenosas extremamente instáveis; solapamento de margens	<u>Instabilidade potencial de moderada a alta</u> – superfície aplainada, porém com baixo grau de coesão e resistência do material; deslizamento de barras arenosas e assoreamento do canal fluvial
		Rampa elúvio-colvionar	Superfície sub-horizontal	Arenitos da Formação Santo Anastácio	Argissolos Vermelho-Amarelos	Savana arbórea densa (Cerradão)	Reflorestamento	Plantio de eucalipto Indústrias	Temperaturas máximas superiores a 29° e 32° C	Perfil longitudinal côncavo (área de transporte e coleta de sedimentos)	Leito (areia grossa) SST (concentração máxima em torno de 42 mg/L)	Concentração da água por escoamento superficial; tendência à erosão laminar e linear em áreas desprovidas de vegetação onde o solo é preparado para o plantio; homogeneização de espécies; segmentos de vertentes muito frágeis devidos a cortes e aterros; lançamento de dejetos industriais no canal fluvial; despejo de resíduos urbanos	<u>Instabilidade potencial muito alta</u> – risco de deslizamento e escorregamentos em cortes e aterros; poluição por rejeitos
	Depósito de sedimentos cenozóicos do Grupo Bauru	Planaltos da bacia sedimentar do rio Paraná	Colinas convexo-côncavas amplas de topo aplainado	Afloramento dos arenitos da Formação Adamantina (calhas fluviais e cortes de estrada)	Latosolos Vermelhos	Savana arbórea aberta (Cerrado)	Mata residual (Cerrado)	Pastagem Plantio de eucalipto	Temperaturas médias mínimas em torno de 15° C	Canal transicional Velocidade de fluxo média de 0,35 m/s	Leito (areia grossa) SST (concentração máxima em torno de 30 mg/L)	Tendência a escoamento superficial e a infiltração (dependendo da cobertura florestal); percolação da água nos horizontes do solo; manto de alteração espesso; tendência à erosão laminar e linear, sobretudo em áreas de vegetação rasteira ou desprovidas de cobertura onde o solo é preparado para o plantio; corpos d'água submissos; erosão regressiva em áreas de nascentes; homogeneização de espécies	<u>Instabilidade potencial alta</u> – erosão laminar, linear e recuo de cabeceiras
			Colinas convexo-côncavas curtas de topo aplainado				Gramíneas						
							Reflorestamento						

Fonte: Elaborado e modificado a partir do Projeto RADAMBRASIL, 1982; ROSS, 1990 e 1996; e CUNHA, 1999.

O segundo compartimento descrito e contemplado sistemicamente através da perspectiva geomorfológica abordada nos estudos na bacia é o da superfície sub-horizontal. Essa superfície compreende uma rampa elúvio-coluvionar que promove a ligação entre o segmento plano e o conjunto de colinas convexo-côncavas longas, que será abordado mais adiante. Conforme visto, temos uma extensa superfície sub-horizontal, de fraca declividade, que serve de limite para a influência das cheias do rio Paraná.

Nesse trecho os solos são caracterizados pela marcante diferenciação entre os horizontes (mudança textural abrupta - Bt) e são denominados argissolos vermelho-amarelos e relacionados à litologia dos arenitos da formação Santo Anastácio, que são caracterizados pela cor avermelhada e são típicos de depósitos deltaicos.

Na bacia hidrográfica estudada, as características geomorfológicas e os solos formados no segmento de relevo supracitado, além de outros fatores, deram origem a uma vegetação denominada Savana Arbórea Densa, conhecida popularmente como Cerradão. Todavia, conforme os aspectos referentes ao uso e ocupação do solo, o desmatamento promovido pela expansão da prática do reflorestamento e pela introdução de forrageiras destinadas a prática da pecuária, além da instalação de indústrias ligadas ao setor frigorífico, praticamente extinguiram a vegetação natural característica da área.

Conforme visto ao longo do trabalho, no segmento sub-horizontal verifica-se uma modificação mais intensa da paisagem natural da bacia. Nota-se, através dos produtos de equipamentos de alta tecnologia e dos trabalhos realizados em campo, que a área passou por grandes mudanças no uso e ocupação dos solos, uma vez que, algumas décadas atrás encontrava-se relativamente preservada. Destaca-se também, além da prática de desmatamento nas vertentes, o fato de que nessa região a planície de inundação do ribeirão Palmito é mais ampla e encontra-se totalmente desprovida de mata ciliar.

Observa-se ainda que, o segmento de relevo abordado encontra-se próximo da área de transição entre o perfil longitudinal retilíneo das áreas à jusante da bacia e o perfil mais côncavo das áreas mais à montante. A diminuição do perfil côncavo nesse trecho médio da bacia, com base nos trabalhos realizados, está relacionada ao processo de transporte de material e erosão pelo interflúvio.

Devido à declividade mais acentuada nesse trecho, o rio adquire características de canais transicionais, o que pode ser verificado através dos índices de sinuosidade, o início do processo de formação de barras arenosas e a carga predominantemente grosseira (depósitos de areias quartzosas), além das características da planície de inundação, que induzem a interpretação de uma possível evolução para um padrão meandrante.

A velocidade de fluxo média está relacionada à razão largura/profundidade observada ao longo do canal fluvial, a declividade mais acentuada e a atuação de soleiras. Nesse trecho, a carga de partícula é composta predominantemente por areia grossa e com o aumento da velocidade de fluxo, associado ao aumento da turbulência, pode haver maior transporte de material em suspensão.

Com base nos dados abordados verificou-se que, na área de relevo sub-horizontal a concentração máxima de SST nas águas do ribeirão Palmito encontra-se em torno de 42 mg/l, taxa elevada quando considerada as demais seções transversais analisadas ao longo do trabalho. Além disso, a variação sazonal dos índices de sólidos em suspensão não se ajusta à dinâmica hidrossedimentológica observada ao longo do perfil longitudinal do rio, o que provavelmente esteja relacionado à atividade de reflorestamento que tem se expandido próximo às cabeceiras de drenagem, a grande quantidade de estradas nesse trecho e principalmente ao lançamento de dejetos orgânicos industriais no canal fluvial.

Deste modo a situação pode ser considerada crítica (Instabilidade potencial muito alta) devido à poluição por rejeitos e uma vez que, nessa área da bacia, o risco de deslizamentos e escorregamentos em cortes e aterros é muito alto.

Enfim, de maneira generalizada, os principais processos morfodinâmicos atuantes na área são: concentração da água por escoamento superficial; tendência à erosão laminar e linear em áreas desprovidas de vegetação onde o solo é preparado para o plantio; homogeneização de espécies; segmentos de vertentes muito frágeis devidos a cortes e aterros; lançamento de dejetos industriais no canal fluvial; despejo de resíduos urbanos.

Já o segmento de colinas convexo-côncavas amplas de topo bastante aplainado abrange a maior parte das terras da bacia. Nota-se nessa área, localizada na montante, a presença rampas pouco expressivas responsáveis pelo setor côncavo mais pronunciado e pelo aspecto mais alongado. Já o complexo de colinas convexo-côncavas curtas, onde as rupturas de declive são maiores, abrange uma pequena área da bacia, próximo das cabeceiras de drenagem.

Nessas áreas a litologia descreve solos provenientes dos arenitos da Formação Santo Anastácio, são os latossolos vermelhos, caracterizados por avançado estágio de intemperização, bastante porosos e permeáveis. Desenvolvem-se naturalmente nessa região os cerrados típicos, tecnicamente chamados de savana arbórea aberta, e que encontram-se hoje intensamente desmatados. Atualmente o solo é coberto primordialmente por gramíneas artificiais e espécies de reflorestamento, mantendo assim o baixo coeficiente de matéria orgânica e a cor avermelhada característica deste solo.

Com base nos estudos realizados nota-se que as pastagens artificiais observadas no segmento de relevo mencionado anteriormente são caracterizadas pela introdução da espécie de *brachiária*, aí introduzidas em substituição às pastagens nativas. Tal fato propiciou a consolidação da atividade agropastoril nas terras da bacia, apesar de que de maneira tímida, pois recentemente grande parte da área não apresenta qualquer tipo de utilização.

Quanto ao perfil longitudinal, a concavidade observada no trecho superior do ribeirão Palmito está relacionada ao fato de que à montante observa-se uma área de coleta de sedimentos e de erosão fluvial. Além disso, o aumento da concavidade em direção a parte superior da bacia está relacionado diretamente ao aumento das classes granulométricas da carga de material sedimentar transportado e as formas características do canal, classificado como transicional nesse trecho.

Assim, a declividade do canal fluvial, cuja diminuição tem decorrência da erosão das cabeceiras e da formação de depósitos nas partes mais baixas, está relacionada diretamente a forma do canal, a rugosidade e a velocidade média de suas águas.

De modo geral, a concentração média de Sólidos Suspensos Totais na região de relevo colinoso é menor que nas áreas à jusante na bacia, pois a diminuição da competência e capacidade fluvial e o aumento da rugosidade do leito dificultam o transporte do material particulado por meio do processo de suspensão. Tanto nesse trecho como nas outras seções ao longo do perfil do rio, a maior parte do material sólido orgânico e inorgânico em suspensão é transportada nos meses chuvosos, conforme a dinâmica natural de transporte nos canais.

Deve-se lembrar ainda que, na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito as nascentes estão desprotegidas e por serem os materiais facilmente desgastados e transportados a situação pode ser considerada preocupante (Instabilidade potencial alta), devido a processos de erosão laminar, linear e recuo de cabeceiras.

Os principais processos morfodinâmicos operantes nessa área de relevo de colinas convexo-côncavas são os seguintes: tendência a escoamento superficial e a infiltração (dependendo da cobertura florestal); percolação da água nos horizontes do solo; manto de alteração espesso; tendência à erosão laminar e linear, sobretudo em áreas de vegetação rasteira ou desprovidas de cobertura onde o solo é preparado para o plantio; corpos d'água submissos; erosão regressiva em áreas de nascentes; homogeneização de espécies.

A perspectiva geomorfológica abordada nos estudos realizados na bacia serve como componente indicador da potencialidade dos recursos naturais, tanto quanto das

fragilidades dos ambientes. Deste modo, procurou-se identificar as áreas mais impactadas pelas atividades humanas, destacando a degradação dos solos pela erosão e sedimentação dos cursos d'água e das planícies fluviais, além dos processos morfodinâmicos atuantes na paisagem.

É importante salientar que esses estudos relacionados à morfodinâmica das paisagens são primordiais para a adoção de novas técnicas na prevenção e combate à erosão através de projetos de manejo em bacias hidrográficas. Através das investigações a cerca das potencialidades e fragilidades do ambiente da bacia hidrográfica do ribeirão Palmito e uma vez que, foram identificados os problemas existentes provenientes da ocupação desordenada do relevo, é possível minimizar os processos erosivos e seus efeitos procurando utilizar os recursos da bacia de maneira consciente.

Neste contexto, Guerra e Botelho (2001) destacam que os prejuízos acarretados pela erosão acelerada podem ser notados não só sobre a produção agro-silvo-pastoril e produtores rurais, mas sobre a população urbana, que direta ou indiretamente é afetada por esses processos, através do assoreamento de rios e lagos, poluição das águas, aumento do preço dos produtos rurais, entre outros.

Diante de todos os problemas verificados, que são observados não só na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito, mas em todo território nacional, o governo federal cria órgãos e estabelece leis a orientar ações de forma que não haja impactos negativos no meio ambiente, por exemplo, com a criação de Comitês de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH), cuja função é a utilização racional dos recursos hídricos e que tem as bacias hidrográficas como unidade territorial de proteção ambiental e a ANA (Agencia Nacional de águas), cuja função é de supervisionar, controlar e avaliar ações e as atividades que satisfaçam à determinação da legislação federal. No entanto, ao mesmo tempo o governo cria incentivos para que seja promovido a ocupação efetiva de áreas preservadas, tanto pelo desmatamento da vegetação nativa como pela instalação de indústrias ou outras obras de engenharia, como é o caso do município onde encontra-se a bacia hidrográfica estudada.

Para ilustrar a situação, uma vez que é de responsabilidade dos poderes municipais promoverem a integração das políticas locais de saneamento básico, o uso ocupação e conservação do solo e do meio ambiente relacionada às políticas federal e estadual, destaca-se a questão hídrica no município de Três Lagoas (MS), onde a lei orgânica municipal de 2002 (nº. 926), na sua seção V art. 91 e parágrafo 6º, regula as ações no tocante ao meio ambiente estabelecendo a preservação dos rios, lagos, fauna e flora e fiscalização nas concessões dos direitos de pesquisa e exploração dos recursos hídricos,

além de proibir o desmate das margens de rios, lagos, lagoas, riachos e espelhos d'água até uma distância mínima de 70 metros do curso d'água. Essa medida tomada visando a conservação dos recursos hídricos é posterior outras demais e o que se observa na realidade é que a maioria dos desmatamentos, tanto ligado as áreas rurais quanto as urbanas, atingem a mata ciliar.

Apesar da situação preocupante no que se refere ao manejo e conservação dos solos, é possível afirmar que nos últimos anos vem havendo uma mudança, apesar de que muito sensível, nas práticas de controle à erosão, de tal forma que, desde a ultima década, o desenvolvimento dos projetos de manejo em bacias tem sido mais discutidos pela gestão urbana e pelos proprietários rurais. Para Guerra e Botelho (2001) tal mudança pode ser exemplificada pelos métodos de terraceamento tradicionais, que vêm sendo substituídos ou conjugados com terraços vegetados, o que pode ser observado em propriedade localizada na área de estudo do presente trabalho.

Portanto, na bacia hidrográfica do ribeirão Palmito observou-se que ocorreu uma reorganização da paisagem, através das modificações no uso e ocupação do solo, conforme a necessidade dos agentes sociais envolvidos. A velocidade com que essas transformações ocorrem torna-se preocupante, pois as características morfodinâmicas da paisagem são também responsáveis pelas qualidades atribuídas aos processos fluviais.

A perspectiva geomorfológica que está efetivamente ligada à dinâmica do escoamento, sendo o rio produto dos processos atuantes nas vertentes e planícies, está diretamente ligada ao uso inadequação nas faixas de mata galeria, sem qualquer preocupação com a preservação múltipla dos corredores aluviais e veredas, além da ocupação desordenada das vertentes da bacia. Com base no trabalho realizado, todos esses processos são responsáveis, assim como outros fatores, pela atuação exercida pela água sobre os sedimentos do leito fluvial e nos mecanismos deposicionais observados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AB'SABER, A. N. **Os domínios da natureza no Brasil**. 3.ed. São Paulo, Ateliê Editorial, 2003.
- AB'SABER, A. N. Megageomorfologia do território brasileiro. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (orgs). **Geomorfologia do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2001.
- AB'SABER, A. N. **Um conceito de geomorfologia à serviço das pesquisas sobre o quaternário**. In: **Geomorfologia**, 18, IG/USP. São Paulo, 1969.
- ABREU, A. A. A Teoria geomorfológica e sua edificação: análise crítica. In: **Revista do Instituto de Geociências**, 4(1/2), p.5-23, IG/USP. São Paulo, 1983.
- AFONSO, C. M. **Uso e ocupação do solo na zona costeira do estado de São Paulo: uma análise ambiental**. São Paulo, Annablume, FAPESP, 1999.
- AGENDA 21 BRASILEIRA. Bases para discussão. **Comissão de políticas de desenvolvimento sustentável e da Agenda Nacional**. Brasília, 2003.
- AGUIAR, R. A. R. de. **Direito ao meio ambiente e participação popular**. 2.ed. Brasília, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1998.
- ALMEIDA, B. T. **Dinâmica sedimentológica e físico-química do Ribeirão Palmito**. Monografia (Bacharelado) UFMS, Campus de Três Lagoas, 2003.
- ALMEIDA, J. R. de; TERTULIANO, M. F. Diagnose dos sistemas ambientais: métodos e indicadores. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (orgs). **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1999.
- AMORIN, M. C. de C. T.; NUNES, J. O. R. **Geografia e ambiente: reflexões sobre o atual momento da geografia física**. UNESP, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2005.
- ARAÚJO, A. P. de. **Dinâmica fluvial do Córrego do Cedro e processos de erosão marginal**. Monografia (Bacharelado) UNESP, Campus de Presidente Prudente, 2007.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 9.ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2003.
- AZEVEDO NETO, J. M. de. **Manual de saneamento de cidades e edificações**. São Paulo, PINI, 1991.
- BARBOSA, A. S. **Andarilhos da Claridade: os primeiros habitantes do Cerrado**. Goiânia, Universidade Católica de Goiás, Instituto do Trópico Subúmido, 2002.
- BASTOS, A. C. S.; FREITAS, A. C. de. Agentes e processos de interferência, degradação e dano ambiental. In: CUNHA, S. B. da.; GUERRA, A. J. T. (orgs). **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1999.
- BEASLEY, R.P. Erosion and sediment pollution control. **The Iowa state University Press**. 1st edition, 1972.

BELTRAME, A. da V. **Diagnóstico do meio físico das bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis, Editora da UFSC, 1994.

BENETTI, A.; BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3.ed. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, V4. Porto Alegre, Editora da Universidade UFRS, ABRH, 2004.

BERTOLINI, D.; LOMBARDI NETO, F. Manual técnico de manejo e conservação do solo e água – embasamento técnico do programa de microbacias hidrográficas. In: **Manual CAT**, 38, Campinas, SP, 1993.

BERTONI, J. **Conservação do solo**. 4.ed. São Paulo, Ícon, 1999.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo, 1990.

BERTRAND, G. Le paysage entre la nature et la société. In: **Revue géographique des Pyrénées et du SO**, 49(2), p. 239-258. Toulouse, 1978.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: Esboço metodológico. In: **Caderno de Ciências da Terra**, 13. Tradução de O. Cruz. São Paulo, IGEO/USP, 1971.

BLOOM, A. L. **Superfície da terra**. São Paulo, Edgard Blucher, 1994.

BOLÓS Y CAPDEVILA, M. de B. I. et al. **Manual de Ciência del Paisaje: Teoría, métodos y aplicaciones**. Masson S.A. Barcelona, 1992.

BORDAS, M. P.; SEMMELMAN, F. R. Elementos da engenharia de sedimentos. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3.ed. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, V4. Porto Alegre, Editora da Universidade UFRS, ABRH, 2004.

BORGES, A. L. O. Contribuição à análise de carga sólida na Bacia do Alto Paracuai. In: **II Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos**. Anais. ABRH, Porto Alegre, 1993.

BORGES, H. V. **A influência da introdução de gramíneas do gênero brachiária no desenvolvimento da pecuária de corte no município de Três Lagoas**. Monografia (Bacharelado). UFMS, Campus de Três Lagoas, 1993.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (orgs). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1999.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (orgs). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2004.

BRAGNOLO, N. Uso dos solos altamente susceptíveis a erosão. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. **Solos altamente susceptíveis a erosão**. FCAV, Unesp, Jaboticabal, 1994.

BRAGNOLO, N.; PAN, W. & THOMAS, J. C. **Solo: uma experiência de manejo e conservação**. Curitiba, Editora do autor, 1997.

BRASIL, A. E.; ALVARENGA, S. M. Relevô (BR – Centro Oeste). In: **Geografia do Brasil – Região Centro Oeste**. v.1. IBGE. Rio de Janeiro. 1989.

BRASIL, TRÊS LAGOAS/MS. Lei Orgânica n. 1.795, de julho de 2002. Dispõe sobre a reformulação da lei n. 926 de abril de 1990. **Lei orgânica do município de Três Lagoas**:Três Lagoas/MS, v.1, jul. 2002.

BRASIL, MATO GROSSO DO SUL. Decreto n.3.179, de 12 de janeiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Lei de crimes ambientais**, Campo Grande/MS, v.1, fev. 1998.

BRASIL, Ministério das Minas de Energia. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SE.20; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982.

BUENO, H. S. **Os basaltos da formação Serra Geral, Bacia Paranítica, detalhes de um afloramento em Três Lagoas, MS**. Monografia (Bacharelado), UFMS, Campus de Três Lagoas, 1994.

CABRAL, B. A Agência Nacional de Águas – ANA. **Caderno Legislativo**. Brasília. n.º 005, 2001.

CALIXTO, J. T. **As alterações na agropecuária de Três Lagoas no contexto de Mato Grosso do Sul**. Dissertação (Mestrado) UNESP, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2001.

CAMPANA, N. A.; EID, N. J. Monitoramento do uso do solo. In: PAIVA, J. B. D. de.; PAIVA, E. M. C. de. (orgs). **Hidrologia aplicada a gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre, ABRH, 2001.

CAPRA, F. **As conexões ocultas**. 4.ed. São Paulo, Cultrix, 2005.

CAPRA, F. **Teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo, Cultrix, 2004.

CAPRA, F. **O ponto de mutação**. São Paulo, Cultrix, 1982.

CARDOZO, E. L. **Análise das transformações históricas da paisagem da micro-bacia do ribeirão Palmito, Três Lagoas – MS**. Monografia (Bacharelado), UFMS, Campus de Três Lagoas, 1997.

CARTA TOPOGRÁFICA TRÊS LAGOAS, **Folha – SF. 22-V-B-V, MI – 2593**. 2.ed. Serviço Geográfico do Exército do Brasil, 1980.

CARVALHO, I. M. de. **Características morfológicas da margem direita do rio Paraná, na região de Três Lagoas – MS, entre a usina hidrelétrica de Jupia e o ribeirão Palmito**. Monografia (Bacharelado). UFMS, Campus de Três Lagoas, 1997.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia Prática. Companhia de Pesquisa de Recursos. Minerais CPRM/ Centrais Elétricas Brasileiras – ELETROBRÁS**. Rio de Janeiro, 1994.

CASSETI, V. A natureza e o espaço geográfico. In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (orgs). **Elementos da epistemologia da geografia contemporânea**. Curitiba, Editora da UFPR, 2004.

CASSETI, V. **Elementos de geomorfologia**. Goiânia, Editora da UFG, 1994.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo, Contexto, 1991.

CASTANHEIRA, J. As portas abertas da International Paper. In: **Revista Isto é dinheiro**. 422.ed. São Paulo, Abril, dez. 2005.

CATTANIO, M. B.; LORENZ SILVA, J. L. **Geologia e Geomorfologia de Três Lagoas-MS**. In: Revista Científica e Cultural, UFMS v. 2, n. 1, 1987.

CATTANIO, M. B. **A dinâmica urbana e a estruturação rural de Três Lagoas**. Dissertação (Mestrado). UNESP, Bauru, 1976.

CATTANIO, M. B. **Geografia e geomorfologia do município de Três Lagoas - MS**. Três Lagoas, UFMS, CEUL, s.d. (mimeo).

CESP. **Mosaico Aerofotogramétrico**: Reservatório da Usina de Porto Primavera. São Paulo: Aerofoto Cruzeiro S.A., 1980. 1 carta. Folha SF 22-V-B-3-SE. Escala: 1:25.000.

CHOLLEY, A. A morfologia estrutural e morfologia climática. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro, 155, p.151-200, 1973.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo, ADBR, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo, Edgard Blucher, 1981.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2.ed. São Paulo, Edgard Blucher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. O desenvolvimento da geomorfologia. **Notícia Geomorfológica**. Campinas, 12(23), p.13-30, 1973.

COIADO, E. M. Assoreamento de reservatórios. In: PAIVA, J. B. D. de.; PAIVA, E. M. C. de. (orgs). **Hidrologia aplicada a gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre, ABRH, 2001.

COIADO; E. M. et al. Monitoramento da erosão e do transporte de sedimentos. In: PAIVA, J. B. D. de.; PAIVA, E. M. C. de. (orgs). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre, ABRH, 2001.

COUTINHO, R.; ROCCO, R. **O direito ambiental das cidades**. Rio de Janeiro, DP&A, 2004.

CRUZ, R.; SILVA, M.; CAVAGUTI, N. Impactos de erosão nos recursos hídricos: análise de dois casos. In: **5º Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. Anais. Bauru, SP, 1995.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (orgs). **Geomorfologia do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2001.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (orgs). **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1999.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1996.

CUNHA, S. B. da. Bacias hidrográficas. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (orgs). **Geomorfologia do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2001.

CUNHA, S. B. da. **Impactos das obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da bacia do rio São João** (Rio de Janeiro – Brasil). Rio de Janeiro, Edição do autor, 1995.

DERRUAU, M. **Précis de Géomorphologie**. Masson et Cie. Éditeurs. Paris, 1956.

DREW, D. **Processos interativos homem meio ambiente**. 3.ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1994.

DUANE, D.B. Significance of skewness in recent sediments, Western Pamlico Sound, North Carolina. In: **Journal of Sedimentary Petrology**. 1964.

EMBRAPA. Gramíneas forrageiras do gênero brachiaria. **Circular técnica**. CNPCG, Campo Grande, 1980.

ESTEVEES, F. de A. **Fundamentos de limnologia**. 2.ed. Rio de Janeiro, Interciência, 1998.

FERNANDEZ, O. V. Q.; *et al.* Caracterização e distribuição de sedimentos de fundo do rio Paraná em Porto Rico (PR). In: **Ciência Geográfica**, VI(15). Bauru, SP, 2000.

FERNANDEZ, O.V.Q. **Mudanças no canal fluvial do rio Paraná e processo de erosão nas margens: região de Porto Rico – PR**. Dissertação (Mestrado). IGCE/UNESP, Rio Claro, 1990.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo, INPE. Oficina de textos, 2002.

FOLK, R.L. & WARD, W.C. Brazos river bar: study in significance of grain size parameters. In: **Journal of Sedimentary Petrology**, 1957.

FREIRE, O.; *et al.* **Erodibilidade de alguns solos do oeste do Estado de São Paulo**. Revista de Geografia. 11, São Paulo, 1992.

GALVÃO, M. V. Clima. In: **Geografia do Brasil** (Região centro-oeste). v. 01. IBGE, Rio de Janeiro, 1960.

GARDE, R. J.; RAJU, K. G. R. **Mechanics of sediment transportation and alluvial stream problems**. 2.ed. New York, A Halsted Press Book, 1985.

GASTALDINI, M. do C. C.; MENDONÇA, A. S. F. Conceitos para a avaliação da qualidade da água. In: PAIVA, J. B. D. de.; PAIVA, E. M. C. de. (orgs). **Hidrologia aplicada a gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre, ABRH, 2001.

GOLDENFUM, J. A. Pequenas bacias hidrográficas: conceitos básicos. In: PAIVA, J. B. D. de.; PAIVA, E. M. C. de. (orgs). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre, ABRH, 2001.

GOMES, C. A. Q. **Economia leiteira do bolsão sul-matogrossense**. Dissertação (Mestrado). UNESP, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 1994.

GOMES, E. N. **Carvoarias: energia e degradação ambiental**. Monografia (Bacharelado). UFMS, Campus de Três Lagoas, 1999.

GONÇALVES, C. W. P. **Os (dê)s caminhos do meio ambiente**. 6.ed. São Paulo, Contexto, 1998.

GONÇALVES, J. C. **Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona oeste do pantanal sulmatogrossense**. Dissertação (Mestrado). USP, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 1993.

GONZALES, A. **A ocupação industrial do município de Três Lagoas**. Monografia (Bacharelado). UFMS, Campus de Três Lagoas, 2004.

GOUDIE, A. **The changing earth – rates of geomorphological processes**. Oxford, Backwell Publishers, 1995.

GOUDIE, A.; VILES, H. **The Earth transformed**. Oxford, Backwell Publishers, 1997.

GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. Erosão dos solos. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (orgs). **Geomorfologia do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2001.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (orgs). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1996.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (orgs). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 2.ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1995.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. dos S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2006.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (orgs). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1999.

GUERRA, A.T. **Dicionário Geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro, IBGE, 1993.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (orgs). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2004.

GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (orgs). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1999.

GUIDICINI, G.; SILVA, R. F. da. Sobre a ocorrência de uma extensa bacia de acumulação de sedimentos rudáceos na região de Três Lagoas, sudeste de Mato Grosso. In: **XXVI Congresso Brasileiro de Geologia**. Anais. p. 153-165.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. São Paulo, Edgard Blucher, 1976.

HEREDIA, M. Sem regulamentação, Lei não pune com rigor. **O Estado de São Paulo**, 28 Mar. 1999.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Geografia do Brasil: região centro-oeste**, 2005. Disponível em: <http://www.ibge.org.br>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Geografia do Brasil: região centro-oeste**, 1988.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAS – INPE. **Fundamentos de Geoprocessamento – Tutorial**. DPI – INPE 2005.

JORGE, F. N. de.; UEHARA, K. Águas de superfície. In: OLIVEIRA, A. M. dos Santos, BRITO, S. N. A. de. **Geologia de Engenharia**. São Paulo-SP, Associação Brasileira de Geógrafos, 1990.

KLEEREKOPER, H. **Introdução ao estudo de limnologia**. 2.ed. Porto Alegre, Editora da Universidade UFRGS, 1990.

LEBVRE, L. A. **A terra e a evolução humana. Introdução geográfica à história**. Lisboa: Cosmos, 1991.

LEFF, E. **Epistemologia Ambiental**. 3.ed. São Paulo, Cortez, 2002.

LEINZ, V. AMARAL, S. E. do. **Geologia Geral**. 11.ed. Rio de Janeiro, Nacional, 1989.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo, Oficina de Textos, 2002.

LORENZ SILVA, J. L. **O espongilito de Três Lagoas-MS**. UNISINOS, Capes/MEC. São Leopoldo, RS, 2004.

MACEDO, J. Solos do cerrado. In: **Solos altamente susceptíveis a erosão**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Jaboticabal, SP, 1994.

MAIER, M. H.; TOLENTINO, M. Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira (47°55' – 48°55'W e 22°30' – 21°55'S) fisiografia (geomorfologia, geologia, pedologia e hidrologia) e uso do solo. In: **Boletim do Instituto de Pesca**, 1986.

MARTINS, G. R.; KASHIMOTO, E. M. **Resgate arqueológico na área do gasoduto Bolívia/Brasil em Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, UFMS, 1999.

MATTOS, A.; VILLELA, S. M. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo, 1975

MELO, U. de. *et al.* Metodologia para o estudo do material em suspensão na água e no ar. In: **Boletim Técnico da PETROBRÁS**. Rio de Janeiro, 1975.

MENDIONDO, E. M. *et al.* Noção básicas de escala dos processos hidrológicos. In: PAIVA, J. B. D. de.; PAIVA, E. M. C. de. (orgs). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre, ABRH, 2001.

MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (orgs). **Elementos de epistemologia da geografia contemporânea**. Curitiba, Editora da UFPR, 2004.

MERTEN, G. H. Uso agrícola do solo do Paraná, impactos ambientais. In: TAUKE-TORNISIELO, S. *et al.* **Análise Ambiental: estratégias e ações**. p. 193-198. Fundação Salim Farah Maluf, São Paulo, SP, 1995.

MIALL, A. D. A Review of the Braided-river depositional environment. In: **Earth Science Reviews** (13), 1-62 pp, 1977.

MIALL, A. D. Architectural element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. In: **Earth Science Reviews** (22), 261-308 pp, 1985.

MONTEIRO, C. A. F. Notas para o estudo do clima no centro-oeste brasileiro. In: **Revista brasileira de Geografia**. 01, p. 3-40. jan./mar. IBGE/Conselho Nacional de Geografia, Rio de Janeiro, 1951.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 10.ed. São Paulo, Cortez, 2005.

NETTO, A. L. C. In Guerra, A. J. J., CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3.ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1998.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

NIMER, E. Clima. In: **Geografia do Brasil (Região centro-oeste)**. v. 01, p. 23-24. IBGE, Rio de Janeiro, 1988.

NIMER, E. Climatologia da região centro-oeste do Brasil: introdução à climatologia dinâmica – subsídios à geografia regional do Brasil. In: **Revista brasileira de geografia**. 04(34), p. 3-30. out./dez. Rio de Janeiro, 1972.

NUNES, J. O. R. *et al.* A influência dos métodos científicos na geografia física. In: **Revista Terra Livre**. 27, 2007.

NUNES, J. O. R. A importância da geomorfologia na escolha de áreas para aterro sanitário. In: **V simpósio nacional de geomorfologia**. Anais. UFSM, Santa Maria, 2004.

NUNES, J. O. R. Uma contribuição metodológica ao estudo da morfodinâmica da paisagem aplicada a escolha de áreas para construção de aterro sanitário. In: V Jornada de Geografia, UFGO, Jataí, 2003.

NUNES, J. O. R. **Uma contribuição metodológica ao estudo da dinâmica da paisagem aplicada à escolha de áreas para construção de aterro sanitário em Presidente Prudente**. Tese (doutorado) - UNESP, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Presidente Prudente, 2002.

NUNES, J. O. R.; SUERTEGARAY, D. M. A. A natureza da geografia física. In: **Revista Terra Livre**, 17, 2.sem., 2001.

NUNES, J. O. R.; NETO, J. L. S.; SUERTEGARAY, D. M. A. A influencia das correntes de pensamento geomorfológico na construção da geografia brasileira. In: **Revista Cosmos**, 01, 2.sem., 2003.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Guanabara S.A., 1988.

OLIVEIRA, J. B. **Solos do estado de São Paulo**: descrição das classes registradas no mapa pedológico. EMBRAPA, Campinas, 1999.

OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de. **Geologia de engenharia**. São Paulo, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

OLIVEIRA, J. B. de; JACOMINE, P. K. T. ; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal, FUNEP, 1992.

OLIVEIRA, W. de. **Os impactos sócioambientais motivados pela UHE Porto Primavera no município de Anaurilândia-MS**. Tese (Doutoramento). Unesp, Faculdade de Ciências e tecnologia, Presidente Prudente, 2003.

OLIVEIRA JÚNIOR. E. de. **Análise temporal do uso do solo na microbacia do córrego da moeda em Três Lagoas-MS**. Monografia (Bacharelado). UFMS, Campus de Três Lagoas, 2005.

ORNELAS, O. A. **Estudo da retenção de água dos solos do município de Três Lagoas – MS**. Monografia (Bacharelado). UFMS, Campus de Três Lagoas, 1992.

PAIVA, E. M. C. D. Métodos de estimativa da produção de sedimentos em pequenas bacias hidrográficas. In: **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre, ABRH, 2001.

PAIVA, J. B. D. de.; PAIVA, E. M. C. de. (orgs). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre, ABRH, 2001.

PAIVA; J. B. D. de. Métodos de cálculo do transporte de sedimentos em rios. In: PAIVA, J. B. D. de.; PAIVA, E. M. C. de. (orgs). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre, ABRH, 2001.

PARRA, M. A. T. **Regiões bioclimáticas do estado de Mato Grosso do Sul**. Tese (Doutorado) UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2001.

PASSOS, E.; BIGARELLA, J. J. Superfícies de erosão. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (orgs). **Geomorfologia do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2001.

PASSOS, M. M. dos. **Biogeografia e paisagem**. 2.ed. Maringá, UNESP, 2003.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

PEREIRA, R. C. O. **Instalação de indústrias em pontos estratégicos: um estudo de caso no município de Três Lagoas – MS**. Monografia (Bacharelado), UFMS, Campus de Três Lagoas, 2002.

PEREIRA, J. C.; MOLINARI, A. Experiências em microbacias em Santa Catarina. Resumo de mesa redonda. In: **5º Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. Anais. Bauru, SP, 1995.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. **Geologia do Brasil**. São Paulo, T. A. Queiroz, Ed. da Universidade de São Paulo, 1988.

PETROBRÁS, EIA. **Termelétrica de Três Lagoas: Estudo de Impacto Ambiental**. v.1. CEPEMAR - Serviços de Consultoria em Meio Ambiente Ltda, Vitória-ES, Petrobrás 2001.

POLIZER, M. **Avaliação multitemporal da cobertura do solo na bacia do ribeirão Solabra-MS**. Campo Grande, UFMS, 2002.

PONÇADO, W.L. Sobre a interpretação ambiental de parâmetros estatísticos granulométricos: exemplos de sedimentos quaternários da costa brasileira. In: **Revista Brasileira de Geociências**, 16(2), UNESP, Rio Claro, 1986.

PRIMAVESI, A. M. **Manejo Ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais**. 9.ed. São Paulo, Nobel, 1987.

ROCHA, P. C. **Dinâmica fluvial dos canais no sistema rio-planície fluvial do alto rio Paraná, nas proximidades de Porto Rico-PR**. Tese (Doutorado). PEA, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2002.

ROCHA, P. C. *et al.* Variabilidade hidrológica do alto rio Paraná e os efeitos das grandes barragens. In: **X simpósio brasileiro de geografia física aplicada**. Anais. Rio de Janeiro, 2003.

ROCHA, P. C. **Erosão marginal em canais associados ao rio Paraná na região de Porto Rico-PR**. Dissertação (Mestrado), PEA, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 1995.

ROCHA, P. C.; SOUZA FILHO, E. E. O transporte fluvial: importância geomorfológica e ecológica. Vol. I. In: **VI simpósio nacional de geografia física aplicada**. Goiânia, 1995.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Anais. Fortaleza, Editora UFC, 2004.

ROGERIE, G. & BEROUTCHACHVILI. **Géosystèmes et paysages: bilan et méthodes**. Armand Colin. Paris, 1991.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia, EDUFU, 1990.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia Ambiental. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (orgs). **Geomorfologia do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2001.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo, Contexto, 1990.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (orgs). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1996.

ROSSI, M.; PFEIFER, R. M. Remoção de material erodido dos solos de pequenas bacias hidrográficas no parque estadual da Serra do Mar em Cubatão (SP). In: **Simpósio Nacional de controle de erosão em Presidente Prudente (SP)**. Anais. São Paulo, 1998.

SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. (orgs). **Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas**. Maringá, Eduem, 2000.

SANTOS, J. A. dos; KOFFLER, N. F. Análise sócio ambiental e de uso da terra da bacia do rio Huatanay (Cusco-Peru). In: **Ciência Geográfica**, VI(15). Bauru, 2000.

SCHUMM, S. A. **The fluvial system**. New York, John Wiley & Sons, 1977.

SCHWARZBOLB, A. O que é um rio?. In: **Ciência e ambiente**, 21, p. 57-68. Jul./Dez., 2000.

SEPLAN. **Atlas Multirreferencial**. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral, Fundação IBGE, Campo Grande, 1990.

SEPLAN. **Municípios de MS: informações gerais**. Secretaria de planejamento e coordenação Geral, Fundação IBGE, Campo Grande, 1984.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. de. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos, RIMA, 2004.

SILVA, P. P. de L. *et al.* Subsídios para avaliação econômica de impactos ambientais. In: CUNHA, S. B. da.; GUERRA, A. J. T. (orgs). **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1999.

SILVA, E. A. **Três Lagoas: uma interpretação do rural com o urbano**. Dissertação (Mestrado) UNESP, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 1992.

SILVEIRA, A. L. L. da. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3.ed. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, V4. Porto Alegre, Editora da Universidade/UFRS: ABRH, 2004.

SIMÕES; S. J. C.; COIADO; E. M. Processos erosivos. In: PAIVA, J. B. D. de.; PAIVA, E. M. C. de. (orgs). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre, ABRH, 2001.

SOUZA, M. A. de. **A importância das sub-Bacias hidrográficas para a preservação dos recursos naturais**. Monografia (Bacharelado). UFMS, Campus de Três Lagoas, 2003.

SOUZA FILHO, E. E. **Aspectos da geologia e estratigrafia dos depósitos sedimentares do rio Paraná – MS e Guaíra – PR**. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, USP, São Paulo, 1993.

SOUZA FILHO, E. E. Diagnóstico do meio físico e condições emergentes da planície do rio Paraná em Porto Rico (PR). In: **Revista do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá**, 3, V.3, Maringá, PR, 1999.

STEIN, D. P. Diagnóstico de erosão. In: **5º Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. Anais. Bauru, SP, 1995.

STERN, Paul C. *et al.* (orgs) **Mudanças e agressões ao meio ambiente. Como a busca na melhoria de condições de vida dos homens tem contribuído para as mudanças ambientais em todo o mundo**. São Paulo, Makron Books, 1993.

STEVAUX, J.C. **O rio Paraná Superior (Região de Porto Rico, PR): geomorfolgênese, sedimentologia e evolução quaternária**. Tese (Doutorado) Instituto de Geociências, USP, São Paulo, 1993.

STEVAUX, J.C. **Geomorfologia, sedimentologia e paleoclimatologia do alto curso do rio Paraná (Porto Rico – PR)** In: Boletim Paranaense de Geociências (42), Curitiba, PR, 1994.

SUERTEGARAY, D. M. A. Geografia física (?) Geografia ambiental (?) ou Geografia e ambiente. In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (orgs). **Elementos da epistemologia da geografia contemporânea**. Curitiba, Editora da UFPR, 2004.

SUERTEGARAY, D. M. A. (org). **Terra: feições ilustradas**. Porto Alegre, Editora da UFRGS, 2003.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Deserto grande do sul: controvérsia**. 2.ed. Porto Alegre, Editora da Universidade UFRGS, 1998.

SUERTEGARAY, D. M. A. A geografia no contexto das ciências. In: **AGB Boletim Gaúcho de Geografia**. 22, UNIJUÍ, 1997.

SUERTEGARAY, D. M. A. Desertificação: recuperação e desenvolvimento sustentável. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (orgs). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1996.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais: (passado + presente = futuro?)**. São Paulo, Paulo's Comunicação e Artes Gráficas, 1999.

SUGUIO, K. **Ambiente fluvial**. 2.ed. Florianópolis-SC, Editora da UFSC, 1990.

SUGUIO, K. **Rochas sedimentares**. São Paulo, Edgard Blucher, 1980.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo, Edgard Blucher, 1973.

TERENCI, C. B. *et al.* **Caracterização do geossistema de cerrado da região de três lagoas** (Relatório de pesquisa). UFMS, Campus de Três Lagoas, 1984.

TETILA, J. L. **Ritmo pluviométrico e o cultivo da soja: uma análise geográfica aplicada ao sul de Mato Grosso do Sul**. Dissertação (Mestrado). USP, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 1983.

THOMAZIELLO, S. A. *et. al.* Análise geoambiental da bacia do Jacaré – Pepira-SP. In: MAURO, Claudio A. de. **Planejamento Ambiental**, Coletânea 004, Rio Claro, Unesp, 1995.

TRICART, J. **Géomorphologie applicable**. Masson. Paris, 1978.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

TRICART, J. A Geomorfologia nos estudos integrados de ordenação do meio natural. In: **Boletim Geográfico**, 251, ano 34, out./dez., 1976.

TRICART, J. **Principes et méthodes de la Géomorphologie**. Masson, Paris, 1965.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3.ed. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, V4. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRS, ABRH, 2004.

TUCCI, C. E. M. (org). **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS, ABRH, 1998.

VENTURI, L. A. B. (org). **Praticando a geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

VILELA, S. M.; MATOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo, McGRAW-HILL, 1975.

VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (orgs). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2004.

VON SPERLING, N. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

WARD, A. D.; ELLIOT, W. **Environmental hydrology**. Lewis Publishers, USA, 1995.

WILSON JR, G. Quando os sedimentos se tornam poluentes. In: **II Encontro Regional de Engenharia de Sedimentos**. Anais. Rio de Janeiro, RJ, 1996.

ZAVANATI, J. A. **A dinâmica atmosférica e a distribuição das chuvas no Mato Grosso do Sul**. Tese (Doutorado). USP, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 1990.

Anexo

Três Lagoas, 08 a 14 de Junho de 2006

0

Três Lagoas

0

IBAMA multa Curtume em R\$ 50 mil



A empresa alega que o produto não agride o solo

Através de denúncias anônimas, técnicos do Ibama (Instituto Brasileiro de Apoio ao Meio Ambiente) e Sema (Se-

cretaria do Meio Ambiente) visitaram as dependências do Curtume de Três Lagoas e constataram irregularidades quanto à preservação em áreas ambientais.

Foi aplicada uma multa de R\$ 50 mil, por ser encontrado no pátio da empresa uma quantidade de resíduos sólidos (lodo) a céu aberto.

Estes materiais são utilizados na industrialização do couro e por se encontrarem em área declive, estariam poluindo o Córrego do Palmito em épocas de chuva.

João Bosco Francisco, técnico do Ibama, alega que antes da autuação, a diretoria do Curtume foi alertada sobre

o problema, mas nenhuma providência foi tomada.

Dentro de um prazo determinado pelo órgão, representantes da empresa emitiram relatório de defesa no qual alegam que o produto é benéfico ao solo por incorporar matéria orgânica, nutrientes químicos e alcalinidade e traz inúmeras vantagens agrônômicas.

Para que possa ocorrer os trâmites legais, técnicos deverão fazer um laudo para comprovar o risco de contaminação através do lodo e, conforme a constatação, a firma poderá sofrer uma multa diária se não sanarem o problema.

Da Redação