

EDENIR MARIA SERIGATTO

**DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA DAS ÁREAS DE
PRESERVAÇÃO PERMANENTE E IDENTIFICAÇÃO DOS
CONFLITOS DE USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIO SEPOTUBA-MT**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2006

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S485d
2006

Serigatto, Edenir Maria, 1965-

Delimitação automática das áreas de preservação permanente e identificação dos conflitos de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT / Edenir Maria Serigatto. – Viçosa : UFV, 2006. xiii, 188f. : il. col. ; 29cm.

Inclui anexo e apêndice.

Orientador: Carlos Antonio Alvares Soares Ribeiro.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Florestas - Conservação. 2. Proteção ambiental - Sepotuba, Rio, Bacia (MT). 3. Desmatamento - Sepotuba, Rio, Bacia (MT). 4. Solo - Uso - Sepotuba, Rio, Bacia (MT). 5. Florestas - Legislação - Brasil. 6. Direito ambiental - Brasil. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDO adapt. CDD 634.941

EDENIR MARIA SERIGATTO

**DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO
PERMANENTE E IDENTIFICAÇÃO DOS CONFLITOS DE USO DA TERRA
NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SEPOTUBA - MT**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 27 de julho de 2006.



Prof. João Carlos Ker
(Co-Orientador)



Prof. Elias Silva



Prof. Sebastião Venâncio Martins



Pesq. Marina de Fátima Vilela



Prof. Vicente Paulo Soares
(Presidente da Banca)

Aos meus queridos pais, Rosa Maria e Enéas Serigatto, pelo amor e pela dedicação que sempre tiveram para comigo.

Ao meu irmão, Luiz Carlos, e às minhas irmãs, Eliane Cristina e Perla Margarida, amigos e companheiros.

Aos meus sobrinhos, Paulo Vitor e João Carlos, aprendizes de pesquisador.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade de realização deste treinamento.

À Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), pela liberação e pelo incentivo à realização deste curso.

Ao CNPq/CT-Hidro, pela concessão da bolsa, sem a qual este trabalho não teria sido realizado a contento.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), pela aquisição das imagens de satélite.

Ao professor Carlos Antonio Álvares Soares Ribeiro, pela orientação e pelo estímulo, em todas as etapas do curso.

Ao professor Vicente Paulo Soares, meu co-orientador, pela amizade, pelo pronto atendimento, pela compreensão e pela serenidade em todas as etapas do curso, principalmente naquelas de retrocessos, mostrando-se amigo, conselheiro e um diplomata sem igual.

Ao professor João Carlos Ker, pela co-orientação, pela compreensão, pelo auxílio e pela amizade no decorrer do curso.

Aos demais professores do Departamento de Engenharia Florestal, especialmente aos professores Elias Silva e Agostinho Lopes Souza, pela contribuição na etapa de qualificação.

À minha mãe, Rosa Maria Tranquelin Serigatto, pelo amor, pelo carinho e pelas orações nesse período, sem os quais tudo teria sido mais difícil.

Ao meu pai, Enéas Serigatto, pela companhia durante a coleta de dados no campo.

Ao meu irmão, Luiz Carlos, e à minha cunhada, Temilze, pelo carinho, pela amizade e pelo estímulo nos momentos difíceis.

Aos colegas de trabalho da UNEMAT – Campus de Tangará da Serra, pelo apoio recebido no período de afastamento.

Ao amigo Ângelo Marcos e à sua esposa, Rita, um verdadeiro anjo da guarda, pela amizade, pelo companheirismo e pelas horas dedicadas à execução deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal, especialmente à Ritinha, ao Fred e ao Chiquinho.

Às amigas de curso, Elzimar, Kassinha e Jussara, pelo companheirismo e pela amizade.

Às amigas Maurecilne Lemes e Ana Aparecida, pelo auxílio, pela compreensão e pelo incentivo nos momentos estressantes.

Aos amigos da Pastoral Vocacional da Paróquia Nossa Senhora de Fátima, pela amizade, pelos momentos de descontração e pela oportunidade de crescer na fé em Jesus Cristo.

Ao professor Vitor, pela companhia na etapa final de coleta de dados.

Ao senhor Argeu Fogliato, pelo apoio no período de coleta de dados e por receber e oferecer condições para que a equipe de campo pudesse realizar os trabalhos necessários.

Ao senhor Geirino, pela pilotagem do barco no período de coleta de dados.

E, especialmente, a Deus, pela oportunidade da vida, pelo direcionamento dos meus caminhos e pelo carinho e imenso amor de Pai.

BIOGRAFIA

EDENIR MARIA SERIGATTO, filha de Enéas Serigatto e Rosa Maria Tranquelin Serigatto, nasceu em 1^o de agosto de 1965, na cidade de Ivaté-PR.

Em 1987, iniciou suas atividades como professora do ensino fundamental na Escola Estadual de 1^o e 2^o Grau Patriarca da Independência, no Distrito de Progresso, município de Tangará da Serra-MT.

Em 1990, ingressou no Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, na Universidade Federal do Estado de Mato Grosso.

Em 1995, iniciou seus trabalhos como professora substituta do Curso de Ciências Biológicas, na Universidade do Estado de Mato Grosso, *campus* de Alta Floresta.

Em 1998, iniciou o Curso de Mestrado em Ciências Biológicas, Área de concentração Ecologia, no Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), obtendo o título de *Magister Scientiae* em 2000.

Em 2001, foi transferida do *campus* Universitário de Alta Floresta, com a incumbência de implantar o Curso de Ciências Biológicas, no *campus* Universitário de Tangará da Serra, dentro do programa de Ciências Agro-Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso.

Em setembro de 2002, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado em Ciência Florestal, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), defendendo tese em julho de 2006.

Em agosto de 2006, reassumiu suas atividades como professora do Curso de Ciências Biológicas (UNEMAT), *campus* Universitário de Tangará da Serra-MT.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO	x
ABSTRACT.....	xii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
CAPÍTULO 1.....	5
DINÂMICA DO DESMATAMENTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SEPOTUBA-MT, NO PERÍODO DE 1984 A 2004, COM INTERVALOS DE CINCO ANOS	5
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1. Processo de Uso e Ocupação da Terra na Amazônia Legal.....	9
2.2. Utilização de Dados de Sensoriamento Remoto como Ferramenta para Avaliação dos Componentes Ambientais.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Caracterização da Área de Estudo	16
3.1.1. Localização	16
3.1.2. Caracterização	16
3.1.2.1. Clima	16
3.1.2.2. Vegetação (caracterização das classes fisionômicas) ...	18

	Página
3.2. Materiais	22
3.2.1. Imagem de satélite	22
3.2.2. Dados de elevação	23
3.2.3. <i>Softwares</i> usados	23
3.3. Análise dos Dados	23
3.3.1. Trabalho de campo	23
3.3.2. Pré-processamento das imagens	24
3.3.3. Classificação das imagens	31
3.3.4. Delimitação da bacia hidrográfica do rio Sepotuba	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1. Georreferenciamento das Imagens	33
4.2. Dinâmica do Desenvolvimento na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba	33
4.2.1. Mapeamento do uso da terra em 1984	33
4.2.2. Mapeamento do uso da terra em 1989	36
4.2.3. Mapeamento do uso da terra em 1994	39
4.2.4. Mapeamento do uso da terra em 1999	42
4.2.5. Mapeamento do uso da terra em 2004	45
4.2.6. Variabilidade nas áreas das classes fisionômicas para o período avaliado (1984 a 2004)	47
4.3. Avaliação das Imagens Classificadas.....	49
5. CONCLUSÕES	50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
CAPÍTULO 2.....	57
APTIDÃO AGRÍCOLA E USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SEPOTUBA.....	57
1. INTRODUÇÃO.....	57
2. REVISÃO DE LITERATURA	59
2.1. Classificação das Terras de Acordo com sua Aptidão Agrícola..	59
2.2. O Uso de Sistema de Informação Geográfica no Mapeamento da Aptidão Agrícola da Terra	61
3. MATERIAL E MÉTODOS	65
3.1. Materiais Utilizados	65
3.1.1. Base de dados cartográficos	65
3.1.2. Processamento dos dados.....	66

	Página
3.1.3. Obtenção dos dados referentes às áreas das classes de solo e aptidão agrícola	66
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
4.1. Descrição das Classes de Solos Presentes nas Áreas de Estudo	67
4.2. Aptidão Agrícola das Terras da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba	71
4.3. Histórico da Ocupação Agrícola na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba	74
5. CONCLUSÕES	81
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
CAPÍTULO 3.....	85
DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E IDENTIFICAÇÃO DOS CONFLITOS DE USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SEPOTUBA, NO PERÍODO DE 1984 A 2004.....	85
1. INTRODUÇÃO.....	85
2. REVISÃO DE LITERATURA	88
2.1. Bacia Hidrográfica	88
2.2. Função Ecológica das Áreas de Preservação Permanente	89
2.2.1. Mata ciliar.....	91
2.2.2. Nascente e sua área de contribuição.....	92
2.2.3. Linhas de cumeada (divisor de águas)	93
2.2.4. Terço superior do morro	94
2.2.5. Outras categorias de APP.....	94
2.3. Delimitação de APPs e Identificação dos Conflitos de Uso da Terra	95
3. MATERIAL E MÉTODOS	99
3.1. Base de Dados, Equipamentos e <i>Software</i> Utilizados.....	99
3.2. Delimitação das Áreas de Preservação Permanente com Base na Resolução nº 303/02, do CONAMA	99
3.2.1. Desenvolvimento do modelo digital de elevação hidrograficamente consistente (MDEHC).....	100
3.2.2. Delimitação das áreas de preservação permanente ao redor das nascentes e ao longo dos cursos d'água	101
3.2.3. Delimitação das áreas de preservação permanente em topos de morro	102
3.2.4. Delimitação das áreas de preservação permanente ao longo das linhas de cumeada	103

	Página
3.3. Análises de conflito de uso da terra nas áreas de preservação permanente	103
3.4. Delimitação das áreas de preservação permanente e conflito de uso das terras da sub-bacia do rio Queima Pé (um estudo de caso).....	104
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	105
4.1. Áreas de preservação permanente delimitadas na bacia hidrográfica do rio Sepotuba	105
4.2. Dinâmica do uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Sepotuba, no período de 1984 a 2004, com intervalos de cinco anos	110
4.2.1. Dinâmica das mudanças na classe de Floresta Nativa	110
4.2.2. Dinâmica das mudanças na classe Cerrado.....	111
4.2.3. Dinâmica das mudanças na classe Campo Sujo	113
4.2.4. Dinâmica das mudanças na classe Agropastoril.....	113
4.2.5. Dinâmica das mudanças na classe Água.....	115
4.3. Conflito de uso da terra nas áreas de preservação permanente na sub-bacia do rio Queima Pé, em 2004 (um estudo de caso) .	116
4.4. Área de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio Sepotuba e aptidão agrícola dos solos X legislação ambiental..	117
4.5. Algumas formas de desrespeito ambiental em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Sepotuba	124
4.5.1. Categoria Nascente e sua área de contribuição	124
4.5.2. Categoria Mata Ciliar	125
4.5.3. Categoria Terço Superior da Bacia	127
4.5.4. Categoria Terço Superior do Morro	128
5. CONCLUSÕES	129
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132
CONCLUSÃO GERAL.....	136
CONSIDERAÇÕES FINAIS	138
ANEXOS	139
ANEXO 1 – CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO	140
ANEXO 2 – RESOLUÇÃO DO CONAMA Nº 369/06	156
ANEXO 3 – RESOLUÇÃO DO CONAMA Nº 303	171
ANEXO 4 – LEI ESTADUAL COMPLEMENTAR Nº 038, DE 21/11/95	176
APÊNDICE	182
APÊNDICE A – MATRIZES DE ERROS	183

RESUMO

SERIGATTO, Edenir Maria, Universidade Federal de Viçosa, julho de 2006. **Delimitação automática das áreas de preservação permanente e identificação dos conflitos de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT**. Orientador: Carlos Antonio Alvares Soares Ribeiro. Co-Orientadores: Vicente Paulo Soares e João Carlos Ker.

O Código Florestal Brasileiro Lei nº 4.771/65 e a Resolução do CONAMA nº 303/02 instituíram o conceito de áreas de preservação permanente (APPs). As APPs têm papel vital dentro de uma bacia hidrográfica, por serem responsáveis pela manutenção, preservação e conservação dos ecossistemas ali existentes. A bacia hidrográfica como sistema é composta pelas inter-relações dos subsistemas social, econômico, demográfico e biofísico. Os objetivos deste trabalho foram: a) mapear o desmatamento na bacia hidrográfica do rio Sepotuba no Estado de Mato Grosso, entre 1984 e 2004, com intervalos de cinco anos, a partir de imagens temáticas obtidas do sensor TM/LANDSAT; b) delimitar automaticamente as áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica e identificar os conflitos de uso da terra, no período de 1984 a 2004; e c) avaliar os mapas de solos, atualizando a legenda de acordo com EMBRAPA (1999), e a aptidão agrícola das terras da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, contrapondo-os com as áreas de preservação permanente, conforme estabelecido pela Resolução do CONAMA nº 303/02.

Os mapas de uso da terra correspondentes à área de estudo foram gerados a partir das imagens digitais TM/LANDSAT, obtidas em agosto de 1984, julho de 1989, junho de 1994, agosto de 1999 e agosto de 2004. Foram geradas cinco classes de uso da terra: Floresta Nativa, Cerrado, Campo Sujo, Agropastoril e Água. Os resultados mostraram que a área total da bacia hidrográfica do rio Sepotuba é de 984.450 ha; observou-se redução de Floresta Nativa na ordem de 38,60% e ampliação das classes de Cerrado (3,44%), Campo Sujo (119%) e Agropastoril (16,83%), durante os 20 anos analisados. Dos 984.450 ha da área total da bacia, 296.809 ha (30,15%) foram identificados e mapeados como áreas de preservação permanente. As categorias de APPs delimitadas para a bacia foram: mata ciliar com 55.166 ha, nascente e sua área de contribuição com 96.100 ha, terço superior da bacia com 146.369 ha, terço superior do morro com 20.616 ha e declividade superior a 45° com 0,36 ha. A somatória da área com atividade antrópica dentro das categorias de APPs na bacia hidrográfica do rio Sepotuba foi de 86.161 ha (29,03%). As classes de solo com maiores áreas na bacia hidrográfica foram: PVA_{d1} 257.669 ha (26,17%), PVA_{d3} 107.678 ha (10,93%), RQ_{od1} 155.512 ha (15,8%) e RQ_{od2} 248.033 ha (25,19%). O subgrupo de aptidão agrícola 4p foi o que ocupou a maior área, com 544.904 ha (55,35%) da área da bacia, seguido do subgrupo 4(p), com área de 248.033 ha (25,19%). Somente 176.771 ha (18%) da área da bacia hidrográfica foram considerados aptos para atividades agrícolas diversas. Conclui-se que a utilização de um sistema de informação geográfica e o uso de imagens de satélite são ferramentas importantes para obter uma excelente base de dados. A metodologia para delimitação automática das áreas de preservação permanente possibilitou gerar mapas de uso da terra que podem ser usados na implementação do manejo adequado da bacia hidrográfica. Podem ainda dar base para a delimitação das áreas de preservação permanente no campo, como também ser utilizados pelos órgãos governamentais com poder de fiscalização, para identificar e localizar as áreas que estão em conflito de uso da terra, viabilizando, de maneira sem precedentes, a aplicação do Código Florestal.

ABSTRACT

SERIGATTO, Edenir Maria, D.S., Universidade Federal de Viçosa, July of 2006. **Automatic delineation of permanent preservation areas and land use conflict identification in the Sepotuba River watershed, Mato Grosso State, Brazil.** Adviser: Carlos Antonio Alvares Soares Ribeiro. Co-Advisers: Vicente Paulo Soares and João Carlos Ker.

The Brazilian Forest Law # 4,771/65 and the CONAMA Act # 303/02 instituted permanent preservation area (PPAs) norms. PPAs have a vital role within a watershed, being responsible for ecosystems maintenance, preservation and conservation. The watershed as system is composed of social, economic, demographic and biophysical sub-systems interrelations. The study objectives were: to map the deforestation in the Sepotuba River watershed, in Mato Grosso State, Brazil, occurring from 1984 to 2004, with five-year intervals, using thematic images obtained from the TM/LANDSAT sensor; b) to delineate automatically the watershed permanent preservation areas and to identify the land use conflicts occurring from 1984 to 2004; and c) to evaluate the soils maps, updating their legends in agreement with EMBRAPA classification (1999) and agricultural aptitude for the Sepotuba River watershed, superimposing them over permanent preservation areas, as established by CONAMA CT # 303/02. The land use maps covering the study area were generated from the digital TM/LANDSAT images, obtained in August 1984, July 1989, June 1994, August 1999 and August 2004. Five classes of land use were

generated: natural forest, savanna woodlands, sparse woodlands, agro-pastoral lands and water. Results show that the Sepotuba River watershed total area is 984,450 ha. During the analyzed period, natural forest area diminished by woodlands (119%) and agro-pastoral (16.83%) classes. Considering the 984,450 ha basin total area, 296,809 ha (30.15%) were identified and mapped as permanent preservation areas. The PPA categories defined for the basin were: riparian forest with 55,166 ha, spring-waters and their contribution areas with 96,100.56 ha, upper third of basin with 146,369 ha, upper third of hilltops with 20,616 ha and steep slopes greater than 45° with 0.36 ha. The total occupied land use areas within the Sepotuba River watershed PPA categories was 86,161 ha (29.03%). The largest soil classes in the watershed were: PVA_{d1} 257,669 ha (26.17%), PVA_{d3} 107,678 ha (10.93%), RQ_{od1} 155,512 ha (15.8%) and RQ_{od2} 248,033 ha (25.19%). The 4p agricultural aptitude subgroup occupied the largest area, with 544,904 ha (55.35%) of total basin area, followed by the subgroup 4(p) with area of 248,033 ha (25.19%). Only 176,771 ha (18%) of the watershed area were considered suitable for diverse agricultural activities. It is concluded that the use of geographical information systems and satellite images are important tools for generating excellent data bases. The methodology for automatic delineation of permanent preservation areas facilitated land use map generation, proving suitable for use in the implementation of adequate watershed management. Additionally, these maps can facilitate permanent preservation area delineation in the field, as well as be used in government surveillance to identify and locate the areas of land use conflict, making possible, in an unprecedented way, application of the Forest Law.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Nas últimas décadas, diante de todos os problemas ambientais já presenciados pela população mundial, a percepção da responsabilidade humana pela sua solução tem aos poucos se tornado coletiva; várias são as iniciativas locais e globais para deter o avanço do homem sobre os recursos naturais, embora elas ainda sejam incipientes.

Dentre as iniciativas governamentais mais promissoras, estão as leis que regem o uso dos recursos naturais. Entretanto, apesar de as leis ambientais serem rigorosas, elas não são praticadas amplamente e tampouco os órgãos com poder de fiscalização dispõem da infra-estrutura necessária para aplicá-las e fazer com que sejam cumpridas, haja vista a extensão territorial do Brasil. A Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Anexo 1) – o Código Florestal Brasileiro – sofreu várias alterações que a aprimoraram no decorrer desse tempo. No entanto, os quadros técnicos dos órgãos governamentais das esferas federal, estadual e municipal não têm sido capacitados para aplicar com clareza a legislação vigente. O cenário de desrespeito ao Código Florestal Brasileiro torna-se ainda mais sombrio com as freqüentes denúncias de corrupção.

Embora a Lei nº 4.771 já esteja em seu 41º aniversário, as áreas de preservação permanente continuam sendo descaracterizadas, o que decorre basicamente de dois fatores: primeiro a inexistência da demarcação oficial das áreas de preservação permanente para vetar, em seu nascedouro, o

licenciamento ambiental indevido; segundo, a constatação da deficiência estrutural do Estado, inviabilizando promover a efetiva fiscalização ambiental em um País de dimensões continentais. Os recentes trabalhos envolvendo a delimitação das áreas de preservação permanente por meio de sistemas de informações geográficas demonstram que a dificuldade de delimitar essas áreas para grandes extensões territoriais não é mais o obstáculo para que se faça cumprir a lei com o devido rigor (RIBEIRO *et al.*, 2005). Dentre os trabalhos realizados podem ser citados os de Girardi (2004), Hott *et al.* (2005) e Nascimento *et al.* (2005).

No entanto, a real delimitação dessas áreas no campo certamente mostrará grandes obstáculos que a lei não prevê. Um desses obstáculos está relacionado com as divisões fundiárias dos terrenos, geralmente tendo estradas, rios ou algum acidente geológico como parâmetro para sua delimitação. Não se levou em conta, até então, o limite da bacia hidrográfica para a divisão fundiária de um Estado ou município, portanto, é provável que algumas propriedades tenham sua área de produção parcial ou mesmo completamente inserida em áreas de preservação permanente.

A redação do Artigo 4 da Medida Provisória nº 2.166-67, de 24/08/2001, diz:

Art. 4. A supressão de vegetação em área de preservação permanente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto.

A Resolução do CONAMA nº 369, de 28/03/2006 (Anexo 2), define os casos excepcionais em que o órgão ambiental competente pode autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em área de preservação permanente para implantação de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social, ou para realização de ações consideradas eventuais e de baixo impacto ambiental.

Essa flexibilidade na legislação ambiental poderá provocar a aceleração na supressão do que ainda resta da vegetação nativa, agravando-se os problemas ambientais.

Os objetivos deste trabalho foram salientar a importância ecológica das áreas de preservação permanente e testar a eficiência da metodologia desenvolvida por Ribeiro *et al.* (2005) na sua delimitação automática, seguindo os limites propostos pelo Código Florestal Brasileiro. A área de estudo é a bacia hidrográfica do rio Sepotuba, localizada no Estado de Mato Grosso. A tese está organizada em três capítulos: o primeiro relata o histórico do desmatamento e o uso e a ocupação da terra no período de 1984 a 2004, com intervalos de cinco anos; o segundo faz uma caracterização da ocupação da área, descrevendo a aptidão agrícola da terra e como se deu a ocupação das terras; o terceiro, e último capítulo, trata das áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica e analisa o conflito de uso da terra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GIRARDI, R. V. Identificação de áreas de preservação e conflito de ocupação do solo em zonas urbanas utilizando a tecnologia SIG. In: COBRAC – 2004 – CONGRESSO BRASILEIRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO – UFSC – Florianópolis, 2004, p. 1-11.

HOTT, M. C.; GUIMARÃES, M.; MIRANDA, E. E. Um método para determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., Goiânia-GO: **Anais...** INPE, 2005. p. 3061-3068.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n. 2, p. 207-220, 2005. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v15n2/A10V15N2.pdf>>. Acesso em: 10 abril 2006.

RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; OLIVEIRA, A. M. S. O.; GLERIANI, M. G. O desafio da delimitação de área de preservação permanente. **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v.29, n.2, p. 203-212, 2005. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v29n2/a04v29n2.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2006.

CAPÍTULO 1

DINÂMICA DO DESMATAMENTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SEPOTUBA-MT, NO PERÍODO DE 1984 A 2004, COM INTERVALOS DE CINCO ANOS

1. INTRODUÇÃO

A ocupação intensa da Amazônia Legal teve início na década de 1970 (SOARES FILHO, 2001; FEARNSSIDE, 2005), com a extração de borracha, o desenvolvimento agrícola, a imigração, a expansão de estradas, a promoção de grandes empreendimentos como grandes fazendas para criação de gado, a extração de madeira e a mineração (PEDLOWSHI *et al.*, 1997). Esse desenvolvimento foi apoiado por políticas nacionais que priorizaram a construção de estradas, a concessão de menores taxas de juros e os incentivos de créditos a grandes corporações, fazendeiros e projetos de colonização rural (FUJISAKA *et al.*, 1996).

Sob o lema “Integrar para não Entregar”, na década de 1970 houve um grande povoamento na região Centro-Oeste, e muitos municípios foram fundados nessa época, principalmente no Estado de Mato Grosso (SERIGATTO, 2000). Entre 1970 e 1987 foram criados 47 novos municípios no Estado de Mato Grosso (OLIVEIRA, 1997). A construção de estradas para ligar Cuiabá a Porto Velho (BR-364) e a estrada ligando Cuiabá a Santarém (BR-

163) foram as principais vias de acesso para as colonizadoras se instalarem no Estado (KIRBY *et al.*, 2006).

O Estado de Mato Grosso ocupou privilegiada posição no processo de colonização do Centro-Oeste brasileiro, sendo contemplado com recursos de todos os programas governamentais. Na década de 1970, mais de 456 mil pessoas migraram no e para o Mato Grosso. Esse processo fez com que a população do Estado crescesse 86% entre 1970 e 1980, permitindo uma estimativa de crescimento para o período entre 1980 e 1990 de mais de 90% (OLIVEIRA, 1997).

A falta de conhecimento científico em relação aos ecossistemas presentes no Estado e de uma política de desenvolvimento que levasse em conta o respeito ao meio ambiente foram os principais fatores que contribuíram para que o Mato Grosso fosse apontado pela mídia nacional e internacional como o que mais degradou o meio ambiente no País, nos últimos anos. Os danos dessa ocupação desorganizada e desenfreada afetam negativamente os aspectos ambientais relacionados aos ecossistemas amazônico, pantanal e cerrado presentes no Estado, prejudicando o ciclo hidrológico da região, o ciclo de nutrientes, a capacidade de seqüestro de carbono e a diversidade de espécies (PORTELA e RADEMARCHER, 2001).

Mato Grosso possui uma área de 906.068 km², representando 56% da Região Centro-Oeste, 11% da área do Brasil e 18% da área da Amazônia Legal. Originalmente, as florestas recobriam aproximadamente 55% de sua área e os cerrados outros 38%. A área desmatada no Estado no biênio 2003/2004 foi de 12.586 km² (MMA, 2006), o que equivale a 48,1% de todo o desmatamento ocorrido na Amazônia Legal no mesmo período (disponível em: <<http://www.brasiloeste.com.br>>. Acesso em: 2005).

O processo de ocupação na bacia hidrográfica do rio Sepotuba remonta a 1878, conforme relata a história do surgimento dos municípios na região. A primeira comarca a ser instalada foi a de Cáceres, sendo o leito do rio Paraguai o caminho percorrido para se chegar até onde hoje está instalado o município de Barra do Bugres, que então era distrito de Cáceres. A região de Barra do Bugres, que era rica em poaia (*Psychotria ipecacuanha*), atraiu muitas pessoas (poaieiros), tendo sido a porta de entrada para a ocupação da bacia hidrográfica do rio Sepotuba.

Atualmente, as principais estradas dentro da bacia hidrográfica do rio Sepotuba são: MT-343, MT-339, MT-358 e, no seu entorno, a BR-364. Há ainda várias estradas vicinais que ligam as comunidades rurais aos centros urbanos de cada município. De acordo com Nepstad *et al.* (2001), Fearnside (2005) e Kirby *et al.* (2006), os desmatamentos na Amazônia Legal acontecem primeiro muito próximo a estradas, sejam elas pavimentadas ou não, e depois se estendem para o interior. Câmara *et al.* (2005), ao comentarem sobre o desmatamento na Amazônia, chamam a atenção para os projetos de transportes que o Programa Avança Brasil propõe desenvolver na Amazônia, e afirmam que se esses projetos realmente forem executados o aumento do desflorestamento e a fragmentação da floresta atingirão uma escala espacial sem precedentes.

Com a disponibilização de imagens orbitais para uso civil e os avanços tecnológicos na área de sistemas de informação geográfica, tornou-se possível verificar quase em tempo real algumas formas de degradação ambiental, como as grandes queimadas que assolam o País no período de estiagem, e também quantificar áreas onde a vegetação nativa foi suprimida. Dentre os programas governamentais com a finalidade de monitorar a Amazônia Legal pode-se citar o SIPAM (Sistema de Proteção da Amazônia), que tem como missão “integrar informações e gerar conhecimento atualizado para articulação, planejamento e a coordenação de ações globais de governo na Amazônia Legal Brasileira, visando a proteção, a inclusão social e o desenvolvimento sustentável da região” (disponível em: <<http://www.sipam.gov.br>>). O PRODES (Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite) vem produzindo estimativas anuais das taxas de desflorestamento da Amazônia Legal desde 1989. A partir de 2003, as estimativas estão sendo produzidas por classificação digital de imagens do sensor LANDSAT. A principal vantagem desse procedimento está na precisão do georreferenciamento dos polígonos de desflorestamento, de forma a produzir um banco de dados geográficos multitemporal (INPE, 2006).

De acordo com Florenzano (2002), as imagens de satélites proporcionam uma visão sinóptica e multitemporal de extensas áreas da superfície terrestre, mostrando o ambiente e sua transformação, destacando as importantes alterações causadas por fenômenos naturais e pela ação do

homem através do uso e da ocupação do espaço.

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi mapear o desmatamento na bacia hidrográfica do rio Sepotuba no Estado de Mato Grosso entre 1984 e 2004, com intervalos de cinco anos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Processo de Uso e Ocupação da Terra na Amazônia Legal

A Amazônia Legal brasileira foi criada através do Decreto Lei nº 5.173, de 27/10/66 (IBGE, 1991). Apresenta uma área de 5.033.072 km², representando 59,1% do território brasileiro, compreendendo os Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e parte dos Estados do Maranhão e Tocantins (FERRAZ, 1994).

A ocupação da Amazônia Legal tem se mantida como meta para todos os governos brasileiros, pois trata-se de uma grande área de floresta tropical, com grande variedade de recursos minerais e vegetais. Uma das preocupações governamentais é a ocupação física da área. De acordo com Mahar (1979), *apud* Pedlowski (1997), a história do desenvolvimento amazônico pode ser dividida em cinco períodos.

O primeiro período foi alicerçado na extração da borracha e estende-se de 1870 a 1912, entrando em colapso em 1945. O segundo período começa com a criação da “Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia” (SPVEA) em 1953, que tinha como prioridade o desenvolvimento agrícola para tornar a região auto-suficiente em alimentos e para expandir a extração de produtos para exportação. O terceiro período ocorreu entre 1964 e 1970. O governo militar instalado em 1964 intensificou ainda mais a política de

desenvolvimento econômico da região. Nesses três períodos foram criados pólos de desenvolvimentos, encorajando a imigração e promovendo incentivos do capital privado para o desenvolvimento de pesquisa sobre recursos naturais. Em 1967, foi criada a “Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia” (SUDAM).

Na década de 1970 (quarto período), o governo federal estabeleceu o Programa de Integração Nacional (PIN), cuja meta central era a proteção do vasto interior brasileiro. O programa foi baseado na construção de estradas como a Transamazônica. O PIN foi complementado com o Programa de Redistribuição de Terra (PROTERRA), cujos objetivos foram facilitar a aquisição de terra, prover condições para os trabalhadores rurais e promover a agroindústria na Amazônia.

O quinto período foi caracterizado pela implementação do Segundo Plano de Desenvolvimento Nacional. Em 1974, em reação às perceptíveis falhas do PIN e do PROTERRA, o governo federal mudou a política de desenvolvimento e criou o programa chamado POLAMAZÔNIA, que favoreceu os grandes criadores de gado. Entretanto, em face da curta duração de produtividade e dos altos custos econômicos, esse projeto também foi abandonado ainda na década de 1970.

Mais recentemente, Laurance *et al.* (2001) comentam os problemas ambientais causados pelos programas de desenvolvimento governamentais, dando especial atenção ao programa Avança Brasil. Eles prevêm que a construção de mais estradas ligando as áreas com grande concentração de pessoas a áreas remotas da Amazônia brasileira provocará impactos graves na floresta amazônica.

Vários trabalhos abordam as conseqüências do desenvolvimento na Amazônia Legal. O desmatamento foi considerado por muitos como uma benfeitoria, significando que a terra (local) tinha algum uso melhor do que a manutenção da biodiversidade, haja vista que nas décadas anteriores a 1990 os conceitos ecológicos e de valoração do meio ambiente eram restritos a discussões acadêmicas e não alcançavam a população, que justamente nesse mesmo período era incentivada por políticas governamentais a remover as formas de vegetação nativa, como garantia de que a terra estava sendo usada.

Estudos como o de Pedlowski *et al.* (1997) apontam que a expansão das atividades do uso da terra em Rondônia é resultado do aumento populacional e do desmatamento. Salientam que, em 1993, 25% da área florestal do Estado foi desmatada. As principais atividades responsáveis por esse desmatamento foram a instalação de pequenos sítios, fazendas de criação de gado, mineração e serrarias. Eles concluíram que as implicações para os futuros projetos de manejo de recursos naturais e da economia do Estado de Rondônia são críticas.

Em estudo realizado por Alves *et al.* (1999), foram observadas as modificações do microclima e do regime hidrológico devido ao desmatamento na Amazônia. A área de estudo foi na região de Ji-Paraná-RO. Os resultados apontaram que o desmatamento reduziu a precipitação em 10%, diminuiu a evapotranspiração real em 24% e, também, acarretou uma amplitude térmica da temperatura do ar em cerca de 1,6°C. A análise do balanço hídrico mostrou que a floresta tropical consegue extrair mais água que o sítio de pastagem durante a estação seca, embora os dois sítios possuam comportamentos similares durante a estação chuvosa.

Soares Filho (2001) fez um estudo sobre a fragmentação da paisagem florestal em função da estrutura e da dinâmica fundiária no norte de Mato Grosso. Os resultados mostraram que o desflorestamento da região teve início a partir das faixas marginais das estradas BR-163 e J-1, irradiando-se pela região a partir das estradas vicinais dos projetos de colonização e, também, em direção aos fundos dos lotes, cujos tamanhos originais eram de 50 e 100 ha. A venda dos lotes pelos colonos originais e a conseqüente compra desses por fazendeiros ocasionaram a agregação dos lotes. Com o aumento do desmatamento na região, houve o aumento de áreas contínuas com alguma atividade agrícola e a conseqüente fragmentação de áreas florestadas.

Cardille e Foley (2003) realizaram um estudo com objetivo de avaliar as mudanças de uso da terra pela agricultura entre 1980 e 1995 na Amazônia brasileira. Os resultados mostraram que várias mudanças ocorreram em razão da atividade agrícola durante o período avaliado. As áreas usadas para a agricultura de baixa produção foram transformadas em áreas de pastagem. O mesmo ocorreu em Mato Grosso e Rondônia, onde os pastos plantados substituíram as florestas, indicando a rota primária da expansão agrícola.

Desjardins *et al.* (2004) analisaram os efeitos da conversão das áreas de floresta em pastagem com relação ao conteúdo de carbono no solo na Amazônia brasileira. Para isso foram selecionadas duas cronosseqüências, cada uma contendo floresta nativa e três pastos de idades diferentes (4, 8, 15 anos e 3, 9 e 15 anos, respectivamente); uma delas situa-se na parte central da bacia amazônica, em solos classificados como Latossolos Argissólicos, e a outra está localizada na parte oriental da bacia amazônica, em área de Latossolo Ácrico. Os resultados indicaram que nas duas cronosseqüências a conversão para pastagem induziu ao aumento leve no conteúdo de carbono no período avaliado.

Fearnside (2005), comentando o desmatamento na Amazônia brasileira, diz que embora a floresta amazônica seja desmatada por inúmeras razões, o desmatamento para implantação de pastagem para criação de gado é a causa predominante. As fazendas de médio e grande porte são responsáveis por cerca de 70% das atividades de desmatamento. O comércio de carne bovina é apenas uma das fontes de renda que faz com que o desmatamento seja lucrativo. A degradação da floresta resulta do corte seletivo, dos incêndios (facilitados pelo corte seletivo) e dos efeitos da fragmentação de borda. Os impactos do desmatamento incluem a perda de biodiversidade e a redução da ciclagem da água (e da precipitação) e contribuem para o aquecimento global.

2.2. Utilização de Dados de Sensoriamento Remoto como Ferramenta para Avaliação dos Componentes Ambientais

Muitos trabalhos foram realizados utilizando dados de sensoriamento remoto como ferramenta para detectar variabilidades nas fitofisionomias, no uso e na ocupação da terra com o objetivo de prover informações ambientais para direcionar, da melhor forma possível, as decisões acerca dos problemas ambientais.

Alves *et al.* (1996) fizeram o mapeamento do uso da terra em Rondônia, utilizando técnicas de segmentação e classificação de imagens TM. Classificaram a paisagem em três unidades: floresta, área desmatada e vegetação secundária. Concluíram que os resultados gerais apresentados pela segmentação foram satisfatórios e que a técnica apresenta bom potencial para

uso de atividades similares à executada, podendo ser a base para a geração de mapas de uso da terra de forma mais rápida que a classificação convencional.

Com o objetivo de calibrar as assinaturas espectrais das fisionomias de cerrado sazonalmente, de modo a oferecer subsídios para o manejo e a conservação de seus remanescentes, Mesquita Junior (1998) realizou um trabalho na gleba Pé-de-Gigante (Parque Estadual de Vassununga-SP), que possui vários morfotipos de cerrados, desde os florestais até os campestres. Eles usaram imagens Landsat *Thematic Mapper* nas faixas do vermelho (TM-3) e infravermelho próximo (TM-4), obtendo-se os índices de vegetação (IVDN), que destacam a densidade de folhas verdes. As classes fisionômicas foram identificadas espectral e sazonalmente. Os resultados mostraram diferentes valores de IVDN, em razão da influência das condições climáticas nas fisionomias de cerrado, ao longo do ano.

Moran *et al.* (2000) estudaram o efeito da fertilidade do solo e uso da terra sobre crescimento sucessional em cinco regiões na bacia amazônica, empregando o levantamento da sucessão vegetal e de florestas maduras, as amostras de solo, a avaliação etnográfica da história do uso da terra e a classificação da cobertura da terra com base em dados multitemporais de imagem digital do sensor TM/LANDSAT. Concluíram que a fertilidade do solo é particularmente importante para examinar diferenças inter-regionais entre taxas de rebrota e intensidade do uso da terra e, também, que a sucessão secundária tem importância socioeconômica e ecológica em escala local, regional e global. Salientaram, ainda, que a compreensão dos processos naturais de rebrota requer a integração de vários métodos, aliada às diferentes escalas espaciais e temporais.

Com o objetivo de indicar as áreas disponíveis para manutenção de reserva legal na Amazônia brasileira, Fidalgo *et al.* (2003) realizaram um estudo em nove municípios da Amazônia Oriental. Os resultados obtidos com base nas imagens TM/LANDSAT de 1999 mostraram que todos os municípios apresentavam valores inferiores a 80% de floresta remanescente.

Jacinto (2003) fez um trabalho que envolveu geoprocessamento e sensoriamento remoto como ferramentas na gestão ambiental de unidades de conservação, onde elaboraram um quadro diagnóstico da área de proteção

ambiental (APA) do Capivari Monos. Imagens dos satélites TM/LANDSAT e LANDSAT-7 foram comparadas com o emprego de técnicas de detecção de mudanças para quantificação do desmatamento no período entre 1991 e 2000. As imagens do satélite LANDSAT-7 foram classificadas através do método supervisionado por regiões, para produção de um mapa temático de Uso da Terra e Cobertura Vegetal. Os resultados foram quantificados por sub-bacias hidrográficas, compondo um quadro comparativo que se destina a subsidiar a gestão ambiental da APA. Esses resultados mostram que o crescimento da ocupação urbana se concentra na bacia de Billings, principalmente na sub-bacia da Cratera de Colônia, onde a fragilidade do meio físico foi considerada muito alta.

Jianguo Qi e Lusch (2004) trabalharam com métodos de classificação ótima para mapeamento de práticas agrícolas de cultivo da terra, a partir de uma imagem LANDSAT-7 da área. Nesse estudo, eles testaram cinco métodos de classificação para determinar o algoritmo para classificação mais apropriada para identificação de não-cultivos (NT) e cultivo tradicional (TT). Os métodos utilizados foram: *minimum distance* (MD), *Mahalanobis distance*, *Maximum Likelihood* (ML), *spectral angle mapping* (SAM) e *cosine of angle concept* (CAC). O método *cosine of angle concept* excedeu todas as outras classificações de rotina para identificar e mapear práticas de cultivo da terra, produção e precisão global.

Li e Yeh (2004) utilizaram imagens de satélite multitemporais SAR para monitorar as rápidas mudanças para sistemas de cultivos na região subtropical, classificando-as como as mais apropriadas, e concluíram que a classificação de dados de sensoriamento remoto pode prover valiosas informações do uso da terra que podem ser usadas para planejar o manejo do uso da terra.

Com o objetivo de selecionar áreas de interesse ecológico, com base na heterogeneidade de habitats, por meio da interação de imagens de satélites com dados biológicos, Anacleto *et al.* (2005) realizaram um estudo em Cocalinho-MT. De acordo com os autores, o parque cerrado é a vegetação predominante em Cocalinho (38,44%). Os resultados indicaram que a associação de técnicas de sensoriamento remoto e os métodos de otimização proporcionaram bom direcionamento no processo de seleção de áreas para conservação do cerrado. Salientaram ainda que os resultados obtidos em

conjunto com os dispositivos legais existentes podem auxiliar no processo de indicação de áreas potenciais para o estabelecimento de novas unidades de conservação, envolvendo também estudos sistemáticos de planejamento que abordem estrutura fundiária, interesses socioeconômicos, tamanho de áreas, conectividade, replicação e escolha de espécies-alvo.

Ferraz *et al.* (2005) realizaram um estudo sobre a dinâmica do desflorestamento na Amazônia entre 1984 e 2002, em uma bacia hidrográfica localizada na região central de Rondônia. Eles utilizaram imagens de satélite para avaliar e quantificar a taxa de desflorestamento e a mudança na dinâmica da paisagem. Classificaram a paisagem em floresta madura, floresta secundária e pastagem. Verificaram que a perda de floresta madura no padrão de uso da terra foi similar ao observado no Estado. A ocupação e o uso da terra mostraram uma sistemática conversão da área de floresta madura para pastagem. A área que a classe floresta madura ocupava era de 58,56 ha (66% da área da bacia) e passou para 22,02 ha (24%), enquanto a área de pastagem cresceu de 16,86 ha (19%) para 60,00 ha (66%). O desflorestamento na área de estudo foi de 2% ao ano para floresta madura e de 2,9%, para floresta secundária.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da Área de Estudo

3.1.1. Localização

A bacia hidrográfica do rio Sepotuba ocupa uma área de 984.450,51 ha, representando cerca de 1% da área do Estado de Mato Grosso. Está localizada entre as coordenadas 8.458.830 e 8.217.240 m na direção norte-sul e 315.608 e 515.708 m na direção leste-oeste do sistema de projeção cartográfica UTM, Fuso 21, Meridiano Central -57°, Datum SAD-69 (Figura 1).

3.1.2. Caracterização

3.1.2.1. Clima

O tipo climático da área de estudo, segundo a classificação de Köppen, é o A (clima tropical chuvoso), com um pequeno período de seca e chuvas inferiores a 60 mm no mês mais seco (maio a agosto). O tipo climático nessa região se assemelha ao AF, por apresentar uma amplitude anual das temperaturas médias mensais menores que 5°C, e ao AW, por possuir a estação seca coincidindo com o inverno (CUNHA *et al.*, 1980).

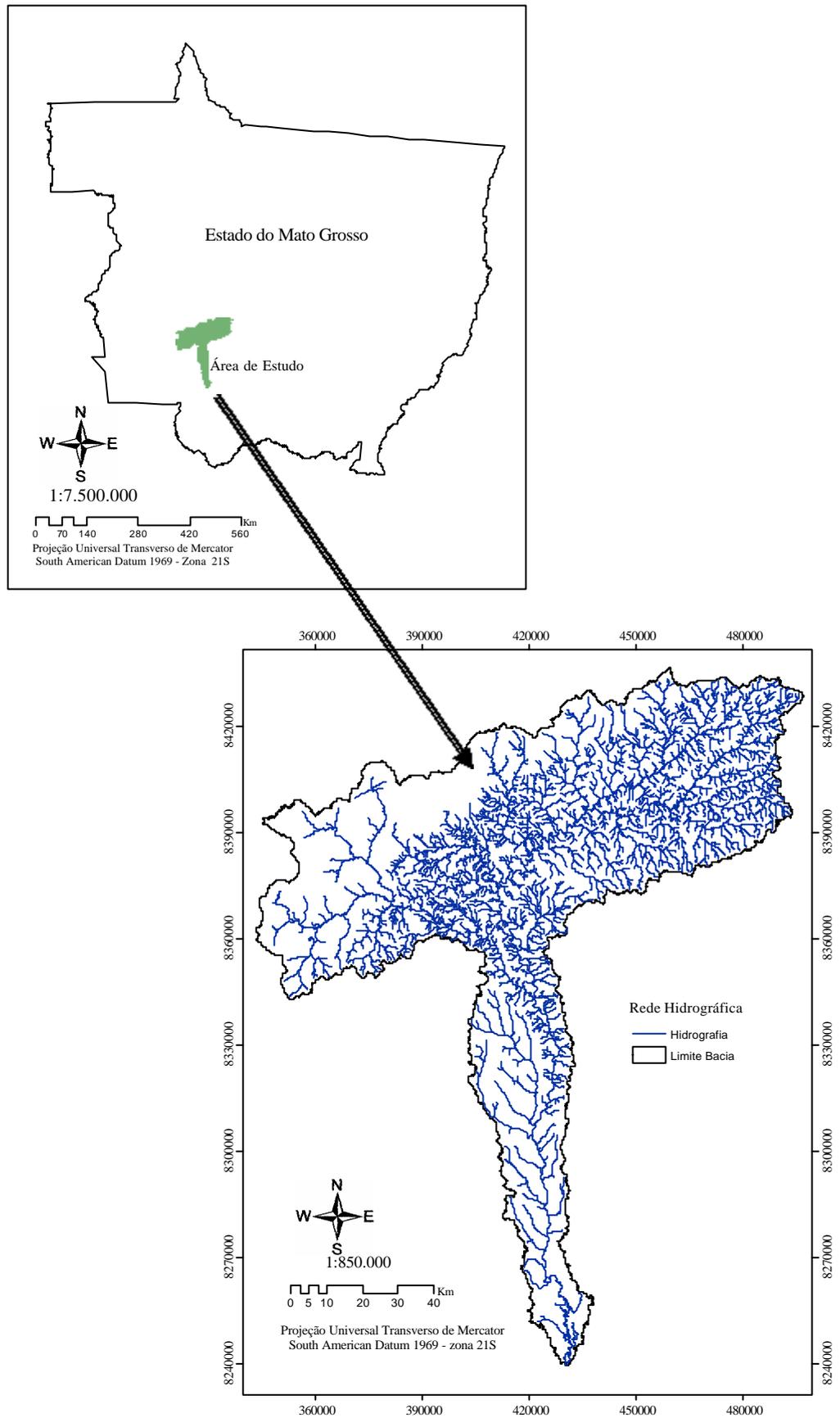


Figura 1 – Localização da área de estudo.

3.1.2.2. Vegetação (Caracterização das Classes Fisionômicas)

a) Floresta nativa

De acordo com o mapa de vegetação da SEPLAN-MT (SEPLAN-MT, 2000, *apud* IBGE, 1991), as formações florestais que ocorrem na área de estudo estão alocadas dentro da categoria Floresta Estacional.

De acordo com Rizzini (1997), a categoria Floresta Estacional compreende Floresta Mesófila Perenifólia e Floresta Mesófila Semidecídua, Floresta de Orbigny, Floresta Mesófila Decídua e Floresta Mesófila Esclerófila. As florestas estacionais revelam-se cada vez mais pobres e caducifólias, segundo o grau de dessecação progressiva dos habitats, daí a gradação perenifólia semidecídua e decídua. Na distribuição fitogeográfica brasileira, a Floresta Mesófila Perenifólia e a Floresta Mesófila Semidecídua são encontradas no Planalto Central. A Floresta de Orbigny é a mesma Floresta Mesófila Semidecídua, porém o que as diferencia é o copioso número de *Orbignyia oleifera* (babaçu do Brasil Central) encontrado nesse tipo de floresta. A Floresta Mesófila Esclerófila, vulgarmente conhecida como cerradão, uma floresta de árvores (altas retilíneas e agrupadas) peculiares ao cerrado, a esclerofilia, associada à macrofilia, tem um caráter copioso.

As Figuras 2 e 3 retratam a Floresta Estacional encontrada na bacia hidrográfica do rio Sepotuba.



Foto: Serigatto (2005) (Coord.: 384815 – 8385971).

Figura 2 – Floresta Estacional Semidecidual presente na bacia hidrografia do rio Sepotuba-MT.



Foto: Serigatto (2005) (coord.: 411212 -8374341).

Figura 3 – Floresta Estacional (mata ciliar) ocorrendo nas margens do rio Sepotuba-MT.

b) Cerrado

As formações de cerrado que ocorrem na bacia hidrográfica do rio Sepotuba são: Savana Florestada (cerradão), Savana Arborizada (cerrado), Savana Arborizada com Mata de Galeria, Savana Parque (campo cerrado) e Savana Parque com Floresta de Galeria (SEPLAN-MT, 2000, *apud* IBGE, 1991).

As Figuras 4 e 5 retratam as formações fisionômicas de cerrado encontradas na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT.



Foto: Serigatto (2005) (Coord.: 421471 – 8416223).

Figura 4 – Cerrado (*sensu stricto*) na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT.



Foto: Serigatto (2005) (Coord.: 400445 – 8407116).

Figura 5 – Cerrado (campo sujo) na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT.

C) Agropastoril

O termo agropastoril compreende as fisionomias de caráter agrícola como: pastagem, plantio de soja, cana-de-açúcar e qualquer outra atividade agrícola praticada na área.

As Figuras 6 a 8 mostram os vários usos agrícolas encontrados durante a coleta de dados no campo.



Foto: Serigatto (2005) (Coord.: 397051 – 8406766).

Figura 6 – Plantio de soja na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT.



Foto: Serigatto (2005) (Coord.: 422168 – 8381966).

Figura 7 – Plantio de cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT.



Foto: Serigatto (2005) (Coord.: 403624 - 8384637).

Figura 8 – Pastagem na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT.

3.2. Materiais

3.2.1 Imagens de satélite

As imagens de satélite do sensor LANDSAT-TM foram adquiridas, mediante compra, do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Para cobrir toda a área de estudo, foram necessárias três cenas completas, cujas características estão na Tabela 1.

As bandas utilizadas foram:

- Banda 2: 0,52 – 0,60 μ m.
- Banda 3: 0,63 – 0,69 μ m.
- Banda 4: 0,76 – 0,90 μ m.

Tabela 1 – Órbita/ponto e datas das imagens de satélite empregadas no estudo da dinâmica do desmatamento na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT

Anos	Órbita/Ponto	Data
1984	227/070	08/08/1984
	227/071	08/08/1984
	228/070	15/08/1984
1989	227/070	21/07/1989
	227/071	21/07/1989
	228/070	13/08/1989
1994	227/070	10/07/1994
	227/071	10/07/1994
	228/070	28/09/1994
1999	227/070	18/08/1999
	227/071	18/08/1999
	228/070	08/09/1999
2004	227/070	15/08/2004
	227/071	15/08/2004
	228/070	06/08/2004

3.2.2. Dados de elevação

Os dados de altimetria usados na geração do MDEHC (modelo digital de elevação hidrograficamente consistente) foram extraídos da base de dados SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), versão 2, disponibilizada pela NASA¹ em outubro de 2005, com resolução de 90 m.

A hidrografia foi digitalizada a partir da imagem de satélite de 2004, usando-se o módulo ArcMap do *software* ArcGIS versão 9.0 (ESRI, 2004). O processamento empregou um computador com um sistema operacional Windows 2000 professional, processador Xeon de 1 GHZ, disco rígido scsi de 1 GB (dois discos rígidos), placa de vídeo Matrox Millenium G400 e placa de rede Ethernet de 100 Mbps.

3.2.3. Softwares usados

A classificação supervisionada das imagens orbitais foi feita com o *software* ERDAS Imagine versão 8.5. A geração do modelo digital de elevação hidrograficamente consistente e o mapeamento das áreas de preservação permanente para a bacia hidrográfica do rio Sepotuba foram realizados com o *software* ArcGIS, versão 9.0.

3.3. Análise dos Dados

3.3.1. Trabalho de campo

Efetuaram-se duas visitas à área de estudo, para coleta de pontos de controle terrestre (PCTs) e registro fotográfico das várias feições ocorrentes para subsidiar a classificação das imagens de satélites. A primeira coleta de dados de campo ocorreu no período de 25 de janeiro a 10 de março de 2005, período de chuvas na região, época em que foi percorrida a parte superior da bacia do rio Sepotuba. A segunda visita ocorreu no período de 9 a 11 de agosto de 2005, correspondente ao seu período de seca, tendo-se percorrido a parte inferior da bacia relacionada ao Alto Pantanal Mato-grossense.

¹ <ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov>.

Foram coletados 634 pontos e tiradas mais de 650 fotos, para descrever melhor a paisagem encontrada na área de estudo. As coordenadas UTM dos pontos de controle terrestre foram coletados, utilizando-se um receptor GPS, modelo Garmim III *Plus*. Os PCTs foram usados na correção geométrica, na aferição das informações obtidas da classificação da imagem e na caracterização das classes fisionômicas existentes na área de estudo.

Algumas áreas não puderam ser visitadas, sendo vários os impedimentos, alguns relacionados à logística, como lugar inacessível para pernoite, estradas intransitáveis e veículo impróprio para o tipo estradas vicinais encontradas na região. Outro tipo de impedimento foi com relação à entrada nas propriedades, principalmente em fazendas com porteiros fechadas.

3.3.2 Pré-processamento das imagens

Para fazer o histórico do desmatamento foram utilizadas imagens digitais TM/LANDSAT de 1984 (agosto), 1989 (junho), 1994 (junho), 1999 (agosto) e 2004 (agosto). A grande cobertura de nuvens nos meses do período chuvoso impossibilitou a obtenção de imagem no período da primeira coleta.

Uma vez que são necessárias três imagens para cobrir a área de estudo, foi preciso confeccionar mosaicos para visualização da área como um todo. A confecção dos mosaicos foi efetuada por meio do software ERDAS Imagine 8.5.

Para eliminar os efeitos de sobreposição, as imagens foram corrigidas geometricamente e, em seguida, os mosaicos foram confeccionados. O georreferenciamento foi considerado aceitável quando o erro quadrático médio ficou abaixo de 0,50.

As primeiras imagens corrigidas foram aquelas correspondentes a 2004, por estarem mais próximas do período da coleta dos dados. Para cada cena foi gerada uma composição colorida, usando as bandas 2, 3 e 4, uma vez que a banda 2 (0,52 -0,60 μm) apresenta grande sensibilidade a sedimentos em suspensão; a banda 3 (0,63-0,69 μm) apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal; e a banda 4 (0,76-0,90 μm) permite o mapeamento de corpos d'água, e a vegetação verde, densa e uniforme reflete muito energia (MOREIRA, 2001).

O mosaico gerado para 2004 e os recortes das imagens de satélite para a área da bacia hidrográfica do rio Sepotuba, para todos os anos avaliados, estão representados nas Figuras 9 a 14.



Figura 9 – Mosaico das imagens TM/LANDSAT da área da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, para 2004.

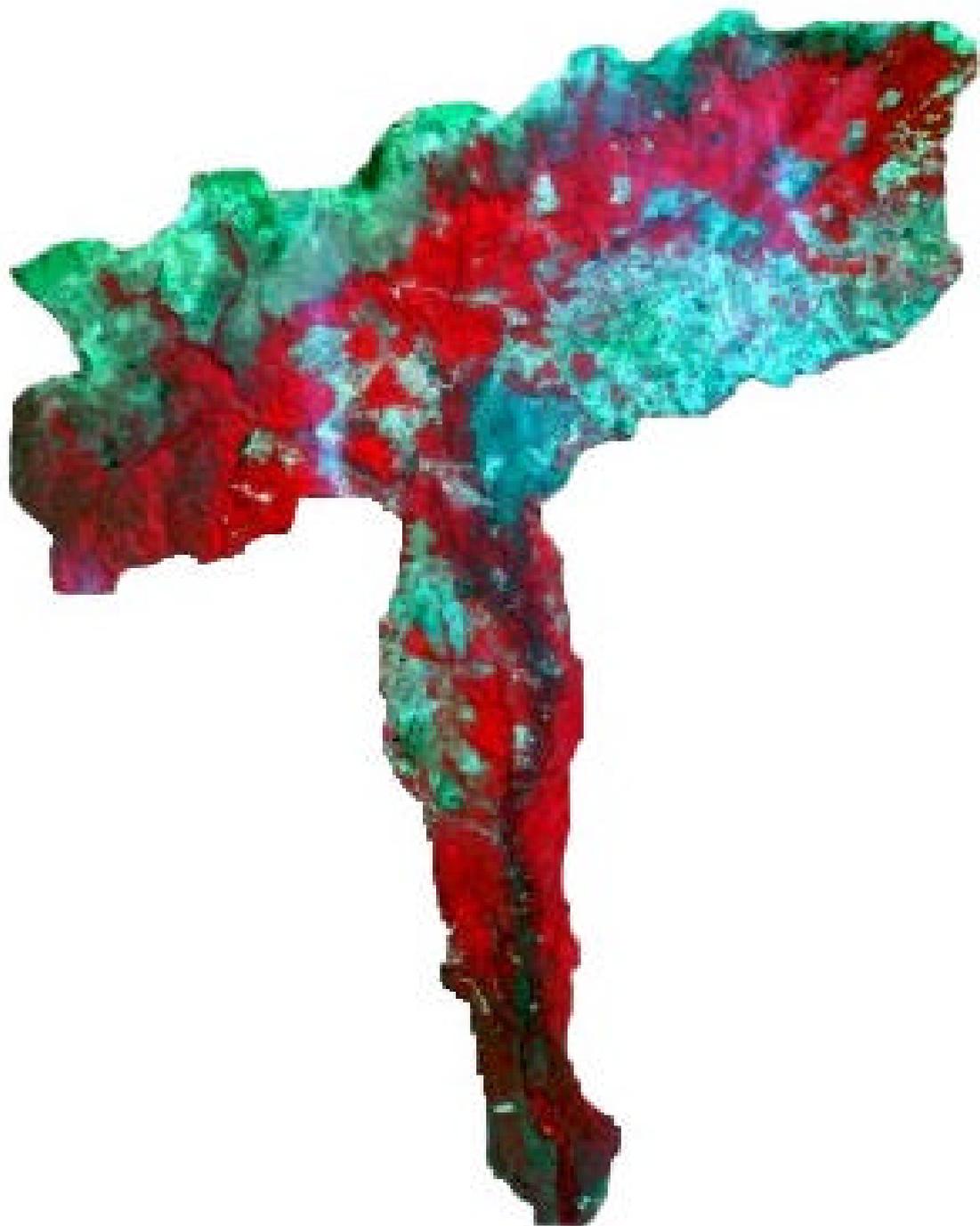


Figura 10 – Imagem TM/LANDSAT da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, para 1984.



Figura 11 – Imagem TM/LANDSAT da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, para 1989.

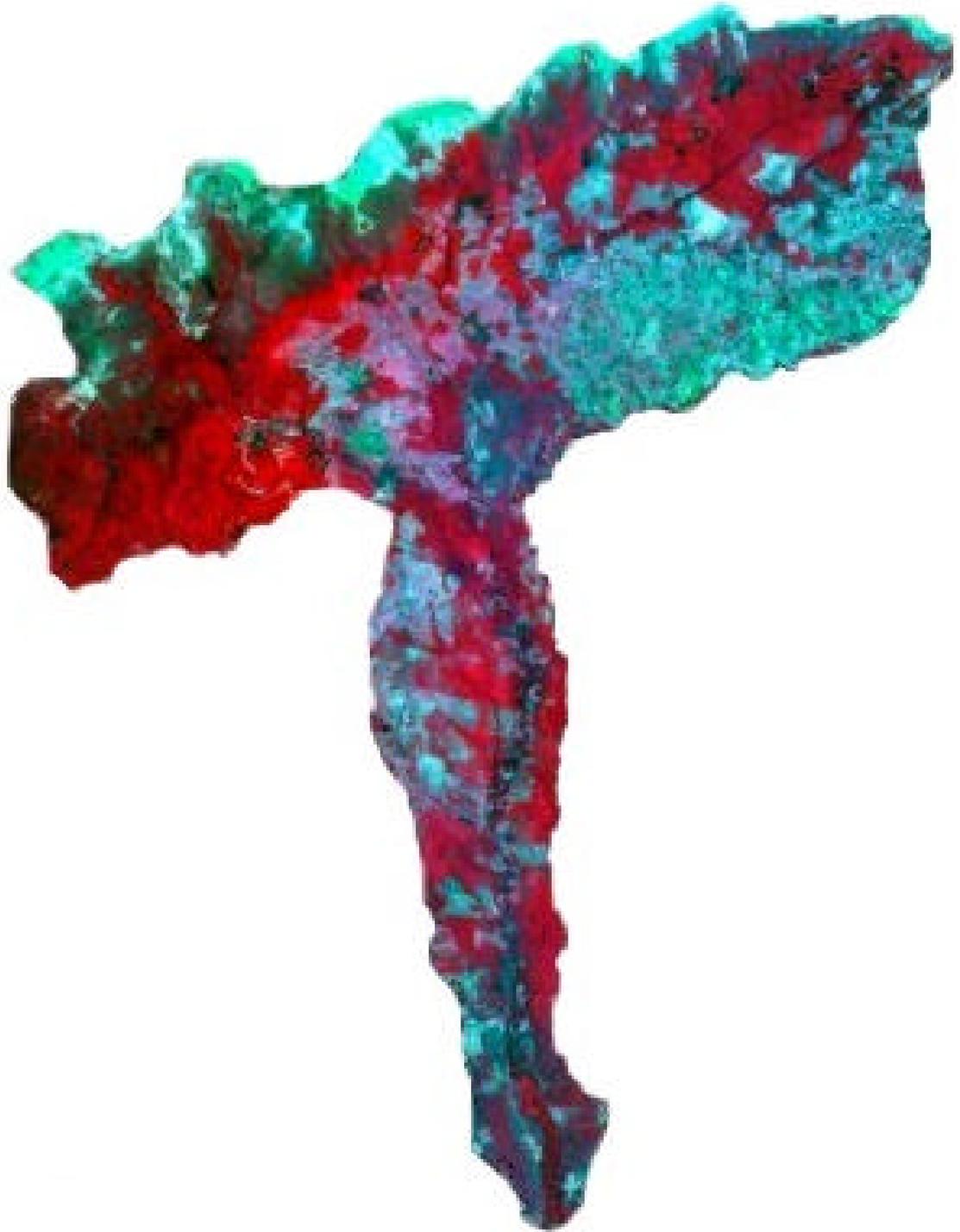


Figura 12 – Imagem TM/LANDSAT da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, para 1994.



Figura 13 – Imagem TM/LANDSAT da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, para 1999.



Figura 14 – Imagem TM/LANDSAT da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, para 2004.

3.3.3. Classificação das imagens

As imagens das diferentes épocas foram classificadas em cinco classes: Floresta Nativa, Cerrado, Campo Sujo, Agropastoril e Água. O algoritmo utilizado foi o da máxima verossimilhança.

A escolha desses termos para representar as classes fisionômicas presentes na área de estudo deve-se à heterogeneidade da vegetação e ao uso da terra para agricultura. Assim o termo Floresta Nativa corresponde às formações florestais, incluindo nessa categoria as Matas Ciliares e a Floresta Estacional Semidecidual. Na classe Cerrado estão incluídas as formas vegetacionais do Cerrado *sensu stricto*. O termo Campo Sujo compreende os campos com maior ou menor intensidade de arbustos e subarbustos. O termo Agropastoril engloba todas as formas de uso agrícola das terras presentes na área de estudo e o termo Água representa toda a fisionomia aquática da área (barragens ao longo dos cursos d'água, rios e lagos).

Para cada classe foram coletadas amostras de treinamento variando de 10 a 25 amostras por feição, conforme a variabilidade da cor do pixel e o tamanho da área da feição. O número de pixels nas amostras de treinamento variou de 4 a 16. Para validação das imagens temáticas foram gerados 50 pontos para cada classe, que foram então usados na geração das matrizes de erros. A partir das matrizes foram gerados os índices kappa, para validação das imagens classificadas, cuja formulação é dada a seguir:

$$\hat{\kappa} = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} x_{+i})}$$

em que

$\hat{\kappa}$ = Índice de exatidão kappa;

r = número de linhas na matriz;

x_{ii} = número de observações na linha [i] e coluna [i], elementos da diagonal da matriz;

x_{i+} e x_{+i} = totais marginais da linha [i] e coluna [i], respectivamente; e

N = número total de observações.

Fórmula do kappa condicional

$$K_{\text{cond.}} = \frac{N_{x_{ii}} - x_{i+} x_{+i}}{N_{x_{i+}} - x_{i+} x_{+i}}$$

3.3.4. Delimitação da bacia hidrográfica do rio Sepotuba

Os dados de altimetria do MDE (modelo digital de elevação) foram obtidos do SRTM, com células de 90 m de lado, que foram interpolados para 30 m, devido à resolução espacial das imagens LANDSAT.

A hidrografia foi digitalizada com o uso do *software* ArcGIS, versão 9.0 (ESRI, 2004), tendo a imagem de satélite de 2004 como base para a digitalização.

Para delimitação da área da bacia, foi utilizada a seguinte metodologia: os dados da base SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com grade de células de 90 m, foram convertidos para um arquivo vetorial de pontos com espaçamento de 90 m. Em seguida, os arquivos vetoriais de pontos e a hidrografia foram submetidos à interpolação, à imposição de drenagem e a refinamentos, conforme a metodologia de Ribeiro *et al.* (2005). O produto desse processamento foi o MDEHC (modelo digital de elevação hidrograficamente consistente), com células de 30 m. Ao usar o comando *Watershed* e os *grids* MDEHC, direção de escoamento e foz, foi gerado o *grid* da área da bacia hidrográfica do rio Sepotuba.

Por meio da multiplicação de *grids* foi obtida a área de cada feição das imagens temáticas, usando-se o comando *Raster Calculator* da extensão *Spatial-Analyst* do *software* ArcGIS. Mediante o uso da Tabela de Atributos do *grid* gerado, foi obtido o número de células de cada feição. Sabendo-se que cada célula é equivalente a 900 m² ou 0,09 ha, obteve-se o valor da área de cada feição.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Georreferenciamento das Imagens

Na Tabela 2 estão os números de pontos de controle usados das três imagens para 1984, 1989, 1994, 1999 e 2004 e os EQMs (erro quadrático médio) conseguidos com o georreferenciamento.

Analisando a Tabela 2, verifica-se que os valores de EQM variaram de 0,4103 a 0,5867, devendo-se ressaltar que, para a grande maioria das imagens, eles ficaram abaixo de 0,50. Considerando o tamanho do pixel de 30 m, isso equivale a 15 m, o que atesta a elevada acurácia dos georreferenciamentos.

4.2. Dinâmica do Desmatamento na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba

A seguir, são apresentadas as imagens temáticas geradas, as tabelas e as figuras com as áreas de cada classe fisionômica para a área de estudo.

4.2.1. Mapeamento do uso da terra em 1984

Uma análise visual da Figura 15 mostra a predominância das classes Floresta Nativa e Agropastoril, o que pode ser confirmado pelos dados da Tabela 3. A análise dessa tabela indica que a classe Floresta Nativa ocupava

Tabela 2 – Dados do georreferenciamento para as cenas que compõe os mosaicos de 1984, 1989, 1994, 1999 e 2004

Ano/Ponto/Órbita	Nº de Pontos	EQM
Ano 1984		
227/70	37	0,4821
227/71	97	0,4869
228/70	22	0,4920
Ano 1989		
227/70	111	0,4589
227/71	100	0,4932
228/70	114	0,4798
Ano 1994		
227/70	103	0,4812
227/71	128	0,4881
228/70	104	0,4900
Ano 1999		
227/70	88	0,4678
227/71	96	0,4826
228/70	83	0,4777
Ano 2004		
227/70	78	0,4334
227/71	40	0,5867
228/70	77	0,4103

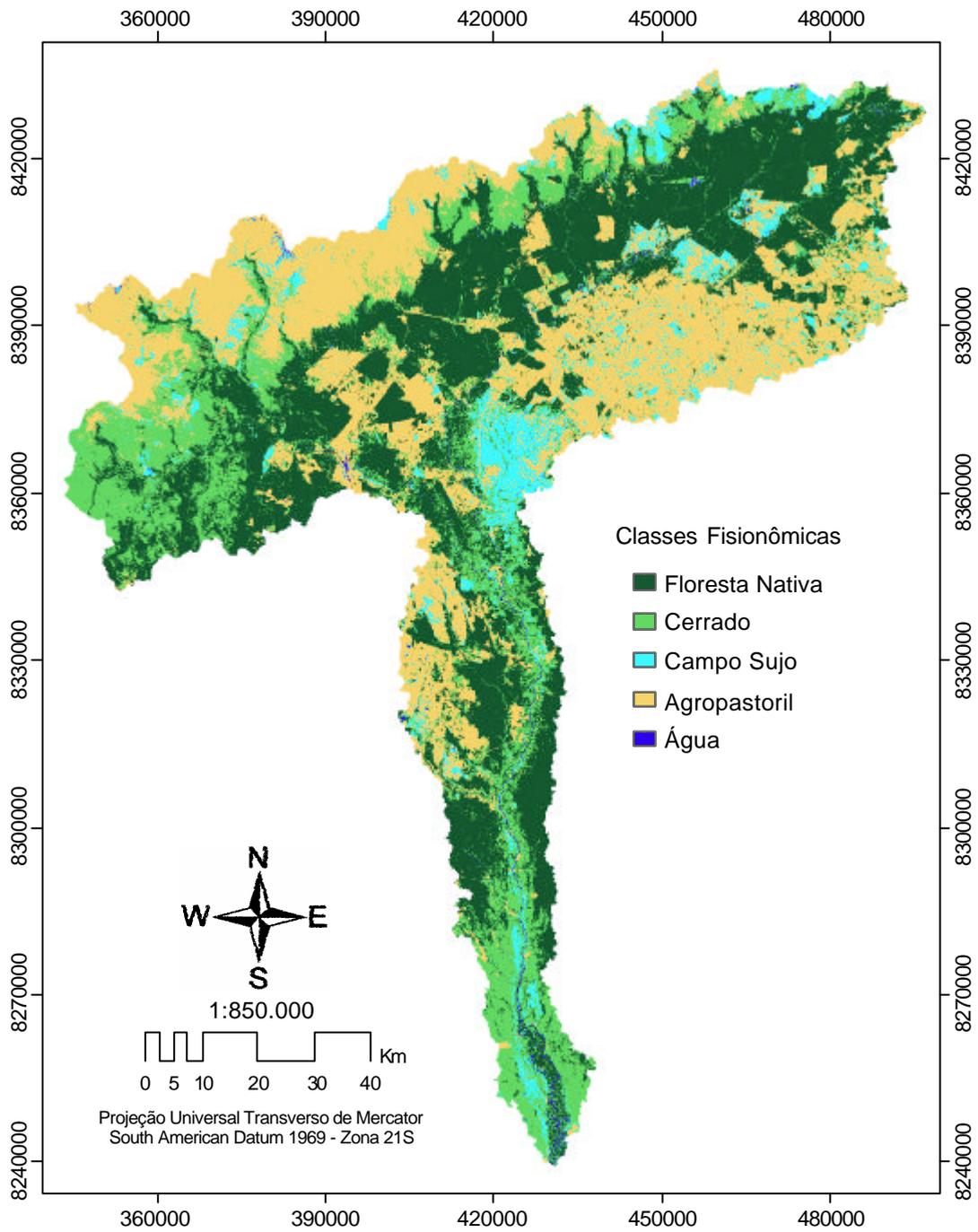


Figura 15 – Imagem temática da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, para 1984.

Tabela 3 – Área ocupada pelas classes fisionômicas em 1984 na área da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, em 1984

Classes Fisionômicas	Área (ha)	%
Floresta Nativa	372.616	37,85
Cerrado	212.362	21,57
Campo Sujo	68.865	7,00
Agropastoril	325.709	33,08
Água	4.898	0,50
Total	984.450	100,00

372.616 ha (37,85%) da área da bacia hidrográfica do rio Sepotuba em 1984, seguida da Agropastoril com 325.709 ha (33,08%), Cerrado com 212.362 ha (21,57%), Campo Sujo com 68.865 ha (7%) e Água com 4.898 ha (0,50%). Deve-se ressaltar que a classe Agropastoril, em 1984, já ocupava uma área considerável da bacia, indicando que a exploração econômica dessas terras iniciou-se bem antes dessa data.

4.2.2. Mapeamento do uso da terra em 1989

A partir das análises qualitativas (Figura 16) e quantitativas (Tabela 4), percebe-se que houve mudanças nas áreas ocupadas por todas as classes fisionômicas. A área de Floresta Nativa, em 1989, ocupou 318.243 ha (32,32%) da área da bacia, com redução de 54.372 ha (14,6%) de sua área em relação a 1984. A área ocupada por Cerrado foi de 277.279 ha (28,16%), tendo sua área acrescida em 64.917 ha (30,56%) em relação a 1984. A área da classe Campo Sujo ocupou 101.200 ha, com um acréscimo de 32.334 ha (47%) de sua área, quando comparada com a de 1984. A classe Agropastoril teve sua área reduzida em 13% em relação a 1984, apresentando área de 283.133 ha (28,78%). A classe Água ocupou de 4.595 ha (0,47%).

Analisando as imagens temáticas referentes a 1984 e 1989 (Figuras 15 e 16), pode-se constatar que na porção oeste da bacia há grande modificação na classificação da paisagem. Na imagem de 1984 a área em questão apresentava maior cobertura pela classe Floresta Nativa, enquanto em 1989 a mesma área apresentava cobertura fitofisionômica de cerrado e mostrava

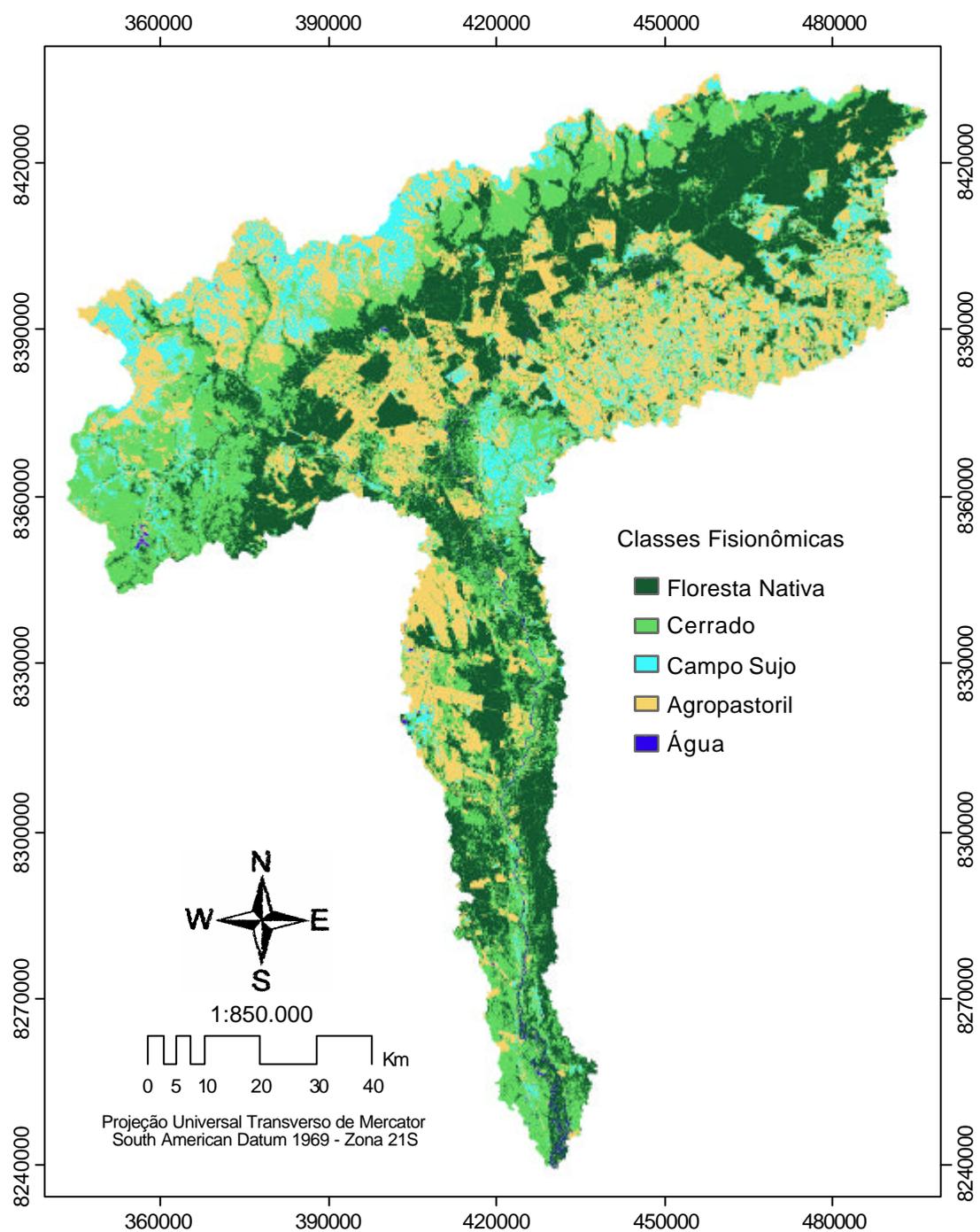


Figura 16 – Imagem temática da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, em 1989.

Tabela 4 – Área ocupada pelas classes fisionômicas na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, em 1989

Classes Fisionômicas	Área (ha)	%
Floresta Nativa	318.243	32,32
Cerrado	277.279	28,16
Campo Sujo	101.200	10,27
Agropastoril	283.133	28,78
Água	4.595	0,47
Total	984.450	100

também uma grande clareira com forma retangular, sugerindo que a área tinha sido desmatada em anos anteriores. Vale ressaltar que a vegetação nativa dessa área, de acordo com o Zoneamento Socioeconômico-Ecológico do Estado de Mato Grosso (SEPLAN-MT, 2000, *apud* IBGE, 1991), é classificada como savana arborizada com floresta de galeria e o solo corresponde à classe Neossolo Quartizarênico Órtico Distrófico. Ao analisar a rede de drenagem dessa área, verifica-se que ela é menor que a da porção leste da bacia. Áreas com essas características são mais suscetíveis a danos causados por períodos de longa estiagem ou por fogo. De acordo com Nepstad *et al.* (2001), 1998, 1997, 1995, 1992 e 1988 foram anos marcados pela ocorrência do fenômeno El Niño, responsável por mudanças climáticas que são fortemente sentidas no Brasil, ocasionando o prolongamento do período de seca na região amazônica e a conseqüente diminuição no índice pluviométrico mensal e anual. Anderson *et al.* (2005) salientam que as cicatrizes das áreas queimadas, dependendo da intensidade, deixam vestígios por vários anos, haja vista que a vegetação original levará tempo para se restabelecer. Levando em conta todos esses fatores e os dados visuais observáveis, é possível que parte da redução da área de Floresta Nativa esteja associada ao efeito El Niño de 1988. No entanto, quando as mesmas figuras são analisadas, constata-se que na porção central da bacia houve substituição da classe Floresta Nativa pela Classe agropastoril.

Como já explicitado, na porção oeste da bacia houve maior cobertura da classe Cerrado em 1989. Porém, ela apresentou maior predominância ao longo das bordas da Serra dos Parecis, que vai desde a porção oeste da bacia até a porção leste.

Conforme explicitado na Tabela 4, a área da classe Campo Sujo foi ampliada em 47% de 1984 para 1989. A imagem temática (Figura 16) mostra que o aumento na área desta classe se deu por toda a área da bacia.

No período de 1984 a 1989, a área classificada como Agropastoril teve sua área reduzida em 13%. Comparando as imagens temáticas geradas para 1984 e 1989 (Figuras 15 e 16, respectivamente), nota-se que a porção centro superior da bacia foi classificada como Agropastoril em 1984 e como Campo Sujo em 1989, indicando que essa área encontrava-se em processo de regeneração em 1989. No entanto, na porção central da bacia verifica-se que houve ampliação das áreas classificadas como Agropastoril e redução das áreas classificadas como Floresta Nativa, ou seja, na somatória total das áreas das classes fisionômicas houve redução da área por ela ocupada. No entanto, esse fato não exclui a possibilidade de que novas áreas tenham sido destinadas à agricultura e à pecuária nesse período. O que estes números indicam é que houve o abandono de áreas utilizadas como Agropastoril e que essas se encontravam em processo de regeneração.

Entre 1984 e 1989, a classe Água apresentou redução de 6,19%, provavelmente em função da diminuição no tamanho da área das lagoas e dos rios.

4.2.3. Mapeamento do uso da terra em 1994

Fazendo uma análise visual da imagem temática de 1994 (Figura 17) e analisando os dados quantitativos apresentados na Tabela 5, pode-se observar que a supressão na área da classe Floresta Nativa, quando comparada à de 1989, foi de apenas 6.722 ha. Essa supressão ocorreu por toda a área de Floresta Nativa, mas com maior intensidade na porção que vai do centro da bacia em direção ao leste. Observando-se a porção oeste da referida figura, nota-se que há aumento da classe Floresta Nativa, indicando que houve regeneração dessa classe, quando comparada com a de 1989.

A classe Cerrado apresentou redução em sua área de 11,5% (31.866 ha) quando comparada à de 1989. A área ocupada por essa classe, em 1994, foi de 195.413 ha (19,85%). Analisando a área correspondente à borda da Serra dos Parecis, observa-se que, para esse ano, houve áreas

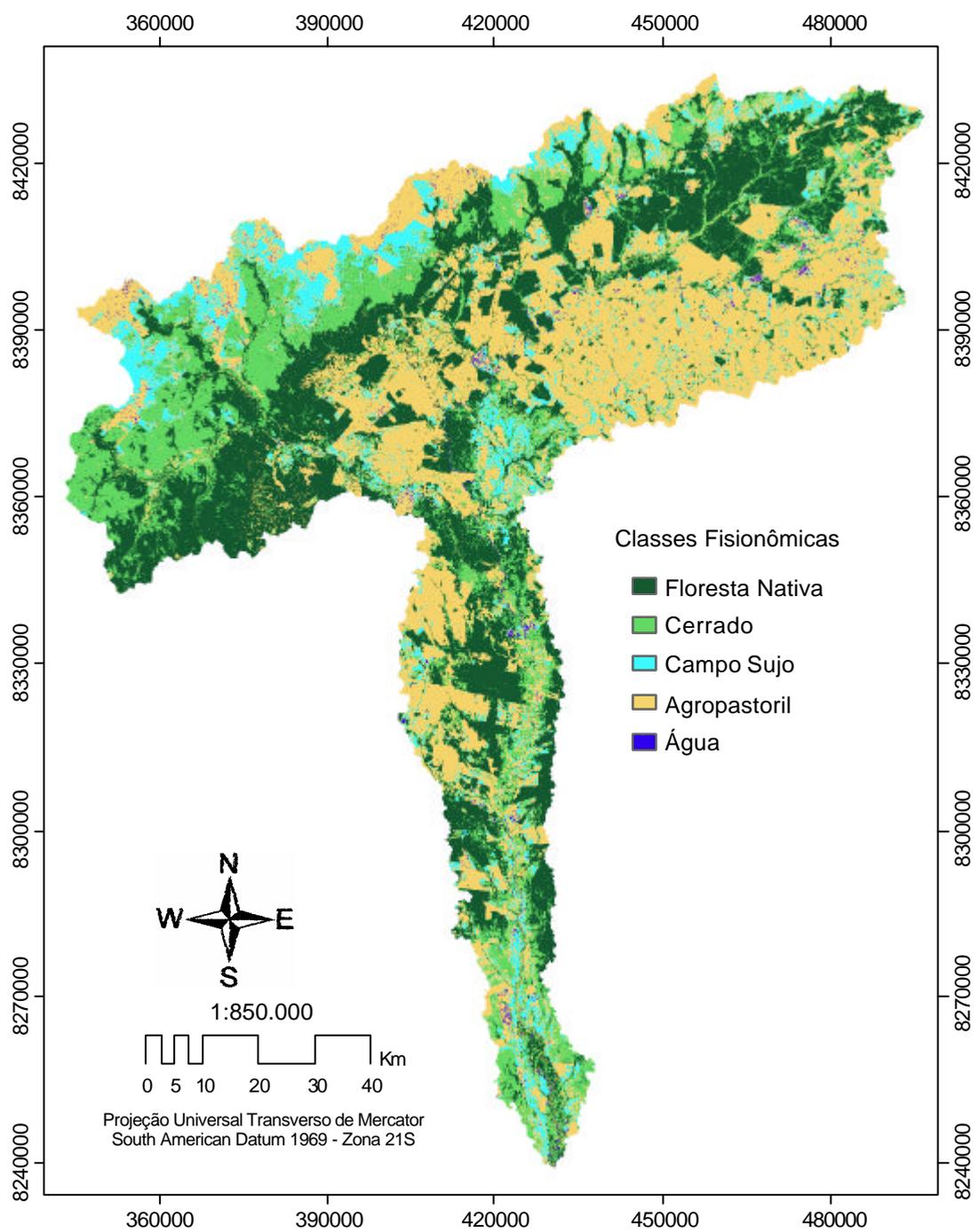


Figura 17 – Imagem temática da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, em 1994.

Tabela 5 – Área ocupada pelas classes fisionômicas na bacia hidrográfica do rio Sepotuba, em 1994

Classes Fisionômicas	Área (ha)	%
Floresta Nativa	311.521	31,66
Cerrado	195.413	19,85
Campo Limpo	94.102	9,56
Agropastoril	376.838	38,27
Água	6.576	0,66
Total	984.450	100

maiores classificadas como Campo Sujo e Agropastoril, em relação à imagem temática de 1989, onde essas mesmas áreas foram classificadas como Cerrado.

A área de Campo Sujo também apresentou decréscimo, com redução de 7.000 ha (7%) de sua área, quando comparada à de 1989. Observando a Figura 17, em sua porção centro-superior, nota-se que houve substituição da classe Campo Sujo pela classe Agropastoril. Essa redução na área de Campo Sujo pode estar condicionada a uma questão de valor do pixel na imagem desse ano, agrupando áreas de Campo Sujo como área de Agropastoril. A reflectância dessas duas categorias está muito próxima, ocorrendo dificuldade na classificação, haja vista a cor do capim seco encontrado em grande quantidade na área de Campo Sujo ser muito semelhante às cores encontradas nas áreas agropastoris.

No período analisado, a área da classe Agropastoril experimentou aumento de 93.704 ha (33,09%). A imagem temática gerada para esse ano (Figura 17) mostra a substituição da classe Floresta Nativa pela Agropastoril em diversos locais da bacia, principalmente na porção de centro para leste da bacia, onde as áreas já desmatadas ampliaram o seu tamanho. De acordo com Alves (2001), o processo de desflorestamento mais intenso parece ocorrer com maior probabilidade na vizinhança de regiões já abertas, alargando as áreas derrubadas, levando à redução contínua e, em alguns casos, ao esgotamento das reservas legais.

A classe Água, assim como as demais, também apresentou variação na área ocupada ao longo do período avaliado. Em 1994, o aumento na área da

classe Água foi de 1.981 ha (3,11%), quando comparado com o da área ocupada em 1989. Esse fato se deve ao surgimento de pequenas represas nas propriedades agrícolas e também à dificuldade em separar a classe Água da classe Campo Sujo, uma vez que o leito dos rios e das lagoas apresentava valor do pixel muito próximo aos dessa categoria.

4.2.4. Mapeamento do uso da terra em 1999

O período compreendido entre 1994 e 1999 mostrou ser o de maior impacto na estrutura das classes fisionômicas da bacia hidrográfica do rio Sepotuba. Isto pode ser verificado mediante as análises qualitativa (Figura 18) e quantitativa (Tabela 6).

A área ocupada na bacia por Floresta Nativa em 1999 foi de 227.763 ha (23,14%). Essa classe teve supressão de aproximadamente 83.757 ha (26,89%), quando comparada com a sua área em 1994. O desmatamento na bacia do rio Sepotuba acompanhou os índices registrados para todo o Estado de Mato Grosso. No caso da classe Floresta Nativa a média do desmatamento foi de 16.751 ha por ano, no período de 1994 a 1999.

Observando a Figura 18, percebe-se que as áreas de Floresta Nativa diminuíram substancialmente em toda a área da bacia, sendo a sua porção oeste a menos atingida pelo impacto do desmatamento e a porção central e leste, as mais atingidas. Nas áreas mais atingidas, observa-se que ocorrem grandes extensões ocupadas pela classe Agropastoril e a conseqüente fragmentação das áreas de Floresta Nativa remanescente. Ferraz *et al.* (2005) relataram que um dos efeitos do desmatamento é o aumento da distância entre um fragmento florestal e o outro e, conseqüentemente, a aproximação ou até mesmo a união de áreas desmatadas, impedindo a ligação de uma área florestada com outra, fazendo com que a fauna existente seja encurralada nos fragmentos florestais, comprometendo toda a biodiversidade da região impactada.

A área ocupada pela classe Cerrado foi de 207.646 ha (21,09%), mantendo um acréscimo de 12.232 ha (6,26%). Observando a Figura 18, nota-se que a porção oeste da bacia volta a apresentar uma área maior coberta pela classe Cerrado, em relação à área ocupada por essa feição em 1994. Como

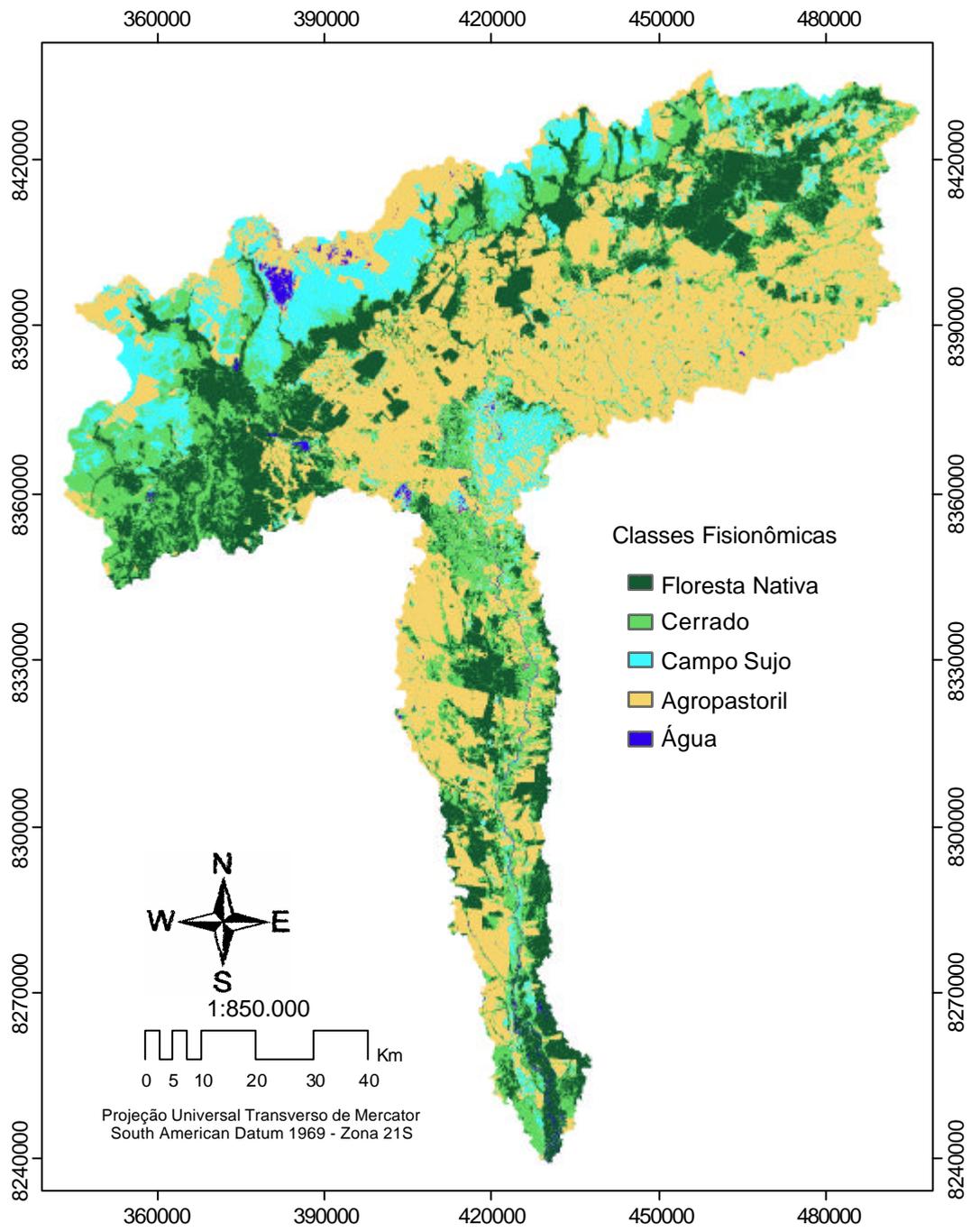


Figura 18 – Imagem temática da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, em 1999.

Tabela 6 – Área ocupada pelas classes fisionômicas na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, em 1999

Classes Fisionômicas	Área (ha)	%
Floresta Nativa	227.763	23,14
Cerrado	207.646	21,09
Campo Limpo	117.394	11,92
Agropastoril	424.298	43,10
Água	7.349	0,75
Total	984.450,51	100,00

mencionado, essa porção da bacia apresenta baixa rede de drenagem e solos classificados como Neossolo Quartzarênico Órtico Distrófico. Essas duas características da área podem influenciar as respostas fisiológicas das espécies vegetais daquele ambiente, e em função dessa resposta fisiológica da planta também haverá determinada resposta espectral, como foi salientado por Roberts *et al.* (1998), quando analisaram as mudanças espectrais na caatinga amazônica.

Em 1999 houve aumento de 23.291 ha (24,75%) na área de Campo Sujo (117.394,2 ha), quando comparado com a de 1994. A imagem temática (Figura 18) mostra que a porção centro-superior da bacia apresenta uma grande área com essa classe, quando comparada à mesma área (Figura 17) em 1994, o que indica que parte da área que estava ocupada por Cerrado e por Agropastoril passou a ser ocupada por essa classe.

Em 1999, a área ocupada pela classe Agropastoril na bacia chegou a 43,10% (424.298 ha). A área acrescida foi de 47.460 ha ou 12,6%, quando comparada à de 1994. Os trabalhos realizados na Amazônia Legal, enfocando as mudanças na paisagem, a ocupação e o uso da terra (FEARNSIDE, 1996; WALKER e HOMMA, 1996; FEARNSIDE, 1997; ALVES *et al.*, 1999; LAURENCE *et al.*, 2001; DURIEUX *et al.*, 2003; VOSTI *et al.*, 2003 ; CHUST *et al.*, 2004 ; DESJARDINS, 2004 ; ANACLETO *et al.*, 2005; FEARNSIDE, 2005; FERRAZ *et al.*, 2005; KIRBY *et al.*, 2006), apontam que a área de vegetação nativa é substituída por grandes áreas de pastagens e pequenas áreas com agricultura diversas. Pôde-se constatar, durante a coleta de dados de campo,

que a ocupação e o uso da terra na bacia hidrográfica do rio Sepotuba assemelham-se ao restante da Amazônia Legal.

Em 1999, a classe Água ocupou área de 7.349 ha, com um acréscimo de 772 ha. Nesse ano surgiram as represas das hidroelétricas JUBA I e JUBA II.

4.2.5. Mapeamento do uso da terra em 2004

A área ocupada pela classe Floresta Nativa, em 2004, foi de 228.804 ha, (23,26%), apresentando ligeiro aumento de 1.040 ha (0,45%), em relação à área ocupada em 1999.

A área de Cerrado foi acrescida em 5,48% (219.679 ha), quando comparada com a área ocupada por ela em 1999. Também foi observada uma migração de Campo Sujo para Cerrado; novamente é a porção oeste da bacia que apresenta visualmente esse aumento. As prováveis causas desse aumento já foram discutidas anteriormente.

A área da classe Campo Sujo obteve grande aumento nesse período, ocupando 150.865 ha (15,32%). O acréscimo foi de 33.471 ha (28,51%), quando comparado com a área ocupada em 1999. A análise qualitativa da imagem temática gerada para esse ano (Figura 19) mostra que por toda a extensão da área da bacia encontram-se manchas dessa classe. Verifica-se também que a área na parte superior da bacia, classificada como Água em 1999, em 2004 foi classificada como Campo Sujo, o que condiz com a verdade de campo.

A área da classe Agropastoril apresentou redução de 43.773 ha (10,31%) entre 1999 e 2004. Observando a Figura 19, nota-se que a classe Campo Sujo é encontrada por toda a área da bacia, o que indica que algumas áreas anteriormente usadas como Agropastoril foram abandonadas e estavam em processo de regeneração. Entretanto, algumas áreas que se apresentam como Campo Sujo, principalmente ao longo da porção central da imagem, são, de acordo com a verdade de campo, área de cultivo de cana-de-açúcar. Fisiologicamente falando, cana-de-açúcar e gramíneas forrageiras, de modo geral, vão apresentar reflectâncias semelhantes, pois se trata de plantas C4. O que permite distinguir umas das outras são as formas retangulares

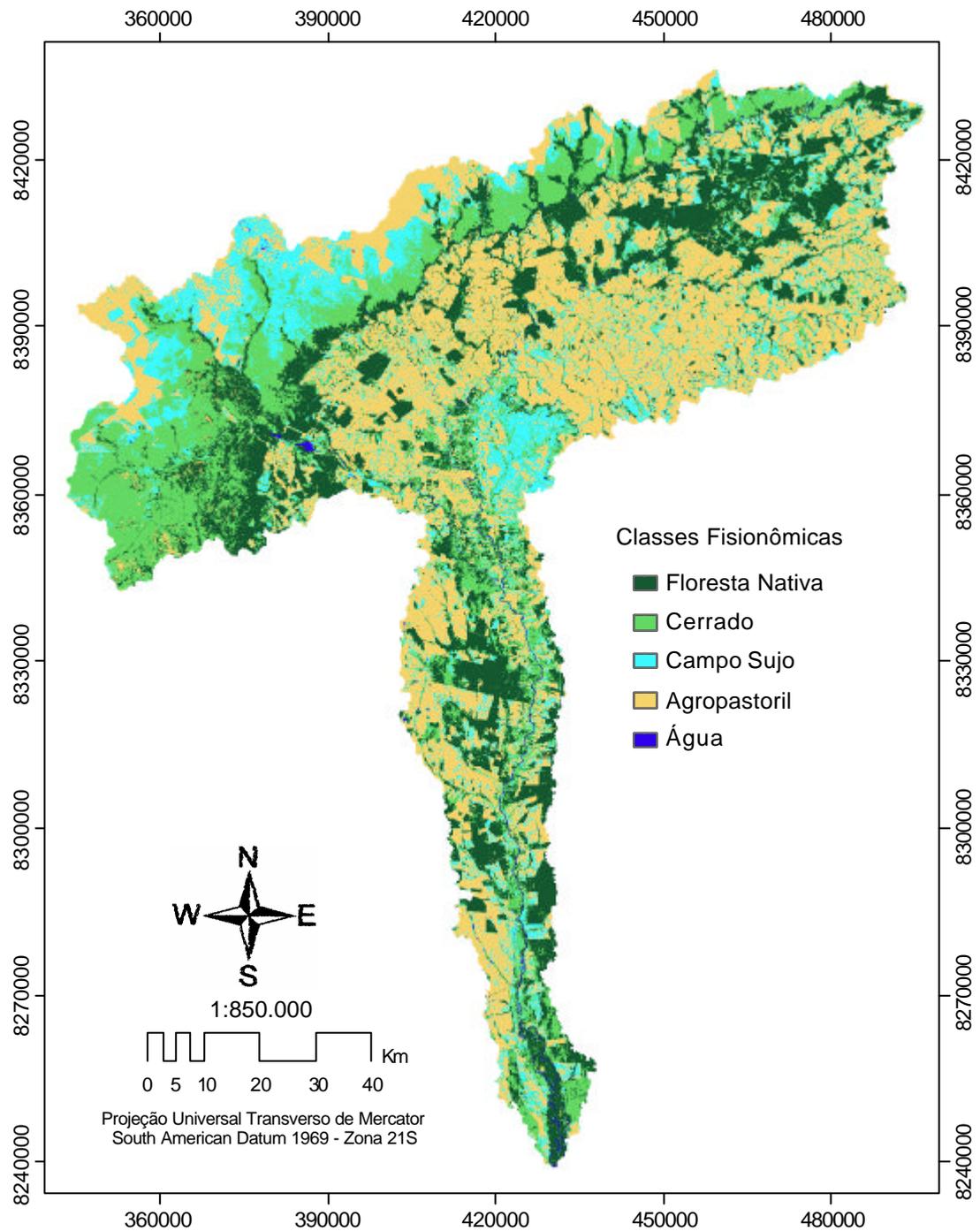


Figura 19 – Imagem temática da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, em 2004.

Tabela 7 – Área ocupada pelas classes fisionômicas na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, em 2004

Classes Fisionômicas	Área (ha)	%
Floresta Nativa	228.804	23,26
Cerrado	219.679	22,31
Campo Limpo	150.865	15,32
Agropastoril	380.525	38,65
Água	4.577	0,46
Total	984.450	100

características de área cultivada, que chamam a atenção ao se observar a imagem de satélite, e o conhecimento da área obtido através das viagens para coleta de amostras no campo. Esse fato mostra a importância de se realizar o reconhecimento da área de estudo.

A redução na área da classe Água foi de 2.771 ha (37,71%), para o período de 1999 a 2004. Esse decréscimo pode estar relacionado ao baixo índice pluviométrico registrado para o período, como também à correta classificação das áreas de Campo Sujo, haja vista que para esses anos a dificuldade de discernir entre as duas classes foi menor.

4.2.6. Variabilidade nas áreas das classes fisionômicas para o período avaliado (1984 a 2004)

Na Tabela 8 estão os dados quantitativos das classes fisionômicas para todos os anos avaliados.

Tabela 8 – Área ocupada (ha) pelas classes fisionômicas na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, no período de 1984 a 2004, com intervalo de cinco anos

Ano	Floresta Nativa	Cerrado	Campo Sujo	Agropastoril	Água
1984	372.616	212.362	68.865	325.709	4.898
1989	318.243	277.279	101.200	283.133	4.595
1994	311.521	195.413	94.102	376.838	6.576
1999	227.763	207.646	117.394	424.298	7.349
2004	228.804	219.679	150.865	380.525	4.577

No período avaliado, a área de supressão da classe Floresta Nativa foi de 143.811 ha (38,60%), o que não significa, no entanto, que toda essa área tenha sido convertida em pastagem, pois existem também os fatores ambientais que influenciam as mudanças da paisagem, como estiagem mais prolongada, ocasionando déficit hídrico no solo, associados às classes de solo que apresentem alta drenagem e vegetação de cerrado, já discutidos anteriormente.

Para a classe Cerrado, houve ligeiro aumento de 7.316 ha (3,44%), quando comparado à área ocupada em 1984. As oscilações verificadas na área ocupada por essa classe no decorrer do período avaliado mostram como os fatores ambientais e humanos interferem na paisagem, ocasionando mudanças na estrutura das fitofisionomias e, com isto, na refletância emitida pela vegetação. Robert *et al.* (1998) relataram que as mudanças morfológicas e fisiológicas relacionadas à longevidade foliar podem resultar em mudanças espectrais e que essas mudanças facilitam a separação entre os diferentes tipos de vegetação, quando dados de sensoriamento remoto são usados.

A classe Campo Sujo teve sua área aumentada em 82.000 ha, o que significa um aumento de 119,07%, para todo o período avaliado. Essa foi a categoria em que constatou-se a maior dificuldade para fazer a coleta dos pontos amostrais para classificação das imagens, bem como para a sua validação, haja vista a semelhança dos valores (tonalidade) do pixel para com as áreas recém-desmatadas e queimadas e mesmo para com a classe Água.

A área acrescida da classe Agropastoril, em todo o período avaliado, foi de 54.815 ha (16,83%), quando comparada a 1984. Os resultados apontam que a área de vegetação nativa foi substituída por grandes áreas de pastagens e pequenas áreas com agricultura diversas, como constatado no trabalho de campo. Pôde-se também constatar, por meio da coleta de campo, que a ocupação e o uso da terra na bacia hidrográfica do rio Sepotuba são semelhantes aos do restante da Amazônia Legal.

Ao observar as imagens de satélite, constata-se que na área da bacia hidrográfica do rio Sepotuba houve redução no tamanho, na fragmentação e na desconectividade das áreas de floresta no período avaliado. Nepstad *et al.* (2001), Cardille e Foley (2003), Fearnside (2005) e Kirby *et al.* (2006), em estudos realizados na grande área da Amazônia Legal, afirmam que essas são as conseqüências do desmatamento realizado sem um estudo prévio da

situação ambiental, o que traz tantos danos aos bens e serviços prestados pelo meio ambiente.

4.3. Avaliação das Imagens Classificadas

As matrizes de erros geradas para as imagens das diferentes datas encontram-se no Apêndice A. Objetivando dar transparência às classes geradas nas classificações, estas foram avaliadas pelo índice de exatidão Kappa, compondo os resultados encontrados na Tabela 9. Os valores obtidos com as avaliações classificam-nas entre muito boa e excelente, de acordo com a tabela apresentada por Landis e Koch (1977) e adaptada por Moreira (2001) (Tabela 10).

Tabela 9 – Valores obtidos com a avaliação da qualidade da classificação das imagens de acordo com o índice de exatidão kappa, para as imagens referentes a 1984, 1989, 1994, 1999 e 2004

Índice Kappa Geral e Condicional	Anos Avaliados				
	1984	1989	1994	1999	2004
Kappa Geral	0,86	0,85	0,79	0,80	0,87
Kappa Condicional					
Floresta Nativa	0,90	0,90	0,89	0,76	0,84
Cerrado	0,80	0,76	0,76	0,79	0,88
Campo Sujo	0,90	0,93	0,90	0,67	0,90
Agropastoril	0,79	0,80	0,79	0,92	0,77
Água	1	1	0,96	0,96	1

Tabela 10 – Índice de qualidade do mapeamento de acordo com Landis e Koch (1977) e adaptado por Moreira (2001)

Valor de Kappa	Qualidade do Mapa Temático
<0,00	Péssima
0,00 – 0,20	Ruim
0,20 – 0,40	Razoável
0,40 – 0,60	Boa
0,60 -0,80	Muito boa
0,80 – 1,00	Excelente

Fonte: Moreira (2001, p. 200).

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo indicam que o uso e a ocupação da terra na área da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT seguiram o mesmo padrão de ocupação da Amazônia Legal, ou seja, desmatamento seguido da implantação de algum sistema agrícola e mais tarde conversão da área para pastagem, ou então houve o plantio direto de pastagem.

As análises qualitativas das imagens temáticas geradas para os anos avaliados mostraram ser uma excelente ferramenta para compreender as variabilidades na expressão fisionômica da vegetação, em relação às respostas dadas pela vegetação local a fatores que interfiram em sua fisiologia ou morfologia, dadas as condições climáticas adversas ou a intervenção antrópica. Elas mostraram também ser de suma importância na verificação do tipo de vegetação e de sua distribuição em relação aos solos encontrados na área de estudo.

As imagens temáticas geradas facilitaram ainda a percepção de como se deu o processo de uso e ocupação da terra na área de estudo, mostrando a ampliação em extensão das áreas usadas para agricultura e pastagem em consequência da supressão, fragmentação e desconectividade das áreas de floresta nativa remanescente.

No geral, observou-se redução da área de Floresta Nativa (38,60%) e ampliação das classes de Cerrado (3,44%), Campo Sujo (119%) e Agropastoril (16,83%) durante os 20 anos analisados.

Observou-se ainda, durante a coleta de dados de campo, que algumas áreas de Floresta Nativa remanescente (fragmentos) já sofreram cortes seletivos de madeira, aumentando ainda mais a fragilidade dessas áreas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, F. S. M.; FISCH, G.; VENDRAME, F. Modificações do microclima e regime hidrológico devido ao desmatamento na Amazônia: estudo de um caso em Rondônia (RO), Brasil. **Acta Amazônica**, v. 29, n. 3, p. 395-409, 1999.

ALVES, D. S.; MOREIRA, J. C.; KALIL, L. M.; SOARES, J. S.; FERNANDEZ, O.; ALMEIDA, S.; ORTIZ, J. D.; AMARAL, S. Mapeamento do uso da terra em Rondônia utilizando técnicas de segmentação e classificação de imagens TM. In: ANAIS SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., Salvador, Brasil, 1996. **Anais...** INPE, 1996, p. 71-79.

ALVES, D.S. O processo de desmatamento na Amazônia. **Parcerias Estratégicas**, v. 12, p. 259-275, 2001.

ANDERSON, L. O.; ARAGÃO, L. E. O. C.; LIMA, A.; SHIMABUKURO, E. Detecção de cicatrizes de áreas queimadas baseada no modelo linear de mistura espectral e imagens índice de vegetação utilizando dados multitemporais do sensor MODIS/TERRA no estado de Mato Grosso, Amazônia brasileira. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 4, p. 445-456, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S00445967200500040009&lng=en&nm=iso&lng=pt>. Acesso em: 8 maio 2006.

ANACLETO, T. C. S.; FERREIRA, A. A.; DINIZ FILHO, J. A. F.; FERREIRA, L. G. Seleção de áreas de interesse ecológico através de sensoriamento remoto e de otimização matemática: um estudo de caso no município de Cocalinho, MT. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 4, p. 437-444, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S00445967200500040008&lng=en&nm=iso&lng=pt>. Acesso em: 8 maio 2006.

CARDILLE, J. A.; FOLEY, J. A. Agricultural land-use change in Brazilian Amazonia between 1980 and 1995: evidence from integrated satellite and census data. **Remote Sensing of Environment**, v. 87, p. 551-562, 2003. Disponível

em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImge_imagekey=B6V6V-49S77YF8Ke_cdi=5824e_user=687369e_orig=browsee_coverDate=11%2F15%2F2003e_sk=999129995evieview=cewchp=dGLbVzbzSkzVemd5=3b7910d6f87a3058f96db239f53458afeie=/sdarticle.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2006.

CÂMARA, G.; AGUIAR, A. P. D.; ESCADA, M. I.; AMARAL, S.; CARNEIRO, T.; MONTEIRO, A. M. V.; ARAÚJO, R.; VIEIRA, I.; BECKER, B. Amazonian Deforestation Models. **Science**, v. 307, p. 1043-1044, 2005.

CONAMA pede explicações a governador do Mato Grosso sobre índices de desmatamento. Disponível em: <<http://www.brasiloste.com.br/noticia/1514/desmatamento-amazonia> - 9k. Acesso em: 8 maio 2006.

CONAMA (Brasília, DF) Resolução nº 369, de 28 de março de 2006. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, 29 de março de 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/pot/conama/res06/res36906.xml>> Acesso em: 11 jun. 2006.

CONAMA (Brasília, DF) Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, 13 de maio de 2002.

CHUST, G.; DUCROT, D.; PRETUS, J. LI. Land cover mapping with patch-derived landscape indices. **Landscape and Urban Planning**, v. 69, n. 2204, p. 437-449. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImge_imagekey=B6V91-4BP3MNN1Ke_cdi=5885e_user=687369e_orig=browsee_coverDate=10%2F30%2F2004e_sk=999309995evieview=cewchp=dGLbVtzzSkzSemd5=8ca591a6241141b8c19b1ac315278e9eeie=/sdarticle.pdf> Acesso em: 15 mar. 2006.

CUNHA, N. G.; OLIVEIRA, A. V.; OENNING, I.; SOUZA, L. F. P. Pedologia. In: Projeto RADAMBRASIL. Volume 20. Folha SC-21 Juruena. MME/DNPM, 1980. p. 165-324.

DESJARDINS, T.; BARROS, E.; SARRAZIN, M.; GIRARDIN, C.; MARIOTTI, A. Effects of forest conversion to pasture on soil carbon content and dynamics in Brazilian Amazonia. **Agriculture Ecosystems e environment**, v. 103, p. 365-373, 2004. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImge_imagekey=B6T3Y-4BM90CS2Je_cdi=4959e_user=687369e_orig=browsee_coverDate=07%2F31%2F2004e_sk=998969997evieview=cewchp=dGLbVlzzSkzkemd5=8674ad8534d625552798c0f62d1027f3eie=/sdarticle.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2006.

DURIEUX, L.; MACHADO, L. A. T.; LAURENT, H. The impact of deforestation on cloud cover over the Amazon arc of deforestation. **Remote Sensing of Environment**, v. 86, p. 132-140, 2003. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImge_imagekey=B6V6V-48V6KJH5Ke_cdi=5824e_user=687369e_orig=browsee_coverDate=06%2F30%2F2003e_sk=999139998evieview=cewchp=dGLbVtbzSkzSemd5=1a9c4ba5c863c8f0b27d1fcb4dafaf18eie=/sdarticle.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2006.

ESRI – Environmental Systems Research Institute, Inc. **ERDAS imagine 8.5**. Atlanta, Geórgia 2001.

ESRI – Environmental Systems Research Institute, Inc. **ArcGIS Professional GIS for the desktop, versão 9.0** CA. 2004.

FEARNSIDE. P. M. Amazonian deforestation and global warming: carbon stocks in vegetation replacing Brazil's Amazon forest. **Forest ecology and Management**, v. 80, p. 21-34, 1996. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImge_imagekey=B6T6X-3VXBP1P2e_cdi=5042e_user=687369e_orig=browsee_coverDate=01%2F31%2F1996e_sk=999199998evieview=cewchp=dGLbVlzzSkWWemd5=adee7a417c19258b538e7f82529c1522eie=/sdarticle.pdf> Acesso em: 15 mar. 2006.

FEARNSIDE. P. M. Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia. **Ecological Economics**, v. 20, p. 53-70, 1997. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImge_imagekey=B6VDY-3SVHN6G53e_cdi=5995e_user=687369e_orig=browsee_coverDate=01%2F31%2F1997e_sk=999799998evieview=cewchp=dGLzVzzzSkzVemd5=5943bf49677e3985f0ae7318dd017d83eie=/sdarticle.pdf> Acesso em: 15 mar. 2006.

FEARNSIDE. P. M. Desmatamento na Amazônia Brasileira: história, índices e conseqüências. **Megadiversidade**, v. 1, p. 115-123, 2005. Disponível em: <http://www.conservacao.org/publicacoes/megadiversidade/16_Fearnside.pdf> Acesso em: 15 mar. 2006.

FERRAZ, S. F. B.; VETTORAZZI, C. A.; THEOBALD, D. M.; BALLESTER, M. V. Landscape dynamics of Amazonian deforestation between 1984 and 2002 in central Rondônia, Brazil: assessment and future scenarios. **Forest Ecology and Management**, v. 204, p. 67-83, 2005. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImge_imagekey=B6T6X-4DK682S2Ke_cdi=5042e_user=687369e_orig=browsee_coverDate=01%2F03%2F2005e_sk=997959998evieview=cewchp=dGLbVtbzSkWAemd5=0cad6944432af1ed5f5baf752fb4c3b8eie=/sdarticle.pdf> Acesso em: 10 maio 2006.

FIDALGO, E. C. C.; CREPANI, E.; DUARTE, V.; SHIMABUKURO, Y. E.; PINTO, R. M. S.; DOUSSEAU, S. L. Mapeamento do uso e da cobertura atual da terra para indicação de áreas disponíveis para reserva legais: estudo em nove municípios da região Amazônica. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttextepid=S0100-67622003000600013eInq=enenrm=isoetInq=pt> Acesso em: 15 mar. 2006.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Texto, 2002. 97 p.

FUJISAKA. S.; BELL, W.; THOMAS, N.; HURTADO, L. CRAWFORD, E. Slash-and-burn agriculture, conversion to pasture, and deforestation in two Brazilian Amazon colonies. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 59, p. 115-130, 1996. Disponível em:

<http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImge_imagekey=B6T3Y-3W3NDYBD1e_cdi=4959e_user=687369e_orig=browsee_coverDate=08%2F31

%2F1996e_sk=999409998eview=cewchp=dGLbVtzzSkzkemd5=795cb9aac097
ebde1fdc7470cda576cfeie=/sdarticle.pdf> Acesso em: 10 abr. 2006.

JACINTHO, L. R. C. **Geoprocessamento e sensoriamento remoto como ferramentas na gestão ambiental de unidades de conservação: o caso da área de proteção ambiental (APA) do Capivari-Monos, São Paulo-SP**. 2003. 121 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrologia) – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, São Paulo-SP, 2003.

JIAGUO QI, S. S.; LUSCH, D. P. Optimal classification methods for mapping agricultural tillage practices. **Remote Sensing of Environment**, v. 91, p. 90-97, 2004.

KIRBY, K. R.; LAURANCE, W. F.; ALBERNAZ, A. K.; SCHROTH, G.; FEARNside, P. M. BERGEN, S.; VENTICINQUE, E. M.; COSTA, C. The future of deforestation in the Brazilian Amazon. **Futures**, v. 38, p. 432-453, 2006. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImge_imagekey=B6V65-4H3974B27e_cdi=5805e_user=687369e_orig=browsee_coverDate=05%2F31%2F2006e_sk=999619995eview=cewchp=dGLbVlzzSkW Wemd5=34de96783482cba542a9bee0e02d6fabeie=/sdarticle.pdf> Acesso em: 10 maio 2006.

LAURENCE, W. F.; COCHRANE, M. A.; BERGEN, S.; FEARNside, P. M.; DELAMÔNICA, P.; BABER, C.; D'ANGELO, S.; FERNANDES, T. Environment: the future of the Brazilian Amazon. **Science**, v. 291, n. 5503, p. 438-439, 2001. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/291/5503/438?maxtoshow=eHITS=10ehits=10eRESULTFORMAT=efulltext=Enviroment%3A+The+future+of+the+Amazon+eSearchid=1eFIRSTINDEX=0eresourcetype=HWCIT>> Acesso em: 15 mar. 2006

LI, X.; YEH, A. G. Multitemporal SAR images of monitoring cultivation systems using case-based reasoning. **Remote Sensing of Environment**, v. 90, p. 524-534, 2004. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImge_imagekey=B6V6V-4C40XKS1He_cdi=5824e_user=687369e_orig=browsee_coverDate=04%2F30%2F2004e_sk=999099995eview=cewchp=dGLbVtbzSkzVemd5=f04c69576e671ae6ec582c6a35d7f996eie=/sdarticle.pdf> Acesso em 10 de abr. 2006.

MESQUITA JUNIOR, H. N. **Análise temporal com sensor orbital de unidades fisionômicas de cerrado na Gleba Pé-de-Gigante (Parque Estadual de Vassununga-SP)**. 1998. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Sistemas Terrestres e Aquáticos) – Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, São Paulo-SP, 1998.

MORAN, E. F.; BRONDIZIO, E. S.; TUCKER, J.; FORSBERG, M. C. S.; McCRACKEM, I. F. Effects of soil fertility and land-use on forest succession in Amazônia. **Forest Ecology and Management**, v. 139, p. 93-108, 2000. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImge_imagekey=B6T6X-41G1T8M7He_cdi=5042e_user=687369e_orig=browsee_coverDate=12%2F20>

%2F2000e_sk=998609998evieview=cewchp=dGLbVlzzSkWzemd5=c55156236d743627f6a56fe04e1361aceie=/sdarticle.pdf> Acesso em: 15 mar. 2006.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2001.

NESPSTAD, D.; CARVALHO, C.; BARROS, A. C.; ALENCAR, A.; CAPOBIANCO, J. P.; BISHOP, J.; MOUTINHO, P.; LEFEBVRE, P.; SILVA JR., U. L.; PRINS, E. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. **Forest Ecology and Management**, v. 154, p. 395-407, 2001. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImge_imagekey=B6T6X-44B1RW75Ce_cdi=5042e_user=687369e_orig=browsee_coverDate=12%2F01%2F2001e_sk=998459996evieview=cewchp=dGLbVzbzSkWWemd5=58f456840e94e11f6fdd594091a168b9eie=/sdarticle.pdf> Acesso em: 10 mar. 2006.

OLIVEIRA, A. **A agricultura camponesa no Brasil**. 3. Ed. Editora Contexto. São Paulo, 1997.

PEDLOWSKI, M. A.; DALE, V. H.; MATRICARDI, E. A. T.; SILVA FILHO, E. P. Patterns and impacts of deforestation in Rondônia, Brasil. **Landscape And Urban Planning**, v. 38, p. 149-157, 1997. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImge_imagekey=B6V91-3SWR71T33e_cdi=5885e_user=687369e_orig=browsee_coverDate=11%2F15%2F1997e_sk=999619996evieview=cewchp=dGLbVlzzSkWAemd5=b3bd523a1b85238dcc9634c556f002a7eie=/sdarticle.pdf> Acesso em: 10 abr. 2006.

PORTELA, R.; RADEMACHER, I. A dynamic model of patterns of deforestation and their effect on the ability of the Brazilian Amazonia to provide ecosystem services. **Ecological Modelling**, v. 143, p. 115-146 2001. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImge_imagekey=B6VBS-44113RH99Xe_cdi=5934e_user=687369e_orig=browsee_coverDate=10%2F15%2F2001e_sk=998569998evieview=cewchp=dGLbVzzzSkWzemd5=43dcf90da36d7d60a599f2dd26ae0817eie=/sdarticle.pdf> Acesso em: 10 abr. 2006.

PRODES - MONITORAMENTO DA FLORESTA AMAZÔNICA BRASILEIRA POR SATÉLITE. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/>>. Acesso em: 20 jun.2006

RIBEIRO, C. A. A. S.; OLIVEIRA, M. J.; SOARES, V. P.; PINTO, F. A. C., Delimitação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros e em linhas de cumeada: metodologia e estudo de caso. In: Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicadas à Engenharia Florestal, 5, 2002. Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba, 2002. p. 7-18.

RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; OLIVEIRA, A. M. S. O.; GLERIANI, M. G. O desafio da delimitação de área de preservação permanente. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 2, p. 203-212, 2005.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**: Aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. 2. ed., São Paulo: Âmbito Cultural Edições Ltda., 1997. 747 p.

ROBERTS, D. A.; NELSON, B. W.; ADAMS, J. B.; PALMER, F. Spectral changes with leaf aging in Amazon Caatinga. **Trees**, v. 12, p. 315-325, 1998. Disponível em <[http://www.springerlink.com/\(023tgt55d5unvp55cebeqe55\)/app/home/issue.asp?referrer=parentebackto=journal,52,113;searcharticlesresults,1,1000](http://www.springerlink.com/(023tgt55d5unvp55cebeqe55)/app/home/issue.asp?referrer=parentebackto=journal,52,113;searcharticlesresults,1,1000)>. Acesso em: 10 maio 2006.

SOARES FILHO, B. S. Fragmentação da paisagem florestal em função da estrutura e dinâmica fundiária no norte do Mato Grosso. In: ANAIS X SBSR, Foz do Iguaçu, 2001, INPE, p. 987-995.

SERIGATTO, E. M. Fatores **do solo, estado nutricional e crescimento de plantios de teca (*Tectona grandis* L.f.) no norte de Mato Grosso**. 2000. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – INPA/UNEMAT/UA, Manaus, AM, 2000.

SEPLAN. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. **Diagnóstico socioeconômico e ecológico do Estado de Mato Grosso**. (CD ROM) CEPROMAT – Centro de Processamento de Dados do Estado de Mato Grosso. Cuiabá, 1999.

SIPAM. **Sistema de proteção da Amazônia**. Disponível em: <<http://www.sipam.gov.br/>>. Acesso em: 16 jun. 2006.

SOARES FILHO, B. S. Fragmentação da Paisagem Florestal em Função da Estrutura e Dinâmica Fundiária no Norte do Mato Grosso. In: ANAIS X SBSR, Foz do Iguaçu, INPE, p. 987-995.

VOSTI, S. A.; BRAZ, E. M.; CARPENTIER, C. L.; D'OLIVEIRA, M. V. N. Rights to forest products, deforestation and smallholder income: evidence from the western Brazilian Amazon. **World Development**, v. 31, n. 11, p. 1889-1901, 2003. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=vlmImge_imagekey=B6VC6-49JHGT528e_cdi=5946e_user=687369e_orig=browsee_coverDate=11%2F30%2F2003e_sk=999689988evieview=cewchp=dGLbVlbzSkWzemd5=72825bd22add69c328105c95d480b4f1eie=/sdarticle.pdf>. Acesso em: 10 abril 2006.

WALKER, R.; HOMMA, A. K. O. Land use and cover dynamics in the Brazilian Amazon: an overview. **Ecological Economics**, v. 18, p. 67-80, 1996. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=vlmImge_imagekey=B6VDY-3VW7XN572e_cdi=5995e_user=687369e_orig=browsee_coverDate=07%2F31%2F1996e_sk=999819998evieview=cewchp=dGLbVlzzSkzVemd5=cfc872ee681bbcacc3fcd2b3f253ee6beie=/sdarticle.pdf> Acesso 10 de Abri. 2006.

CAPÍTULO 2

APTIDÃO AGRÍCOLA E USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SEPOTUBA

1. INTRODUÇÃO

Os recursos naturais, assim como o capital e o trabalho, constituem os fatores essenciais da produção em qualquer exploração econômica. A terra (incluindo solo, clima, relevo, vegetação etc.) é o principal recurso natural para o aproveitamento agrícola, porém esgotável, conforme o processo aplicado na sua exploração (LEPSCH, 1983). As atividades antrópicas, em virtude da expansão agropecuária e da industrialização, são as principais responsáveis pelo rompimento do equilíbrio natural dos ecossistemas, com sérias conseqüências nas propriedades do solo e na qualidade das águas superficiais e subterrâneas, devido ao uso e ao manejo inadequados dos recursos naturais (COSTA *et al.*, 2001).

Os solos não são iguais em todas as partes; diferem de município para município, de fazenda para fazenda ou mesmo dentro de uma parcela de terra cultivada. Existe, freqüentemente, uma propensão de se dar importância apenas à sua camada superficial ou arável e de se desconhecer o que está abaixo dos primeiros centímetros da superfície. Este fato conduz à utilização

inadequada, provocando, na maioria das vezes, a depauperização do solo e a degradação ambiental (PALMIERI e LARACH, 2003).

A produção de alimentos básicos, em muitos países em desenvolvimento, não é suficiente para atender às necessidades locais de consumo e, muitas vezes, as técnicas empregadas conduzem a produtividades baixas ou a impactos no ambiente que provocam degradação de sua qualidade (ASSAD *et al.*, 1998). De acordo com Resende *et al.* (2000), o solo não pode ser visto como um fator isolado no agroecossistema, pois, na realidade, ele é o suporte dos ecossistemas e da vida na Terra.

A utilização racional dos recursos naturais está intimamente relacionada com o seu potencial de uso. Para tal, é imprescindível o conhecimento desses recursos e, no caso específico de solos, a interpretação dos levantamentos de solos é crucial (REIS *et al.*, 2004).

Muitas das funções que o solo desempenha no ambiente dependem das suas propriedades químicas, físicas e morfológicas. Dentre essas funções estão: reservatório de nutrientes, filtragem de substâncias dissolvidas na água, acelerador de reações químicas, imobilizador de nutrientes (AZEVEDO e DALMOLIN, 2004). A conservação do solo constitui, sem dúvida, um dos aspectos mais importantes da agricultura moderna (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990). As conseqüências da má utilização dos solos são, em um primeiro momento, a sua degradação física, química e biológica, que resultarão na gradativa diminuição do seu potencial produtivo (SANTOS e KLAMT, 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os mapas de solos, atualizando a legenda de acordo com EMBRAPA (1999), e a aptidão agrícola das terras da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, contrapondo-os com as áreas de preservação permanente estabelecidas conforme metodologia desenvolvida por Ribeiro *et al.* (2002), fundamentadas na Resolução do CONAMA nº 303/02.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Classificação das Terras de Acordo com sua Aptidão Agrícola

A percepção sobre a necessidade de conservação do solo não é recente. França (1963) abordou esse tema no Primeiro Congresso Nacional de Conservação do Solo, enfatizando, naquela época, que a conservação do solo é, sem dúvida alguma, um dos aspectos mais importantes da agricultura; tão importante que não se concebe uma agricultura racional sem que esteja alicerçada em bases conservacionistas. O autor salientou ainda que o objetivo da conservação do solo é manter a terra permanentemente produtiva, corrigindo seus defeitos, melhorando as suas qualidades, evitando o seu desgaste pela erosão, enfim, usando-a e tratando-a de acordo com as suas possibilidades e suas necessidades.

De acordo com Ramalho Filho *et al.* (1978), a classificação da aptidão agrícola das terras é um processo interpretativo, e não é um guia para obtenção do máximo benefício das terras, e sim uma orientação de como devem ser utilizados seus recursos, em nível de planejamento regional e nacional. De acordo com os autores, definem-se três níveis de manejo, que têm por objetivo diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos. Sua indicação é feita através de letras A, B, C, que podem aparecer na simbologia da classificação escritas de diferentes formas, segundo

as classes de aptidão que apresentem as terras, em cada um dos níveis adotados, apresentados a seguir:

Nível de Manejo A

Com base em práticas agrícolas que refletem um baixo nível tecnológico. Praticamente não há aplicação de capital para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas dependem do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal com implementos agrícolas simples.

Nível de Manejo B

Com base em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio. Caracteriza-se pela modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas estão condicionadas principalmente à tração animal.

Nível de Manejo C

Com base em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico. Caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. A motomecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola.

Na Tabela 1 estão os símbolos usados na classificação da aptidão agrícola dos solos; as letras maiúsculas, minúsculas e minúsculas entre parênteses indicam as classes de aptidão, de acordo com os níveis de manejo.

De acordo com Lepsch (1983), o uso adequado da terra é o primeiro passo em direção à agricultura correta. Por tanto, cada parcela de terra deve ser empregada de acordo com sua capacidade de sustentação e produtividade econômica, de forma que os recursos naturais sejam colocados à disposição do homem para o seu melhor uso e benefício, procurando ao mesmo tempo preservar esses recursos para as gerações futuras.

Tabela 1 – Simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras

Classe de Aptidão Agrícola	Tipo de Utilização					
	Lavouras			Pastagem Plantada	Silvicultura	Pastagem Natural
	Nível de Manejo			Nível de manejo B	Nível de Manejo B	Nível de Manejo A
	A	B	C			
Boa	A	B	C	P	S	N
Regular	a	b	c	p	s	n
Restrita	(a)	(b)	(c)	(p)	(s)	(n)
Inapta	-	-	-	-	-	-

Fonte: Ramalho Filho *et al.* (1978, p.11).

Para Assad *et al.* (1998), uma das grandes dificuldades na avaliação de terras para fins de manejo consiste em definir uma metodologia que, a partir da dinâmica ambiental existente, permita estimar o comportamento do meio quando submetido a um dado manejo. Essa dificuldade torna-se bastante evidente em áreas onde a ocupação acelerada exige rapidez na definição da aptidão da terra e da sua capacidade de suportar os impactos provocados pelo uso.

A definição de práticas adequadas de manejo e de conservação do solo e da água exige o cruzamento de informações diversas (solos, clima, recursos hídricos, vegetação, infra-estrutura, ocupação humana etc.) que, quando existem, encontram-se freqüentemente em formatos diferentes (textos, mapas, fotos aéreas e imagens de satélites). É comum dispor de informações estabelecidas em escalas distintas, geradas em épocas diferentes, através de métodos variados. Isso contribui para a diversidade dos graus de precisão dos dados e de recobrimentos de área. O cruzamento simultâneo dessas informações torna-se complexo, predominando, em geral, uma subjetividade relativamente grande (ASSAD, 1995).

2.2. O Uso de Sistema de Informações Geográficas no Mapeamento da Aptidão Agrícola da Terra

Um sistema de informação geográfica (SIG) é constituído por um conjunto de ferramentas para aquisição, armazenamento, recuperação,

transformação e saída de dados espacialmente distribuídos. Os dados geográficos descrevem objetos do mundo real em termos: 1) do posicionamento com relação a um sistema de coordenadas; 2) de seus atributos; e 3) das relações topológicas existentes (BURROUGH, 1986).

O que distingue um sistema de informações geográficas de outros tipos de sistemas de informações são as funções que realizam as análises espaciais. Essas funções utilizam os atributos espaciais e não-espaciais das entidades gráficas armazenadas na base de dados espaciais e buscam fazer simulações (modelos) sobre os fenômenos do mundo real, seus aspectos ou parâmetros (CÂMARA e MEDEIROS, 1998).

Um aspecto que não pode ser negligenciado na utilização de um SIG para avaliação da aptidão agrícola das terras é a necessidade de dispor de mapas de solos e de bases cartográficas confiáveis, ou, pelo menos, espacialmente ajustadas (ASSAD *et al.*, 1998).

A utilização de SIGs possibilita a geração de banco de dados codificados espacialmente, promovendo ajustes e cruzamentos simultâneos de grande número de informações. Além disso, pode-se acompanhar a variação de temas, obtendo-se novos mapas com rapidez e precisão, a partir da atualização de banco de dados. Trata-se, portanto, de uma importante ferramenta no estudo de potencialidade do meio ambiente (ASSAD *et al.*, 1998).

A principal diferença entre os sistemas de informações geográficas e os sistemas de cartografia automatizada é a capacidade para transformar dados espaciais originais e ser capaz de responder às questões formuladas de forma mais rápida. Algumas operações são comuns a ambos os sistemas, porém os SIGs possuem uma gama muito maior de capacidade de análises que possibilitam operações com topologia, aspectos espaciais de dados geográficos e atributos não-espaciais desses dados (BURROUGH, 1986).

Dentre os trabalhos realizados com o objetivo de obter mapas de aptidão agrícola das terras cita-se o de Formaggio *et al.* (1992). O trabalho foi desenvolvido com a utilização de um sistema de informação geográfica (SIG/INPE) no qual foram manipulados os dados cartográficos de solos e gerados os seus mapas de aptidão agrícola. O mapeamento de uso da terra foi feito por meio de interpretação de imagens de satélites Landsat-5. Mediante o

cruzamento das informações, obteve-se o mapa de taxa de adequação de uso, mostrando que 17,5% da área de estudo se enquadrava nas classes baixa ou inadequada, devido a usos mais intensivos que os recomendados.

Com o objetivo de avaliar a aptidão agrícola das terras, Leite e Oliveira (1996) realizaram um trabalho utilizando o SIG/INPE. Eles tomaram por base as informações obtidas em levantamentos pedológicos, em nível de reconhecimento-semidetalhado da Superintendência do Desenvolvimento do Estado do Ceará. Os materiais utilizados foram a carta sistemática elaborada pela SUDENE (Folha SB.24-Y-A-III-2- Parambu) em escala de 1:100.000 e o mapa de solos (Folha SB.24-Y-A-III-2- Parambu) em escala 1:50.000. A avaliação da aptidão agrícola baseou-se na metodologia descrita em Ramalho Filho *et al.* (1983), com adaptações. Os autores concluíram que a utilização do SIG/INPE na obtenção de mapas de aptidão agrícola das terras mostrou-se um instrumento útil, e os resultados alcançados mostraram-se bastante satisfatórios.

De acordo com Pereira *et al.* (1998), os levantamentos de recursos naturais têm sido objeto de intensa pesquisa, enfatizando a necessidade de apresentação de produtos cartográficos que associem rapidez com exatidão. Os autores realizaram um trabalho com o objetivo de elaborar um mapa de incompatibilidade de uso para o município Engenheiro Paulo de Frontin, com base na metodologia de aptidão agrícola das terras proposta por Ramalho Filho e Beek (1995) e no uso das técnicas de geoprocessamento, em especial no sensoriamento remoto e nos sistemas de informação geográfica. Os autores concluíram que o mapa de incompatibilidade de uso mostrou-se de grande importância para avaliação de áreas com risco de degradação e que a sua estratificação permite localizar aquelas que se apresentam em condições mais críticas de degradação.

Souza *et al.* (2003) realizaram um trabalho com o objetivo de estudar a aptidão agrícola das terras do Assentamento Venâncio Tomé de Araújo, município de Campina Grande-PB, para a cultura de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), oferecendo meios para o planejamento agrícola, com base nas características edafoclimáticas (solo e clima da área). A metodologia baseou-se em Paraíba (1978), com adaptações da nova tecnologia aportada por sistema de informação geográfica. De acordo com os autores, o elenco de informações

levantadas permitiu identificar as potencialidades do meio físico, visando o desenvolvimento sustentável dos projetos implantados a partir de uma exploração agrícola racional. Os resultados mostraram que apenas 4,12% da área de estudo é apta, porém com restrições, para produção de sorgo, indicando que 95,88% da área de estudo apresentou-se inapta para a cultura do sorgo.

Esses estudos mostram como a associação de dados cartográficos, imagens de satélites, informações das características ambientais e sistemas de informações geográficas é imprescindível para compreensão da realidade e das possibilidades que o ambiente oferece. Assim, julgou-se bastante oportuno neste trabalho aplicar os recursos disponíveis em SIG, sobretudo no que se refere ao cruzamento dos mapas de solos e aptidão agrícola das terras.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A caracterização da área de estudo, incluindo a localização geográfica e as características físicas, é a mesma descrita no Capítulo 1 e segue as descrições pertinentes a este capítulo.

3.1. Materiais Utilizados

3.1.1. Base de dados cartográficos

Os dados cartográficos, utilizados para geração dos mapas de solo e aptidão agrícola dos solos, foram extraídos das Cartas Pedológicas e de Aptidão Agrícola das Terras escala 1:250.000, ambas no sistema de projeção cartográfica UTM (Fuso 21, Meridiano Central -57° , Datum SAD-69), da base de dados do Diagnóstico Socioeconômico e Ecológico do Estado de Mato Grosso (SEPLAN, 2000). As folhas cartográficas utilizadas para extrair as classes de solos e aptidão agrícola da área da bacia hidrográfica do rio Sepotuba foram: Folha Nova Olímpia, MIR-371 (SD.21-Y-B) e Folha Barra do Bugres, MIR-387 (SD.21-Y-D).

3.1.2. Processamento dos dados

Para realizar a união das bases de dados digitais de cada folha cartográfica foi utilizado o sistema de informações geográficas ArcGIS 9.0 (2004) no módulo ArcInfo. Após a união das folhas foi realizado o recorte da bacia, usando-se o comando Clip.

A base de dados originais trazia as classes de solo com a antiga classificação, e foram editados e reclassificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

Os mapas foram elaborados no módulo de Layout do software ArcGIS 9.0 (2004), na escala de 1:250.000.

3.1.3. Obtenção dos dados referentes a áreas das classes de solo e aptidão agrícola

Os dados referentes às áreas ocupadas pelas classes de solo e aptidão agrícola na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT foram retirados das respectivas tabelas de atributos dos *grids* gerados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Descrição das Classes de Solos Presentes na Área de Estudo

Com base nas informações do mapa pedológico preexistente (SEPLAN, 2000), e levando em consideração apenas o primeiro componente das unidades de mapeamento (Tabela 1 e Figura 1), constatou-se que na área predominam, em nível de ordem, a classe dos Latossolos (132.972 ha, 13,50% da área da bacia hidrográfica), Argissolos (408.873 ha, 41,53%) e Neossolos (442.078 ha, 44,90%).

Dentro dos Latossolos é importante destacar as unidades LVdf e LVef, ambas desenvolvidas a partir de rochas máficas, cuja fertilidade natural elevada, sobretudo a da segunda unidade, e condições topográficas favoráveis permitiram, com sucesso, o início das atividades agrícolas na região, inicialmente com a cultura do café, que, com o tempo, cedeu lugar às culturas de soja, cana-de-açúcar e pastagem.

Na ordem dos Neossolos, destaca-se o amplo domínio dos Neossolos Quatizarênicos (414,805 ha, 42,13% da área da bacia hidrográfica), solos de reconhecida limitação ao uso agrícola, por isso, quando muito, são indicados para pastagens, mas que vêm sendo muito utilizados com soja em outras áreas do Estado (LIMA, 2004), onde a precipitação é mais elevada. Pequena porção da área da bacia hidrográfica (14,215 ha) encontra-se com solos rasos, com o potencial de origem próximo à superfície (Neossolos Litólicos), solos de limitada capacidade de exploração, sobretudo pela pedregosidade e pequena profundidade efetiva.

Tabela 1 – Classes de solos existentes na área da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT e suas respectivas áreas

Nomen- clatura	Descrição das Classes de Solos	Área (em ha e %)
LVdf	Latossolo Vermelho Distroférico A moderado Textura argilosa e muito argilosa, fase Cerrado e Florestas Tropicais Subcaducifólias, relevo plano e suave-ondulado.	16.943 (1,7%)
LVef	Latossolo Vermelho Eutroférico textura argilosa e muito argilosa, relevo plano e suave-ondulado + Nitossolo Vermelho Eutroférico, textura argilosa, relevo suave-ondulado, ambos A moderado, Floresta Tropical Subcaducifólia.	49.750 (5%)
LVd1	Latossolo Vermelho Distrófico A moderado textura argilosa, fase Floresta Tropical Subcaducifólia relevo plano e suave-ondulado.	17.897 (1,8%)
LVd2	Latossolo Vermelho Distrófico A moderado textura argilosa e muito argilosa, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo plano.	31.062 (3,15%)
LVAd1	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico A moderado, textura média fase Floresta Tropical Subcaducifólia relevo plano.	7.325 (0,74%)
LVAd2	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico A moderado textura média fase Cerrado e Cerradão Tropicais Subcaducifólios relevo plano e suave-ondulado.	9.995 (1%)
PVAd1	Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico abrupto e não-abrupto Tb textura arenosa/média relevo suave ondulado e ondulado + Neossolo Quartzarênico Distrófico, relevo plano e suave-ondulado ambos A moderado e fase Floresta Tropical Subcaducifólia.	257.669 (26,17%)
PVAd2	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico Tb A moderado abrupto, textura arenosa/média fase Floresta Tropical Subcaducifólia, relevo suave-ondulado e ondulado.	12.785 (1,3%)
PVAd3	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico Tb A moderado abrupto, textura arenosa/média, fase Cerradão e Floresta Tropical Subcaducifólia, relevo plano e suave-ondulado.	107.678 (10,93%)
PVAd4	Argissolo Vermelho-Amarelo plíntico e não-plíntico, textura argilosa/muito argilosa + Cambissolo Háptico Distrófico, textura argilosa, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, ambos Distróficos Tb A moderado, relevo suave-ondulado + Plintossolo Distrófico Tb A moderado, textura média/argilosa, fase Campo Cerrado (covoal), relevo plano com murundus.	23.979 (2,43%)
PVAe1	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e Distrófico Tb A moderado, textura média/argilosa e arenosa/média, fase Floresta Tropical Subcaducifólia, relevo suave ondulado e ondulado.	88 (0,009%)
PVAe2	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico Tb A moderado, textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta + Nitossolo Vermelho Eutrófico A moderado, textura argilosa, ambos fase Floresta Tropical Subcaducifólia, relevo suave-ondulado.	6.673 (0,68%)

Continua...

Tabela 1, Cont.

Nomen-clatura	Descrição das Classes de Solos	Área (em ha e %)
RQgd	Neossolo Quartzarênico Hidromófico Distrófico A moderado, fase Floresta Tropical Hidrófila de várzea, relevo plano.	11.259 (1,14%)
RQod1	Neossolo Quartzarênico Órtico Distrófico A moderado fase Floresta Tropical Subcaducifólia relevo plano e suave ondulado.	155.513 (15,8%)
RQod2	Neossolo Quartzarênico Órtico Distrófico A moderado, fase Cerrado Tropical Subcaducifólio, relevo suave-ondulado.	248.033 (25,19%)
RLd	Neossolo Litólico Distrófico A moderado, textura média, fase rochosa, Cerrado Tropical subcaducifólia, relevo forte-ondulado substrato arenito + Afloramento de Rocha.	11.086 (1,13%)
RLe	Neossolo Litólico Eutrófico substrato basalto + Nitossolo Vermelho Eutoferríco, ambos A moderado, textura argilosa, fase pedregosa, relevo forte-ondulado e ondulado + afloramento de Rocha.	3.129 (0,4%)
RUd	Neossolo Flúvico Distrófico A moderado, textura arenosa, fase Floresta Tropical de várzea, relevo plano + Plintossolo distrofico Tb A moderado, textura média/argilosa, fase Campo Cerrado (covoal), relevo plano com murundus.	13.057 (1,32%)

Outra pequena porção da área da bacia hidrográfica refere-se aos Neossolos Flúvicos (antigos Solos Aluviais), que apesar da aptidão agrícola para agricultura, sobretudo com lavouras anuais diversas, oferecem o risco de inundação nas cheias, sem contar o fato de sempre se relacionarem à área de preservação permanente.

Expressiva área da bacia hidrográfica refere-se aos Argissolos (496.784 ha), dos quais mais de 99% são distróficos, ou de baixa fertilidade. Esses solos, de reconhecida propensão à erosão, sobretudo quando em relevo mais movimentado (suave-ondulado e ondulado, no caso presente), encontram-se com vegetação natural (em geral floresta), que já está sendo transformado em área de pastagem.

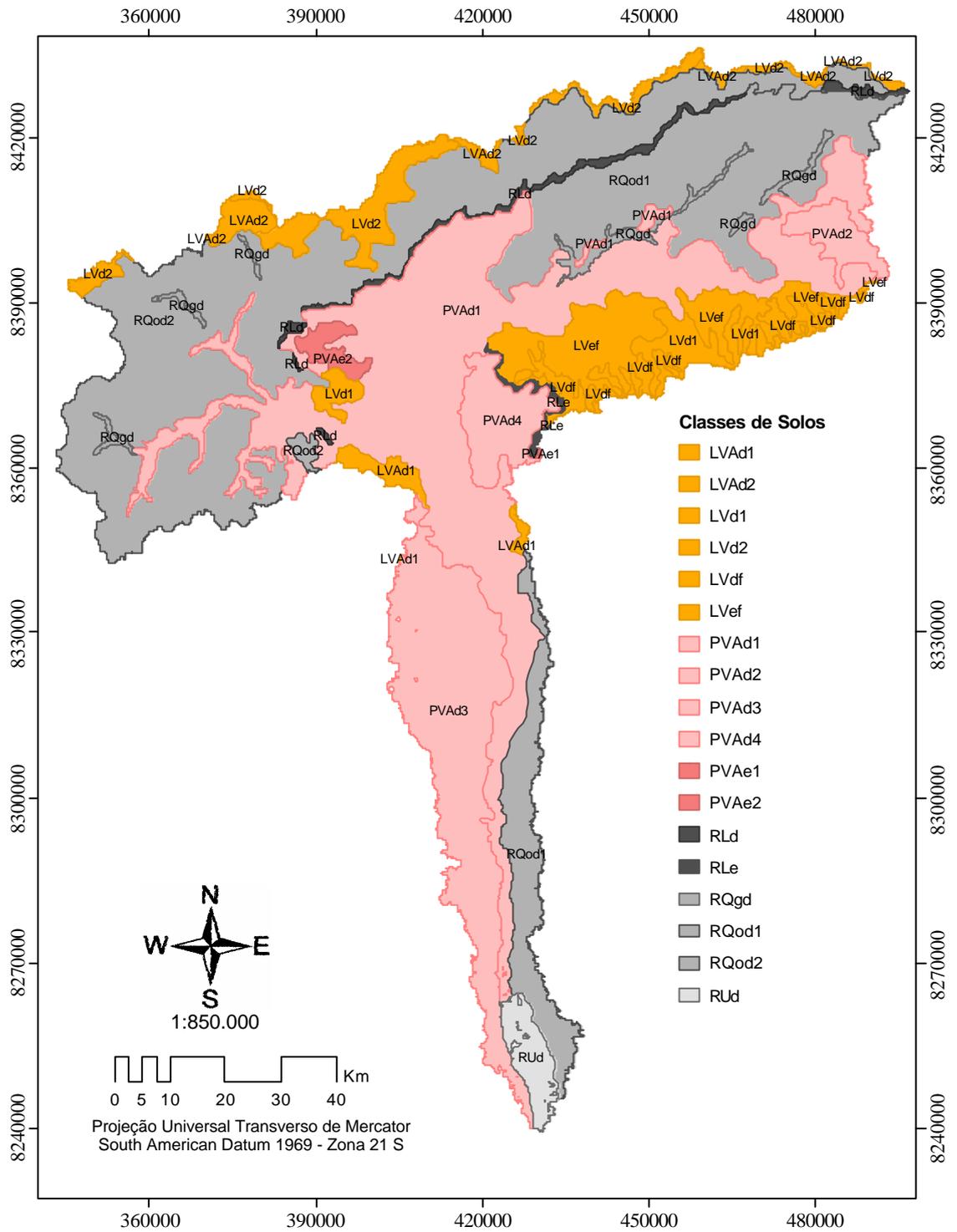


Figura 1 – Unidades de mapeamento de solo existente na área da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, de acordo com SEPLAM-MT (2000).

Uma informação importante extraída do mapa de solos refere-se ao amplo domínio na área da cobertura vegetal natural de floresta ou cerrado. Nas áreas de floresta, mesmo sendo solo distrófico, a ciclagem de nutrientes é responsável pelo seu maior conteúdo na camada superficial do solo (geralmente nos primeiros 20 cm), o que permite a agricultura de subsistência por um período relativamente curto ou a direta instalação de pastagens, que normalmente desenvolve-se bem, utilizando os nutrientes provenientes do reciclo.

Pequena quantidade da área da bacia hidrográfica foi inicialmente coberta por campos naturais (Campo Cerrado com murunduns ou covoais). Essas áreas encontram-se relacionadas a solos com restrições de drenagem, como Plintossolos, componente secundário das unidades PVAd4 e RUd.

Também, a inferir-se pelo mapa de solos, é amplo o domínio de solos de baixa fertilidade natural, o que certamente limitou a exploração agrícola de forma mais intensiva, de certa forma fazendo com que os problemas ambientais, sobretudo no que diz respeito à quantidade e qualidade dos recursos hídricos, não fossem ainda maiores.

4.2. Aptidão Agrícola das Terras da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba-MT

Na Tabela 2 e na Figura 2 estão os subgrupos de aptidão agrícola encontrados na área da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT. Observa-se o amplo domínio das terras com aptidão para pastagem plantada (subgrupos 4p e 4(p)). Predominam nessas áreas os Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) e Neossolos Quartizarenicos (RQ), ambos distróficos. É importante destacar que realmente a maioria da área de domínio desses solos, ou encontra-se com vegetação natural, ainda que também alterada, ou encontra-se ocupada com pastagem, predominantemente de brachiária, portanto condizente com a indicação de melhor ocupação, segundo a metodologia de aptidão agrícola de Ramalho Filho (1978).

Apenas cerca de 18% da área tem aptidão agrícola para lavouras anuais ou perenes, ainda que com diferentes graus de limitação, imposta principalmente pelo relevo, pela fertilidade natural e pelo clima (é pronunciado o déficit hídrico entre os meses de junho a agosto na área). É

Tabela 2 – Área total dos níveis de manejo indicados para as terras da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT

Subgrupos de Aptidão Agrícola/ Classes de Solos	Área (ha)	Área Total por Nível AA	Área Total (ha) e (%) por Indicação de Uso
1ABC			
LVef	49.750	56.512	176.771ha (18%) Lavoura
PVAe1	88.142		
PVAe2	6.673		
1bC			
LVd1	17.897	75.898	
LVd2	31.062		
LVdf	16.943		
LVAd2	9.995		
2(a)b			
PVAd4	23.979	44.361	
LVAd1	7.325		
RUd	13.057		
4p			
PVAd1	257.669	544.904	
PVAd2	12.785		
PVAd3	107.678		
RQgd	11.258		
RQod1	155.513		
4(p)			
RQod2	248.033	248.033	
6			
RLd	11.087	14.217	(1,44%) Sem aptidão ao uso agrícola
RLe	3.130		

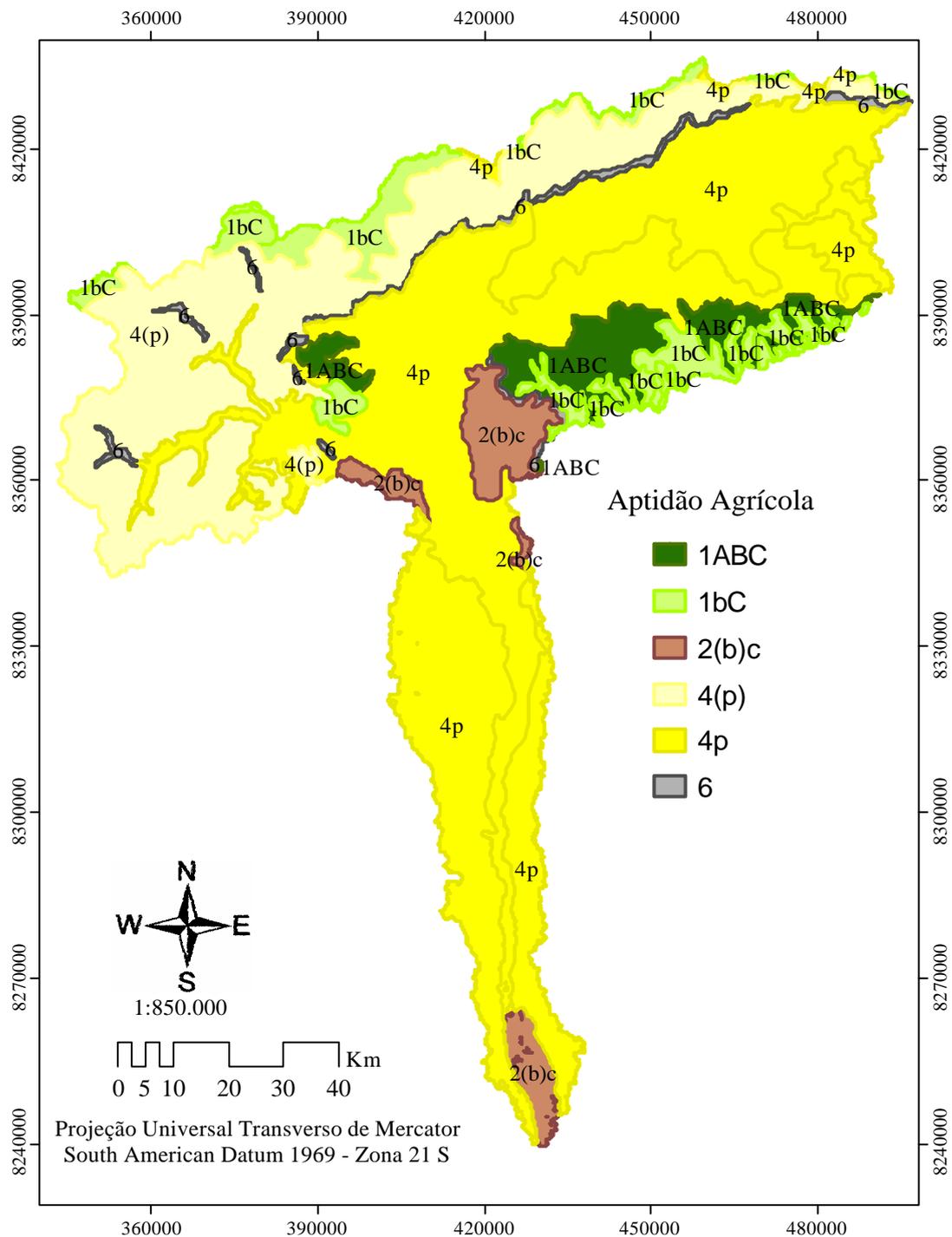


Figura 2 – Mapa de aptidão agrícola das terras na área da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT.

amplo o predomínio dos Latossolos nessas áreas, solos que por suas boas condições físicas e topográficas permitem agricultura mais intensa e tecnificada, destacando-se as culturas de milho, soja e cana-de-açúcar. É importante ressaltar que em algumas áreas de Latossolos Vermelhos férricos e Nitossolos (antigos Latossolos Roxos e Terras Roxas Estruturadas, respectivamente), ambos de textura argilosa ou muito argilosa, problemas de compactação constituem já sério problema de exploração agrícola, não sendo raras as necessidades de aração profunda ou mesmo subsolagem na exploração da terra com lavoura ou reflorestamento com teca (*Tectona grandis*).

Em razão de limitações do solo referentes à pouca profundidade e, ou, presença de pedras e mesmo afloramento de rocha, cerca de 14.217 ha, ou aproximadamente 1,44% da área total, foram tidas como inaptas para aptidão agrícola sobre quaisquer dos três níveis de manejo considerados. São áreas ocupadas por Neossolos Litólicos, eutróficos e distróficos. Há aqui uma importante informação; nem toda esta área encontra-se como área de preservação permanente (APPs), o que indica necessidade urgente de conciliar a legislação que determina a delimitação de APPs e os mapas de solos e aptidão agrícola. Ainda a este respeito, outros comentários serão feitos no Capítulo 3, item 4.4 desta tese.

4.3. Histórico da Ocupação Agrícola na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba-MT

Os municípios que fazem parte da bacia hidrográfica do rio Sepotuba são: Campo Novo dos Parecis, Diamantino, Nova Marilândia, Santo Afonso, Tangará da Serra, Nova Olímpia, Barra do Bugres, Salto do Céu, Lambari do Oeste e Cáceres. Na Tabela 3 estão a área total dos municípios, a área e a porcentagem que cada um deles tem dentro da área de estudo, e a Figura 3 mostra a localização dos municípios em relação à área da bacia hidrográfica.

Os dados quantitativos apresentados na Tabela 4 mostram a distribuição da área da bacia hidrográfica do rio Sepotuba em relação ao espaço territorial dos municípios. Os dados indicam que 45,36% (446.627 ha) da área da bacia está inserida no espaço territorial do município de Tangará da Serra. Esse

Tabela 3 – Área total dos municípios que fazem parte da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, área que cada município tem na área da bacia e porcentual em relação à área total de cada município

Municípios	Área Total do Município (ha)	Área Contida na Bacia (ha)	Porcentual em Relação à Área Total do Município (%)
Campo Novo do Parecis	1.075.195	469	0,44
Diamantino	773.023	1.062	1,37
Nova Marilândia	194.532	134.948	69,37
Santo Afonso	116.691	101.285	86,79
Tangará da Serra	1.172.359	446.627	38,09
Nova Olímpia	151.210	15.485	10,24
Barra do Bugres	715.693	108.749	15,19
Salto do Céu	129.378	39.430	30,47
Lambari d'Oeste	171.196	89.240	52,12
Cáceres	2.469.986	47.151	2,00

município, além de conter o maior espaço territorial da bacia, também possui as classes de solos que apresentam as melhores condições para aptidão agrícola.

O município de Nova Marilândia tem 13,71% (134.948 ha) da área da bacia localizada em seu espaço territorial, sendo a aptidão agrícola de suas terras classificada como 4p e 1bC.

A área da bacia no município de Barra do Bugres é de 11,04% (108.749 ha) e a aptidão agrícola de suas terras foi classificada como 2(b)c e 4(p).

No município de Santo Afonso, a área da bacia é equivalente a 101.285 ha e corresponde a 10,28% da área da bacia. Ali, a aptidão agrícola da terra foi classificada como 1ABC e 4p.

Em Lambari D'Oeste, a área ocupada é de 89.240 ha (9,06%) e a classificação da aptidão agrícola da terra foi 4p e 2(b)c.

Os municípios que apresentam menores áreas ocupadas pela bacia do rio Sepotuba são: Cáceres, com 4,79% da área da bacia, com aptidão agrícola corresponde à categoria 4p; Salto do Céu tem 4% da área da bacia contida em sua área territorial, com aptidão agrícola correspondendo à classe 4p. O município de Nova Olímpia tem apenas 1,57% da área da bacia, e sua aptidão

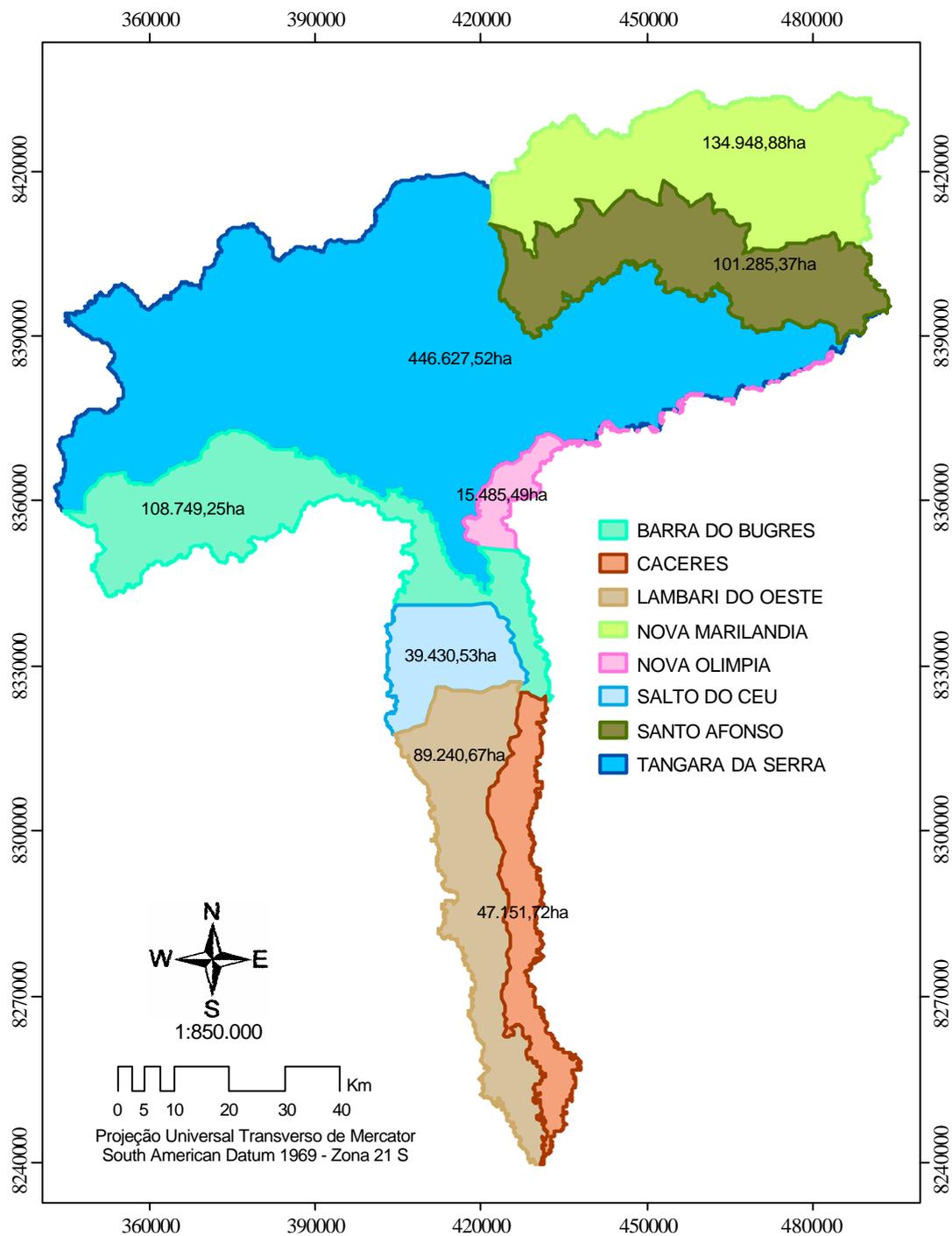


Figura 3 – Área ocupada pelos municípios dentro da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT.

Tabela 4 – Área dos municípios contida na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT e porcentual de área em relação à área da bacia

Municípios	Área Contida na Bacia (ha)	Porcentual em Relação à Área Total da Bacia (%)
Campo Novo do Parecis	469	0,04
Diamantino	1.062	0,10
Nova Marilândia	134.948	13,71
Santo Afonso	101.285	10,28
Tangará da Serra	446.627	45,36
Nova Olímpia	15.485	1,57
Barra do Bugres	108.749	11,04
Salto do Céu	39.430	4,05
Lambari D'Oeste	89.240	9,06
Cáceres	47.151	4,79

agrícola foi classificada como 1bC e 6. A classe de aptidão agrícola (6) presente na área do município está localizada nas bordas da Serra Tapirapuã. Os municípios que apresentam as menores áreas dentro da área da bacia são: Diamantino, com 0,1% da área da bacia, e Campo Novo dos Parecis, com 0,04%. Apesar de esses municípios fazerem parte da bacia, eles não serão mais citados, pois o tamanho de suas áreas não é significativo para este estudo.

As imagens temáticas que mostram o histórico do desmatamento na área de estudo, apresentadas e discutidas no capítulo 1, juntamente com o mapa de aptidão agrícola e o mapa de solos, proporcionaram a compreensão de como se deu a ocupação da terra na área da bacia hidrográfica. Em uma análise minuciosa dessas imagens temáticas, pôde-se verificar que a ocupação das classes de solos com melhor aptidão agrícola ocorreu em períodos anteriores a 1984.

A ocupação da área de acordo com os relatos de antigos moradores da região (principalmente índios Parecis e os pioneiros) teve início na década de 1910, com a construção da linha de telégrafos. Em seguida, aproveitando as trilhas abertas para construção da linha de telégrafos, vieram os poaeiros (pessoas que sobrevivem economicamente do extrativismo vegetal, coletando poaia, *Psychotria ipecacuanha*, que por ter valor medicinal é utilizada na indústria de medicamentos).

O fluxo de pessoas foi mais intenso a partir de 1958, época em que provavelmente foram realizados os primeiros desmatamentos na região. De acordo com os relatos feitos pelos pioneiros, a vinda deles para a região deu-se por diversos motivos: alguns vieram em busca de maiores áreas de terra, uma vez que, naquela época, as terras no Estado de Mato Grosso tinham valores de mercado inferior aos das terras localizadas nos Estados do sul e sudeste do País; outros vieram por motivos de saúde, em busca de um clima mais quente. Há também os que vieram em busca de ouro ou pedras preciosas, e ainda os que vieram agregados a outras famílias para ajudá-las no trabalho de desbravamento do sertão.

Os critérios de escolha das terras para serem adquiridas geralmente eram: 1) a “textura”, dando preferência às terras argilosas; 2) a “cor do solo”, dando preferência à cor vermelha-escura (correlacionadas à terra roxa do estado do Paraná); 3) “vegetação”, privilegiando espécies de madeira de lei encontradas nas áreas; 4) porte da floresta (altura e circunferência das árvores); e 5) quantidade de água existente nos lotes (CAMPOS, B. J., comunicação pessoal)^{*2}.

Alguns relatos evidenciam que a década de 1970 foi de grande movimentação humana na área da bacia. Muitos dos pioneiros dessa época contam que vieram do Estado do Paraná, tentando minimizar as perdas financeiras provocadas por uma grande geada em 1975, que os obrigou a cortar os pés de café de suas lavouras no tronco. Como eles teriam que formar novamente a lavoura de café, muitos optaram por fazer isto em outros lugares, dando preferência a lugares onde não ocorria o fenômeno da geada. Muitas pessoas que vieram para o Estado do Mato Grosso naquela época tinham a oportunidade de, pela primeira vez, ter o seu próprio pedaço de terra, ou a liberdade de se desvincular do patriarcalismo familiar. O fato é que, diante de todo esse contexto histórico de origem e migração, aos poucos a bacia hidrográfica do rio Sepotuba foi sendo povoada.

Contam os pioneiros que o desmatamento deu-se nessa seqüência: a madeira de lei era retirada pelas serrarias e, na maioria das vezes, eles faziam uma troca, ou seja, uma quantidade suficiente de madeira para se construir

* Pioneiro, proprietário rural no município de Tangará da Serra-MT.

uma casa deveria ser devolvida já serrada para o proprietário do terreno e igual parte ficaria para o dono da serraria; se o volume de madeira extraído fosse maior que esse acordo, então o restante era negociado. As espécies madeireiras consideradas não-comerciáveis eram então derrubadas.

O fogo foi o meio mais fácil de promover a limpeza da área. Após a queimada faziam-se a coivara e o preparo das covas para o plantio de café, nas áreas de solo consideradas bons para tal lavoura. Na mesma área eram plantadas também algumas espécies chamadas por eles de lavoura branca (plantas de ciclo curto), principalmente arroz e milho consorciado, porém com distâncias maiores entre as ruas de milho. Após o corte do arroz plantavam-se então feijão e milho novamente, porém em períodos diferentes, para o milho não sufocar o feijão (competitividade por luz). As lavouras de café não resistiram por muito tempo. Em meados da década de 1980 muitas lavouras de café foram simplesmente substituídas por pastagens.

Em áreas de solos menos favoráveis para agricultura, os donos dos terrenos – geralmente fazendeiros – arrendavam a terra por dois anos. O arrendamento consistia em desmatamento da área e plantio de lavoura de ciclo curto no primeiro e segundo ano, ficando toda a produção para o arrendatário. Entretanto, no final do segundo ano de arrendamento, o terreno deveria ser devolvido ao proprietário com a pastagem já formada.

Ainda na década de 1980 foi observado um grande ciclo migratório, em que pequenos sítiantes moradores da região venderam suas terras para fazendeiros e se deslocaram para o Estado de Rondônia. O ajuntamento de pequenas áreas resultou em grandes fazendas; a princípio, para criação de gado e mais tarde, para plantios de soja e cana-de-açúcar.

A análise das imagens temáticas geradas para a área de estudo, apresentadas no Capítulo 1 (Figuras 15, 16, 17, 18 e 19), e o mapa de aptidão agrícola permitem inferir que as áreas com classes de aptidão agrícola 1ABC e 1bC já haviam sido desmatadas em 1984. Após esse ano, o desmatamento concentrou-se em áreas de aptidão agrícola 4p e foi bastante intenso ao longo do período avaliado (1984 a 2004). Uma análise mais meticulosa mostra que o desmatamento e a ocupação da terra na bacia caminham atualmente para áreas de solos mais frágeis e mais suscetíveis a processos erosivos. As áreas

de solos com boa aptidão para agricultura já foram completamente desmatadas e encontram-se sob alguma forma de produção agrícola.

A maior parte da área ainda florestada encontra-se sobre solos das classes RQgd, RQod2, RLd e RLe, classes ou de uso restrito para agricultura ou sem aptidão alguma para agricultura. Diante dessa realidade pode-se esperar que o desmatamento não avance nessas áreas. Esses dados confirmam o que já se aventara durante a coleta de dados de campo: que os solos com as melhores aptidões agrícolas já foram completamente ocupados.

5. CONCLUSÕES

Os sistemas de informações geográficas mostraram ser uma ferramenta importante na análise das alterações do ambiente. Esses sistemas permitem a sobreposição de mapas de vários temas, possibilitando correlacionar as diversas características do ambiente com as alterações antrópicas e com as características naturais presentes no local, possibilitando assim inferir que:

- É amplo o domínio de áreas mais indicadas para exploração com pastagem plantada (792.937 ha ou 80%) da área da bacia hidrográfica do rio Sepotuba, em razão do amplo domínio de Argissolos e Neossolos Quartzarênicos nestas áreas. Isto condiz com o uso atual e alerta para o fato de que qualquer atividade agrícola mais intensa que pastagem ou silvicultura devem ser evitada ou, caso ocorra, que venha acompanhada de criterioso plano de ocupação e manejo.

- Apenas 176.771 ha (18%) referem-se a terras com aptidão para lavouras anuais ou perenes. Praticamente toda essa área encontra-se sob uso intenso, não obstante a recomendação de que 47.251 ha devam ser destinados à área de preservação permanente, o que em algumas áreas não tem sido observado.

- 14.217 ha (1,44%) apresentam-se sob domínio de solos muito rasos e em relevo fortemente ondulado. Apesar de alguns destes solos serem de boa fertilidade natural, foram enquadrados como inaptos para exploração agrícola.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAD, M. L. L. Uso de um sistema de informações geográficas na determinação da aptidão agrícola de terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 133-139, 1995.

ASSAD, M. L. L.; HAMADA, E.; CAVALERI, A. Sistema de informações geográficas na avaliação de terras para a agricultura. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.) **Sistemas de Informações Geográficas: aplicações na agricultura**. 2. Ed., rev. e ampl. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CPA, 1998. p. 191-232.

AZEVEDO, A. C.; DALMOLIN, R. S. D. **Solos e ambiente: uma introdução**. Santa Maria: Ed. Palloti, 2004. 100 p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo. Ícone, 1990.

BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. New York: Oxford University Press Inc., 1986. 194 p.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Mapas e suas representações computacionais In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.) **Sistemas de Informações Geográficas: aplicações na agricultura**. 2. Ed., rev. e ampl. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CPA, 1998. p.13-29.

COSTA, L. V.; FERNANDES FILHO, E. I.; OLSZEWSKI, N. O solo a água. **Revista Ação Ambiental**, n. 20, p. 17-19, 2001.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. p. 412.

ESRI – Environmental Systems Research Institute, Inc. **ArcGIS professional GIS for the desktop**, versão 9.0. CA. 2004.

FORMAGGIO, A. R.; ALVES, D. S.; EPIPHANIO, J. C. N. Sistemas de informações geográficas na obtenção de mapas de aptidão agrícola e de taxa de adequação de uso das terras. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 16, p. 249-256, 1992.

FRANÇA, G. V. A classificação de terras de acordo com sua capacidade de uso como base para um programa de conservação do solo. In: CONGRESSO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 1., Campinas-SP. **Anais...** Campinas-SP, 1960. p. 399-408.

IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil – 2000**. Compartimento de Relevo. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

LEITE, F. R. B.; OLIVEIRA, S. B. P. Aptidão agrícola das terras da Folha SB.24-Y-A-III-2- Parambú utilizando sistemas de Informações Geográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador: INPE. **Anais...** Salvador: INPE, 1996. p. 27-32.

LEPSCH, I. F. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação. Campinas: SBCS, 1983. p. 175.

LIMA, R. O. **Sustentabilidade da produção de soja no Brasil Central: características químicas do solo e balanço de nutrientes no sistema solo-planta**. 2004. 65 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

PALMIERI, F.; LARACH, J. O. I. Pedologia e Geomorfologia. In **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Org. Antonio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha. 4. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 59-122.

PEREIRA, N. R.; SCHUBACK, D. A.; CARVALHO JR., W. O uso de técnicas de geoprocessamento na detecção de áreas de incompatibilidade de uso, com base na aptidão agrícola das terras e o uso atual – estudos aplicados no município Eng^o Paulo de Frontin-RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998, Santos-SP, **Anais...** Santos-SP: INPE, 1998. p. 59-69.

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E. G.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Brasília: SUPLAN/EMBRAPA/SNCLS, 1978. p. 70.

REIS, T. E. S.; BARROS, O. N. F.; REIS, L. C. Utilização de sistemas de informações geográficas para obtenção das cartas de solo e de declividade do município de Bandeirantes-PR. **Geografia**, v. 13, n. 1, p. 3-17, 2004.

RESENDE, M.; LANI, J. L.; REZENDE, S. B.; FEITOZA, L. R. A microbacia no contexto dos assentamentos agrícolas. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 207, p. 82-94, 2000.

SANTOS, F. J.; KLAMT, E. Gestão agroecológica de microbacias hidrográficas através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto – caso Fazenda Pantanoso. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, 2004. (Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v34n6/a18v34n6.pdf>>). Acesso em: 10 maio 2006.

SEPLAN. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. **Diagnóstico socioeconômico e ecológico do Estado de Mato Grosso**. (CD ROM) CEPROMAT – Centro de Processamento de Dados do Estado de Mato Grosso. Cuiabá, 1999.

SOUZA, R. F.; MOTTA, J. D.; GONZASGA, E. N.; FERNANDES, M. F.; SANTOS, M. J. Aptidão agrícola do Assentamento Venâncio Tomé de Araújo para a cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 3, n. 2, 2003.

CAPÍTULO 3

DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E IDENTIFICAÇÃO DOS CONFLITOS DE USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SEPOTUBA-MT NO PERÍODO DE 1984 A 2004

1. INTRODUÇÃO

A Terra proporciona um cenário de eterna mudança para o desenvolvimento de sistemas biológicos. Por milhões de anos, os animais e as plantas têm testemunhado as alterações no clima e nas suas condições físicas, os rearranjos de posições geográficas dos continentes e dos leitos dos oceanos, o crescimento e o desgaste de áreas montanhosas, a evolução biológica e os impactos catastróficos com corpos extraterrestres (RICHLEFS, 1996).

A história recente da Terra tem mostrado como as atividades humanas estão afetando todos os seus ciclos biogeoquímicos, que, por sua vez, afetam as demais formas de vida. Ao longo de 2004 e 2005, diversas manchetes relataram a ocorrência de eventos climáticos extremos em todo o Planeta, destacando-se o furacão Katrina, na América do Norte, com prejuízos estimados em US\$ 81.2 bilhões (disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Hurricane_Katrina>), e o Tsunami asiático, que causou a morte de cerca de 230.000 pessoas e inundou diversas comunidades costeiras na Indonésia,

Sri Lanka, Índia e Tailândia. O aquecimento global, tão divulgado pela mídia nos últimos anos, tornou-se realidade, sendo um fenômeno climático de larga extensão, caracterizado por um aumento da temperatura média superficial global que vem acontecendo nos últimos 150 anos. Entretanto, o significado desse aumento de temperatura ainda é objeto de muitos debates entre os cientistas, e tanto causas naturais quanto antropogênicas têm sido propostas para explicá-lo (disponível em: <<http://www.jornaldomeioambiente.com.br>>, 2006). Infelizmente a humanidade acreditou, por muito tempo, que a natureza fosse capaz de absorver todo impacto causado e de se recuperar sozinha. No entanto, isso não é verdade; nosso Planeta está doente. Em termos de escala de evolução, ele caminha a passos largos para um inevitável colapso; na escala de vida humana, ainda temos tempo para fazer alguma coisa para reverter esse quadro.

O Brasil tem uma legislação ambiental rigorosa, que não é conhecida, compreendida e tampouco praticada pela população, ou seja, não sai do papel. A Constituição de 1988 diz, em seu artigo 224, que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” Dessa forma, todos os brasileiros são responsáveis por manter o meio ambiente ecologicamente equilibrado.

O Código Florestal Brasileiro (Lei 4.771/65), que instituiu as áreas de preservação permanente, já conta com 41 anos de sua promulgação e a população ainda o desconhece ou o interpreta equivocadamente. De acordo com Calabria (2004), em pesquisa feita com produtores rurais e órgãos ambientais fiscalizadores no Estado de Minas Gerais, ficou caracterizado que o uso indevido das áreas de preservação permanente e da reserva legal pelos produtores deve-se, primeiramente, ao desconhecimento e à dificuldade de interpretação das normas que caracterizam e regulam o uso dessas áreas. Com relação aos órgãos florestais e com poder de fiscalização, estes se mostraram incapazes de impor o cumprimento tácito da legislação florestal brasileira, combinando-se despreparo técnico com infra-estrutura inadequada. As orientações relativas ao uso dos recursos florestais dadas aos produtores pelos membros de diversas instituições que lidam no espaço rural divergem

não só entre os profissionais de um mesmo órgão, como também entre instituições distintas.

Pinheiro Pedro (2005) fez duras críticas à atual situação em que se encontra a política ambiental brasileira, afirmando que “vivemos uma sublimação oficial com efeitos burocráticos”. Ele fala ainda que “é preciso uma revisão absoluta da Legislação Ambiental Brasileira, pois a atual não atende à demanda ambiental nacional, por não respeitar as diferenças regionais e o regime federativo constitucional”.

A Resolução nº 303, do CONAMA, de 20 de março de 2002 (Anexo 3), dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente, considerando-as, bem como outros espaços territoriais especialmente protegidos, instrumento de relevante interesse ambiental, sendo indissociáveis do conceito de desenvolvimento sustentável, objetivo das presentes e futuras gerações. De acordo com Ribeiro *et al.* (2002), a demarcação das áreas de preservação permanente (APP) é o marco legal para a correta priorização das ações e dos programas governamentais. No entanto, a dificuldade de se fazer a delimitação dessas áreas pelo método tradicional é tamanha, que até hoje não se produziu, para qualquer unidade federativa, um mapeamento sistemático. Esse fato decorre da falta de mapas altimétricos e de hidrografia detalhados, além de profissionais com a devida experiência no manuseio dessas informações. Enquanto não houver uma delimitação oficial das áreas de preservação permanente, o pessoal encarregado de fazer com que o Código Florestal Brasileiro seja cumprido continuará enfrentando dificuldades, e as áreas legalmente protegidas (APPs) continuarão sendo desmatadas.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivos a delimitação automática das áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT e a identificação dos conflitos de uso da terra a partir de imagens temáticas obtidas do sensor TM/LANDSAT.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Bacia Hidrográfica

A bacia hidrográfica é uma unidade geográfica definida por uma área da superfície terrestre que contribui para a formação e o armazenamento de um determinado curso d'água. Ela geralmente é constituída de inúmeras microbacias (sub-bacias), que por sua vez possuem diversos pequenos riachos, formadores da calha de drenagem dessa bacia (ALVES, 2000).

Pela ótica da análise sistêmica, a bacia hidrográfica é composta pelas inter-relações dos subsistemas social, econômico, demográfico e biofísico. Neste sentido, pode ser definida como um espaço caracterizado por um sistema de águas que fluem para um mesmo rio, lago ou mar, e cujas modificações devem-se à ação ou interação dos subsistemas sociais e econômicos. A magnitude das inter-relações irá definir o nível de complexidade e o grau de sobreposição dos subsistemas entre si e determinar o nível de interdependência dos subsistemas ou o grau de conflito dos diferentes interesses concorrentes no sistema (SOUZA e FERNANDES, 2000).

Os principais componentes das bacias hidrográficas – solo, água, vegetação e fauna – coexistem em permanente e dinâmica interação, respondendo às interferências naturais (intemperismo e modelagem da paisagem) e àquelas de natureza antrópica (uso/ocupação da paisagem), afetando os ecossistemas como um todo. Nesse sistema, os recursos hídricos

são os melhores indicadores dos efeitos do desequilíbrio das interações dos respectivos componentes. Por esse motivo, as bacias e sub-bacias hidrográficas vêm-se consolidando como compartimentos geográficos coerentes para o planejamento integrado do uso e da ocupação dos espaços rurais e urbanos, tendo em vista o desenvolvimento sustentado no qual se compatibilizam atividades econômicas com qualidade ambiental (SOUZA e FERNANDES, 2000).

Nas últimas décadas as mudanças ambientais têm se intensificado em âmbito mundial. Essa questão perpassa o desenvolvimento industrial e o aumento populacional, que exigem, cada vez mais, maior quantidade de recursos naturais, impondo uma crescente produtividade agrícola para satisfazer à demanda de alimentos. Conseqüentemente, o que se observa é o desmatamento generalizado e a degradação ambiental, principalmente a dos solos, que ficam à mercê dos processos erosivos (STIPP e OLIVEIRA, 2004).

De acordo com Magalhães e Ferreira (2000), um dos grandes desafios do homem em relação à conservação ambiental é concentrar esforços e recursos para preservação e recuperação de áreas naturais consideradas estratégicas, das quais vários ecossistemas são dependentes. Dentre essas, destacam-se as áreas de preservação permanentes (APPs), que têm papel vital dentro de uma microbacia, por serem responsáveis pela manutenção, preservação e conservação dos ecossistemas ali existentes.

Para Holmes *et al.* (2004), os sistemas ecológicos provêm um conjunto de benefícios para a população humana que geralmente não é computado nas transações comerciais. Conseqüentemente, as atividades econômicas podem degradar os sistemas ecológicos a tal ponto que os serviços prestados por eles sejam completamente eliminados.

2.2. Função Ecológica das Áreas de Preservação Permanente

Um dos problemas mais relevantes observados nas APPs tem sido o histórico e contínuo desrespeito aos ecossistemas que as compõem, negligenciando-se a adoção de critérios técnico-científicos, passando ao largo da legislação pertinente e menosprezando o saber popular (MAGALHÃES e FERREIRA, 2000). As APPs foram criadas para proteger o ambiente natural,

não se permitindo nelas qualquer alteração de uso da terra. Por lei, devem estar cobertas com a vegetação original. A cobertura vegetal nessas áreas irá atenuar os efeitos erosivos e a lixiviação dos solos, contribuindo também para regularização do fluxo hídrico e redução do assoreamento dos cursos d'água e reservatórios, trazendo benefícios diretos para a fauna (COSTA *et al.*, 1996).

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1990), a cobertura vegetal é a principal defesa natural de um terreno contra a erosão. Os seus efeitos podem ser assim enumerados:

- proteção direta contra o impacto das gotas de chuva, reduzindo-lhes a energia cinética;
- dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes que atinja o solo;
- decomposição das raízes das plantas, que, formando canalículos no solo, aumentam a infiltração da água;
- melhoramento da estrutura do solo pela adição da matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de retenção de água; e
- diminuição da velocidade de escoamento do fluxo pelo aumento do atrito na superfície.

Todos os aspectos mencionados são claramente serviços prestados pelo ambiente natural. No entanto, no atual regime socioeconômico em que as negociações que envolvem compra e venda da terra se respalda, esses serviços não são computados.

As florestas nativas apresentam diversos mecanismos que favorecem a infiltração da água. Por exemplo, as copas das árvores formam um sistema de amortecimento da velocidade dos pingos de chuva, que assim chegam ao solo de uma forma mais suave e menos impactante, além de protegerem o solo de raios solares, produzindo assim um microclima especial. Sob as copas das árvores e sobre o solo encontra-se um depósito de matéria orgânica (serapilheira) que, em frações maiores ou menores, possui uma capacidade muito grande de acumular água e outras substâncias. As florestas apresentam ainda um grande sistema radicular, que, dentre outras características, favorece a porosidade do solo e, conseqüentemente, a aeração e percolação da água; enfim o ecossistema florestal apresenta diversas vantagens ecológicas, como a fixação do carbono, a retenção de água em seus órgãos estruturais e na

própria célula e o melhor aproveitamento da radiação solar (MARTINS e DIAS, 2001).

2.2.1. Mata ciliar

Entende-se por mata ciliar a vegetação nativa que ocorre ao longo dos cursos d'água e que está naturalmente adaptada ao regime de cheias. De acordo com Hinkel (2003), a denominação desse ecossistema é muito diversificada no Brasil, em função dos diferentes ambientes em que ocorre. Para as formações arbóreas, as denominações mais freqüentes são mata ciliar, floresta de galeria, mata aluvial ou ainda mata ripária. O termo ripária seria o mais adequado se aplicado a qualquer vegetação da margem, já que a sua definição contempla não apenas a vegetação relacionada ao corpo d'água, mas também aquelas localizadas às suas margens.

A preservação ou reconstituição das matas ripárias tornou-se obrigatória pela legislação de proteção ambiental, sob o argumento principal de controle da erosão e melhoria de qualidade e quantidade da água. Sua importância está relacionada a algumas funções precípuas, como filtro ou zona-tampão de entrada de nutrientes no rio, originários da planície aluvial, estabilizadora de margens, por auxiliar a recarga de aquíferos subterrâneos e por ser habitat silvestre (HINKEL, 2003). As zonas ripárias têm sido consideradas corredores extremamente importantes para o movimento da fauna ao longo da paisagem, assim como para dispersão vegetal (LIMA e ZAKIA, 2001) e manutenção do fluxo gênico entre populações de espécies que habitam as faixas ciliares (HARPER *et al.*, 1992). As florestas ripárias atuam como filtros de toda água que atravessa o conjunto de sistemas componentes da bacia de drenagem, sendo determinantes, também, das características físicas, químicas e biológicas dos corpos d'água (DELITTI, 1989), já que a serapilheira e o sistema radicular dessas matas retêm sedimentos e substâncias que poderiam provocar assoreamento, eutroficação e poluição dos cursos d'água (MARTINS e DIAS, 2001).

Sob esses aspectos, as formações ripárias têm recebido especial atenção, pois sua distribuição peculiar, restrita às faixas de contato entre os meios ambientes terrestre e aquático, aufere-lhes papel determinante na

estruturação e na dinâmica do ambiente. A grande proporção entre o perímetro e a área total do ecossistema, aliada à sua posição fisiográfica, resulta em um sistema profundamente envolvido com múltiplas relações de troca com os ambientes aquático e terrestre adjacentes. Destaca-se ainda sua participação na atenuação de forças erosivas, na perenização dos cursos d'água e no controle da passagem de elementos essenciais do meio terrestre para o aquático (DELITTI, 1989).

2.2.2. Nascente e sua área de contribuição

Nascente é o afloramento de água proveniente do lençol freático, a partir de onde a água corre superficialmente, dando origem aos cursos d'água. A área chamada de bacia de contribuição da nascente é o espaço geográfico localizado a sua montante e que, de acordo com a declividade do terreno, constitui a área de drenagem encarregada de suprir (recarregar) o seu aquífero.

Partindo-se do fato de que cada curso d'água tem a sua nascente, chega-se à conclusão de que o número de cursos d'água de uma dada bacia é igual ao número de nascentes. Diminuir o número delas significa, também, diminuir o número de cursos d'água e, conseqüentemente, reduzir a vazão total da bacia ou sua produção de água (VALENTE e GOMES, 2005).

As nascentes, quanto às origens, podem ser formadas tanto por lençóis freáticos (apenas depositados sobre as camadas impermeáveis) quanto artesianos (confinados entre duas camadas impermeáveis), podendo surgir de contatos das camadas impermeáveis com a superfície, por afloramento dos lençóis em depressões de terreno, por falhas geológicas ou canais cársticos. As nascentes de contato normalmente surgem no sopé dos morros e são conhecidas como nascentes de encosta. As de depressão podem se manifestar em pontos de borbulhamento bem definidos, chamados olhos d'água, ou então por pequenos vazamentos superficiais espalhados por uma área que se apresenta encharcada (brejo) e vai acumulando água em poças, até dar início a fluxos contínuos, sendo conhecidas como nascentes difusas (VALENTE e GOMES, 2005).

As áreas de recarga dos aquíferos das nascentes são de extrema importância para manutenção do fluxo de água no decorrer do ciclo hidrológico anual de cada região. Daí a importância de manter essas áreas sob vegetação nativa e sem qualquer forma de uso antrópico. A água constitui o recurso natural mais importante, por ser fundamental aos outros recursos (vegetal, animais e minerais), pela sua influência direta na manutenção da vida, da saúde e do bem-estar do homem e por garantir auto-suficiência econômica de uma região ou país (PINTO *et al.*, 2004).

A qualidade da água dos rios de áreas naturais é o resultado das influências do clima, da geologia, da fisiografia, dos solos e da vegetação da bacia hidrográfica. Nas áreas onde atividades antrópicas são desenvolvidas, como a agricultura e pecuária, o uso da terra contribui também para as características físicas, químicas e biológicas da água (ARCOVA e CICCO, 1999). A quantidade e a qualidade de água das nascentes de uma bacia hidrográfica podem ser alteradas por diversos fatores, destacando-se a declividade, o tipo de solo e o uso da terra, principalmente das áreas de recarga, por influenciarem o armazenamento da água subterrânea e o regime das nascentes e dos cursos d'água (PINTO *et al.*, 2004).

Como há, atualmente, uma grande preocupação com a queda de vazão dos rios nas épocas de seca, vale lembrar que esse comportamento tem início na diminuição da quantidade da água de chuva que penetra no solo, produzindo lençóis rasos e nascentes de baixa ou nenhuma vazão na estiagem. Salvar rios, portanto, é salvar primeiro suas nascentes, e como as nascentes são produtos de suas bacias, elas precisam ser adequadamente manejadas para fins de produção de água, além de outros bens (VALENTE e GOMES, 2005).

2.2.3. Linhas de cumeada (divisor de água)

Entende-se por linha de cumeada a interseção dos planos das vertentes, definindo uma linha simples ou ramificada, determinada pelos pontos mais altos, a partir dos quais divergem os declives das vertentes, também conhecidas como “crista”, “linha de crista” ou “cumeada” (Resolução do CONAMA nº 04/85).

Do ponto de vista ecológico, a proteção dos divisores de água auxilia na preservação de espécies vegetais e animais que vivem nesses ambientes, que são caracteristicamente mais secos, dado sua localização (porção mais elevada da bacia). Essas áreas, quando mantidas com vegetação nativa, têm a capacidade de propiciar maior estabilidade ao solo, impedindo o escoamento superficial de grandes proporções, haja vista a interferência da vegetação no impacto das gotas de água, provocando seu espalhamento antes de a chuva atingir o solo. A serapilheira, característica de área sob fitoformação florestal ou cerrado, também auxilia na redução da energia empreendida pela água, não permitindo a formação de grandes enxurradas, diminuindo com isto os processos erosivos do solo. Essas áreas também possibilitam maior penetração da água das chuvas no solo, o que irá refletir na recarga dos aquíferos da bacia hidrográfica.

2.2.4. Terço superior do morro

De acordo com a Legislação Ambiental vigente, as áreas relativas ao terço superior do morro devem estar com vegetação nativa. No caso de terem sido desmatadas, deve ser feita a recomposição da vegetação. Do ponto de vista ecológico, essas áreas, quando mantidas com vegetação nativa, além de manter a biodiversidade local e o fluxo gênico são também responsáveis pela conservação do solo, impedindo deslizamentos de grandes impactos e atenuando as enxurradas, favorecendo maior penetração de água no solo.

2.2.5. Outras categorias de APP

Além das categorias de área de preservação permanentes descritas, o Código Florestal contempla ainda como de preservação permanente as seguintes áreas: os terrenos com declividade superior a 100%, as áreas localizadas em altitudes superiores a 1.800 m, as veredas, as dunas, os manguezais, as restingas e ainda aquelas que possuem igual valor e função ecológica relacionados à estabilidade do solo, preservação de espécies, corredores ecológicos e à sustentabilidade ambiental da bacia hidrográfica.

2.3. Delimitação de APPs e Identificação dos Conflitos de Uso da Terra

O Projeto SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) faz parte de um programa de pesquisa de longo prazo para examinar a superfície terrestre, os oceanos, a atmosfera, o gelo e a vida como um sistema integrado. Os dados SRTM, coletados no período de 11 a 22/02/2000, são o resultado de uma missão espacial conjunta da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), NIMA (*National Imagery and Mapping Agency*), DLR (*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt*) e ASI (*Agencia Spaziale Italiana*), com o objetivo de gerar um modelo digital de elevação (MDE) da Terra, usando a interferometria por radar. O desenvolvimento de um modelo digital de elevação global a partir dos dados SRTM é um marco na história da cartografia e representa a primeira fonte de dados de levantamento topográfico produzida para o nosso Planeta, adotando-se a mesma metodologia e mantendo-se o mesmo padrão de acurácia vertical (exatidão relativa inferior a 10 m) ao longo de toda a missão (NASA, 2006). O processamento dos dados SRTM iniciou-se pelo continente americano, e os respectivos MDEs já estão disponíveis na internet³. Apesar de esses dados possuírem uma resolução geométrica original de 30 m, os modelos digitais de elevação processados no supercomputador do *Jet Propulsion Laboratory* (JPL/NASA) para regiões fora dos Estados Unidos estão sendo disponibilizados com uma resolução de 90 m. Ainda assim, esses MDEs representam uma alternativa promissora para solucionar a escassez de informações detalhadas e consistentes de altimetria para o território brasileiro.

Vários trabalhos têm sido conduzidos, envolvendo a delimitação de bacias hidrográficas e, mais recentemente, de suas áreas de preservação permanente. A maioria dos sistemas de informações geográficas (SIG) hoje disponíveis no mercado traz ferramentas que possibilitam executar automaticamente essas tarefas com rapidez e confiabilidade. Dentre os trabalhos realizados, pode-se citar o de Costa *et al.* (1996), que realizaram um estudo com o objetivo de delimitar e caracterizar áreas de preservação permanente de uma região de 185,31 ha, localizada no noroeste do município de Viçosa-MG. Eles identificaram quatro categorias de APPs e elaboraram um

³ Disponível em: <ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov>.

diagnóstico quali-quantitativo do uso da terra. Os resultados indicaram que 50,54% das áreas de preservação permanente encontravam-se sob uso indevido, ocupados por pastagens e culturas agrícolas. A maior parte dessas áreas concentrava-se às margens dos cursos d'água e ao redor de nascentes, totalizando 72,59% de uso indevido para essas duas classes de APP.

Soares *et al.* (2002) estudaram, ao longo de um período de 30 anos, a evolução do conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente, em três épocas distintas, em uma microbacia de 207 ha, localizada no município de Viçosa-MG. Para composição da base de dados, eles utilizaram mapas de uso da terra, de relevo e de hidrografia, obtidos de restituição de fotografias aéreas, tomadas em 1963, 1978 e 1994. As classes de uso da terra compreenderam pastagem, cafezal, cultura anual (milho, feijão, arroz), capineira, eucaliptal, pomar, área em regeneração (capoeira) e floresta, dentre outras. Os resultados indicaram que 39,02% da área da microbacia deveriam ser área de preservação permanente. Análises do uso da terra para 1963, 1978 e 1994 indicaram, respectivamente, que 14,78, 21,12 e 24,56% encontravam-se com uso indevido nessas três ocasiões. A principal conclusão foi o aumento significativo na área ocupada com uso indevido do solo, ao longo do tempo, a despeito da existência de legislações ambientais.

Ribeiro *et al.* (2002) realizaram um trabalho para delimitação automática de áreas de preservação permanente em topos de morro e ao longo das linhas de cumeada da bacia do Córrego do Paraíso, com área de 212 ha, situada no município de Viçosa-MG. A base de dados utilizada (curvas de nível com equidistância vertical de 10 m e rede hidrográfica) foi produzida por restituição manual de fotografias aéreas na escala de 1:10.000, posteriormente convertida para o formato digital. Os resultados indicaram que o terço superior das encostas, desconsideradas as definições de morro, montanha e linha de cumeada constantes da Resolução nº 303 do CONAMA, ocupava uma área de 75 ha, representando aproximadamente 35% da área da bacia. Atendendo às especificações técnicas da legislação, as áreas de preservação permanente situadas ao longo das linhas de cumeada e, portanto, associadas ao terço superior das encostas reduziram-se para cerca de 26% da superfície da bacia, levando ainda à fragmentação desses importantes corredores naturais.

Com o objetivo de gerar mapas de uso da terra e das áreas de preservação permanente, Silveira *et al.* (2005) realizaram um trabalho no município de Bocaina de Minas, região sul do Estado de Minas Gerais. A geração do mapa de uso da terra foi feita a partir de uma imagem ETM+ LANDSAT, e a delimitação das áreas de preservação permanente foi com base na Lei Federal nº 4.771, de 1965, e nas Resoluções CONAMA nº 4, de 1985, e nº 303, de 2002. Os resultados mostraram que o município apresentava 129,33 km² de área de preservação permanente, correspondente a 25,95% da área total do município. Constataram também que 53,77% das áreas de preservação permanente estão com uso inadequado, indicando que menos da metade (46,23%) dessas áreas encontra-se protegida.

Montebelo *et al.* (2005) realizaram um trabalho com o objetivo de analisar o uso e a cobertura do solo existente nas áreas de preservação permanente e os riscos de erosão na bacia hidrográfica do ribeirão dos Martins, afluente do rio Piracicaba-SP, com área de 58,44 km². Para elaboração do mapa de cobertura do solo, foram utilizadas fotografias aéreas de 1995, na escala de 1:25.000. As áreas de preservação permanente foram determinadas de acordo com Resolução do CONAMA nº 303/02. A bacia hidrográfica em questão foi subdividida em três sub-bacias (inicial, central e final). Os resultados apontaram que as áreas de preservação permanente representam apenas 20% do total da área, e que, deste, 95% correspondeu à APP da rede de drenagem (mata ciliar). As classes de uso predominantes nas APPs foram pastagens, cana-de-açúcar, florestas nativas e florestas plantadas. Nas áreas de cabeceira (sub-bacia inicial), a ocupação e o uso da terra ficaram assim discriminados: 60% de pastagem; 16,5% de cana-de-açúcar; 21,8% de florestas nativas e plantadas; 0,2% de urbanização; e outros 1,5% de usos. Na área da sub-bacia central as classes de ocupação e uso dos solos identificados foram: 48,7% de pastagem; 11,2% de cana-de-açúcar; 34,2% de florestas nativas e plantadas; 0,9% de urbanização; e 5% de outros usos. No trecho final da bacia, as categorias de uso da terra ocuparam as seguintes áreas: 34,2% de pastagem; 16,4% de cana-de-açúcar; 43,2% de florestas nativas e plantadas; 2,7% de urbanização; e 3,5% de outros usos.

Nascimento *et al.* (2005) realizaram um trabalho com o objetivo de:
1) elaborar um mapa de uso da terra com base nas imagens do satélite

IKONOS II; 2) delimitar, de maneira automática, as áreas de preservação permanente; e 3) identificar a ocorrência de conflito de uso, tendo como referência o Código Florestal Brasileiro e a Resolução nº 303/02 do CONAMA. A bacia hidrográfica estudada foi a do rio Alegre, situada no Estado do Espírito Santo, com uma área de 208,2 km². Foram mapeadas 12 classes de uso da terra e delimitadas as áreas de preservação permanente. Os resultados mostraram que as categorias de APPs ocupavam 9.566,9 ha (45,95%), de um total de 20.819,8 ha da área da bacia. As diversas categorias de APPs ocuparam as seguintes áreas: terço superior dos morros (49,7 ha); encostas com declividade superior a 45 graus (27,5 ha); nascentes e suas respectivas áreas de contribuição (1.975,6 ha); margens dos cursos d'água com largura inferior a 10 m (2.818,3 ha); e terço superior das sub-bacias (4.695,8 ha). A área de uso indevido correspondeu a 7.499,7 ha (43,80%), sendo as classes cafezal (979,6 ha) e pastagem (6.179,8 ha) as principais ocorrências nessas áreas. Apenas 1.780,7 ha (18,61%) das áreas de preservação permanente encontravam-se protegidos por vegetação nativa na referida área de estudo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A caracterização da área de estudo, incluindo a localização geográfica e as características físicas, é a mesma descrita no Capítulo 1 e segue as descrições pertinentes a este capítulo.

3.1. Base de Dados, Equipamentos e *Software* Utilizados

Para realização desse estudo foram utilizados os mapas de uso da terra correspondentes à área de estudo, gerados a partir da interpretação supervisionada das imagens digitais TM/LANDSAT, obtidas em agosto de 1984, julho de 1989, junho de 1994, agosto de 1999 e agosto de 2004. Os dados de altimetria usados na geração do MDEHC (modelo digital de elevação hidrograficamente consistente) foram obtidos da base de dados SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*). A hidrografia foi digitalizada a partir da imagem de satélite de 2004, usando-se o módulo ArcMap do *software* ArcGIS versão 9.0 (ESRI, 2004). O processamento empregou um computador com um sistema operacional: Windows 2000 *professional*, processador: Xeon de 1GHZ, disco rígido: scsi de 1GB (dois discos rígidos), placa de vídeo: *Matrox Millenium G400* e placa de rede: Ethernet de 100Mbps.

3.2. Delimitação das Áreas de Preservação Permanente com Base na Resolução nº 303/02, do CONAMA

A delimitação das áreas de preservação permanente foi efetuada segundo a metodologia desenvolvida por Ribeiro *et al.* (2002). Identificaram-se, conforme itens dos artigos 2º e 3º da Resolução nº 303/02 do CONAMA (Anexo 3) e da Lei Estadual complementar nº 038, 21/11/1995 – Código Estadual do Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso Seção III (Anexo 4), as seguintes categorias de APP: faixa marginal ao longo do curso d'água ou “mata ciliar” (APP-1); nascente e sua área de contribuição (APP-2); terço superior da bacia, ao longo dos divisores de água (APP-3); terço superior do morro (APP-4); e encostas com declividade superior a 45 graus (APP-5).

3.2.1. Desenvolvimento do modelo digital de elevação hidrograficamente consistente (MDEHC)

Os dados de elevação do terreno usados na geração do respectivo MDEHC foram extraídos da versão mais recente da base de dados digitais SRTM, versão 2, também denominada de “versão acabada” (*finished version*), disponibilizada pela NASA em outubro de 2005. A base com resolução de 30 m (1 arco-segundo), disponível para os Estados Unidos, é às vezes chamada de SRTM1, enquanto a base de dados com resolução de 90 m (3 arco-segundos) é chamada de SRTM3, estando organizadas em blocos de 1º longitude x 1º latitude. Cada bloco se superpõe aos seus vizinhos exatamente ao longo de uma coluna ou de uma linha. O valor de cada célula da base de SRTM3 representa a média dos valores das respectivas nove células da base de dados SRTM1 (NASA, 2006), estando expresso em metros (valores inteiros).

Para garantir que os divisores de água da bacia hidrográfica do rio Sepotuba estivessem corretamente representados no MDEHC a ser criado, definiu-se uma margem de 10 km em torno da sua malha hidrográfica vetorial. Esse limite foi então usado para selecionar o conjunto de dados SRTM. Tendo em vista a resolução geométrica de 30 m das imagens TM/LANDSAT e a resolução original de 30 m da base de dados SRTM1, da qual se originou a base de dados SRTM3, decidiu-se criar o MDEHC também com a resolução de

30 m. Para tanto, a grade de células SRTM foi convertida para um conjunto de pontos localizados exatamente no centro de cada célula, portanto espaçados de 90 m nas direções X e Y e contendo os respectivos valores de elevação na respectiva tabela de atributos.

A geração de um modelo digital de elevação hidrograficamente consistente usa a malha hidrográfica durante o processo de interpolação dos dados de altimetria para melhorar a definição do relevo ao longo das calhas dos rios. Para tanto, a conectividade de todos os arcos da hidrografia e a sua orientação no sentido do escoamento foram observadas. A criação do MDEHC foi feita com o uso do interpolador *Topo_To_Raster* disponível na extensão *Spatial Analyst* do ArcGIS 9.0, estipulando-se o valor de 30 m para a sua resolução geométrica. Em seguida, efetuou-se o refinamento do modelo segundo a metodologia de Ribeiro *et al.* (2005). A delimitação da área de drenagem da bacia hidrográfica do rio Sepotuba foi feita com o comando *Watershed*, que requer como dados de entrada a grade de direções de escoamento e o ponto associado à foz da bacia. O limite da bacia, assim obtido, foi então usado para recortar os dados originais.

3.2.2. Delimitação das áreas de preservação permanente ao redor das nascentes e ao longo dos cursos d'água

As diversas categorias de áreas de preservação permanente foram individualmente delimitadas. Utilizaram-se as bases de dados correspondentes ao MDEHC e à rede hidrográfica orientada no sentido da foz. Os pontos relacionados às nascentes foram extraídos a partir da hidrografia vetorial. A delimitação ao longo dos cursos d'água, da mata ciliar (APP-1) e a das nascentes e suas áreas de contribuição (APP-2) foi executada conforme Lei Estadual complementar nº 038, de 21/11/1995, do Código Estadual do Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso, Seção III, Art. 58 Alíneas:

a) ao longo de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto, em faixa marginal, cuja largura mínima seja:

- 1) 50 m para cursos d'água de até 50 m;
- 2) 100 m para cursos d'água que tenham de 50 m até 200 m; e

c) nas nascentes, ainda que intermitentes, nos chamados olhos d'água, qualquer que seja sua situação topográfica, nas veredas e nas cachoeiras ou quedas d'água, em cursos d'água, num raio mínimo de 100 m.

Para cursos d'água com largura de até 10 m, a categoria APP-1 foi delimitada com faixas de 50 m, para ambas as margens; e para as demais classes de largura, seguiu-se a Resolução nº 303 do CONAMA. A APP-2 foi obtida ao delimitar um círculo com um raio de 100 m em torno das nascentes, superpondo-o às respectivas áreas de contribuição.

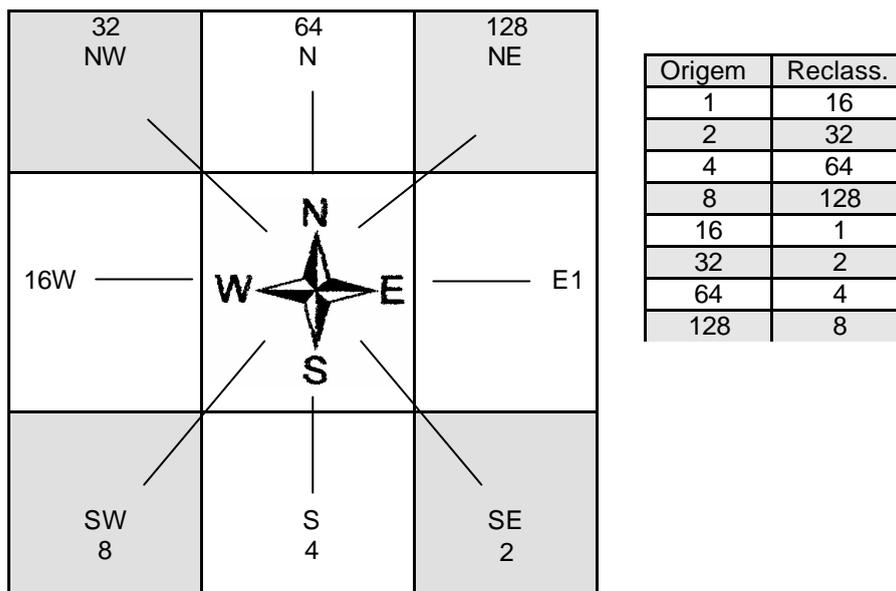
3.2.3. Delimitação das áreas de preservação permanente em topos de morro

A identificação de morros e montanhas foi feita ao inverter o modelo digital de elevação, sendo os seus topos identificados como depressões. Para cada depressão identificou-se a respectiva bacia de contribuição, cujo contorno representava a base do morro ou montanha. Após isolar cada morro e montanha que satisfazia os critérios mencionados, identificaram-se os valores máximo e mínimo de elevação, delimitando-se então o respectivo terço superior.

A Figura 1 apresenta os valores e direções consideradas nos procedimentos para realizar a inversão do escoamento do MDEHC por meio da reclassificação dos valores.

3.2.4. Delimitação das áreas de preservação permanente ao longo das linhas de cumeada

Conforme mostram Ribeiro *et al.* (2005), a determinação das APPs nas linhas de cumeada (divisores de água) tem por base a bacia contribuinte de cada segmento da hidrografia. Entende-se por segmento o trecho da hidrografia compreendido entre uma nascente e uma confluência, entre duas confluências sucessivas ou, ainda, entre uma confluência e a foz da malha hidrográfica. Para mapear o terço superior de uma encosta, é preciso saber, para cada célula do seu relevo, qual é a altitude da célula do divisor de água que lhe é mais próxima e também qual é a altitude da célula da hidrografia que



Fonte: Nascimento *et al.* (2005).

Figura 1 – Reclassificação dos valores da direção de escoamento.

lhe é mais próxima. Em seguida, de posse dos valores de elevação, determina-se se uma dada célula pertence ou não ao terço superior de uma encosta. Uma exigência para que se produzam os resultados corretos é que o trajeto do escoamento superficial originado na célula localizada no divisor de água passe pela célula em questão e termine na célula da hidrografia (RIBEIRO *et al.*, 2005). A sinuosidade dos trajetos torna praticamente impossível mapear manualmente essa categoria de APP.

3.3. Análises de Conflito de Uso da Terra nas Áreas de Preservação Permanente

O mapeamento e a quantificação dos conflitos de uso da terra em áreas de preservação permanente foram realizados usando-se álgebra de mapas. Os procedimentos foram executados no ambiente *Raster Calculator* do módulo *Spatial Analyst* do ArcGIS. A conversão dos valores das áreas das APPs, bem como das regiões de conflito, expressos inicialmente em número de células para unidades de superfície (m² e ha), foi feita com base na área de cada célula (900 m²).

3.4. Delimitação das Áreas de Preservação Permanente e Conflito de Uso das Terras da Sub-Bacia do Rio Queima Pé (Um Estudo de Caso)

A delimitação da área de drenagem do rio Queima Pé, uma sub-bacia da região de estudo, foi feita com o comando *Watershed*, após criar-se um *grid* contendo a célula associada à sua foz. O limite assim obtido dessa sub-bacia foi então usado para recortar os dados da base anteriormente criada para o rio Sepotuba.

A análise de conflito de uso da terra nas APPs da sub-bacia do rio Queima Pé seguiu a metodologia descrita no item 3.4 do Capítulo 1.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Áreas de Preservação Permanente Delimitadas na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba-MT

A área total da bacia hidrográfica do rio Sepotuba é de 984.450,51 ha; destes, 296.809,7 ha (30,15%) são classificados como áreas de preservação permanente, tendo como referência legal a Resolução nº 303 do CONAMA e a Lei Estadual complementar nº 038, 21/11/1995, Código Estadual do Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso, Seção III.

O percentual de área de preservação permanente obtido para a bacia hidrográfica do rio Sepotuba está dentro da faixa dos percentuais das áreas de preservação permanente derivadas em outros estudos. Costa *et al.* (1996), em estudo realizado em uma área drenada pelo rio Turvo e pelo córrego Poca, no município de Viçosa-MG, determinaram que a área de preservação permanente representava 34,93% do total da área. Resultado similar foi também obtido por Silveira *et al.* (2005), em estudo conduzido no município de Bocaina-MG, indicando que 25,95% da área do município é de preservação permanente. Já Nascimento *et al.* (2005), mapeando as APPs da bacia hidrográfica do rio Alegre-ES, concluíram que 45,95% da área da bacia deveria ser área de preservação permanente. Esses valores, consideravelmente acima daqueles encontrados pelos outros autores, devem-se principalmente ao relevo montanhoso da região estudada.

A Tabela 1 apresenta as áreas de cada uma das categorias de APPs e o percentual dessas áreas em relação à área de preservação permanente total da bacia hidrográfica do rio Sepotuba.

Tabela 1 – Área das categorias de APPs da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT

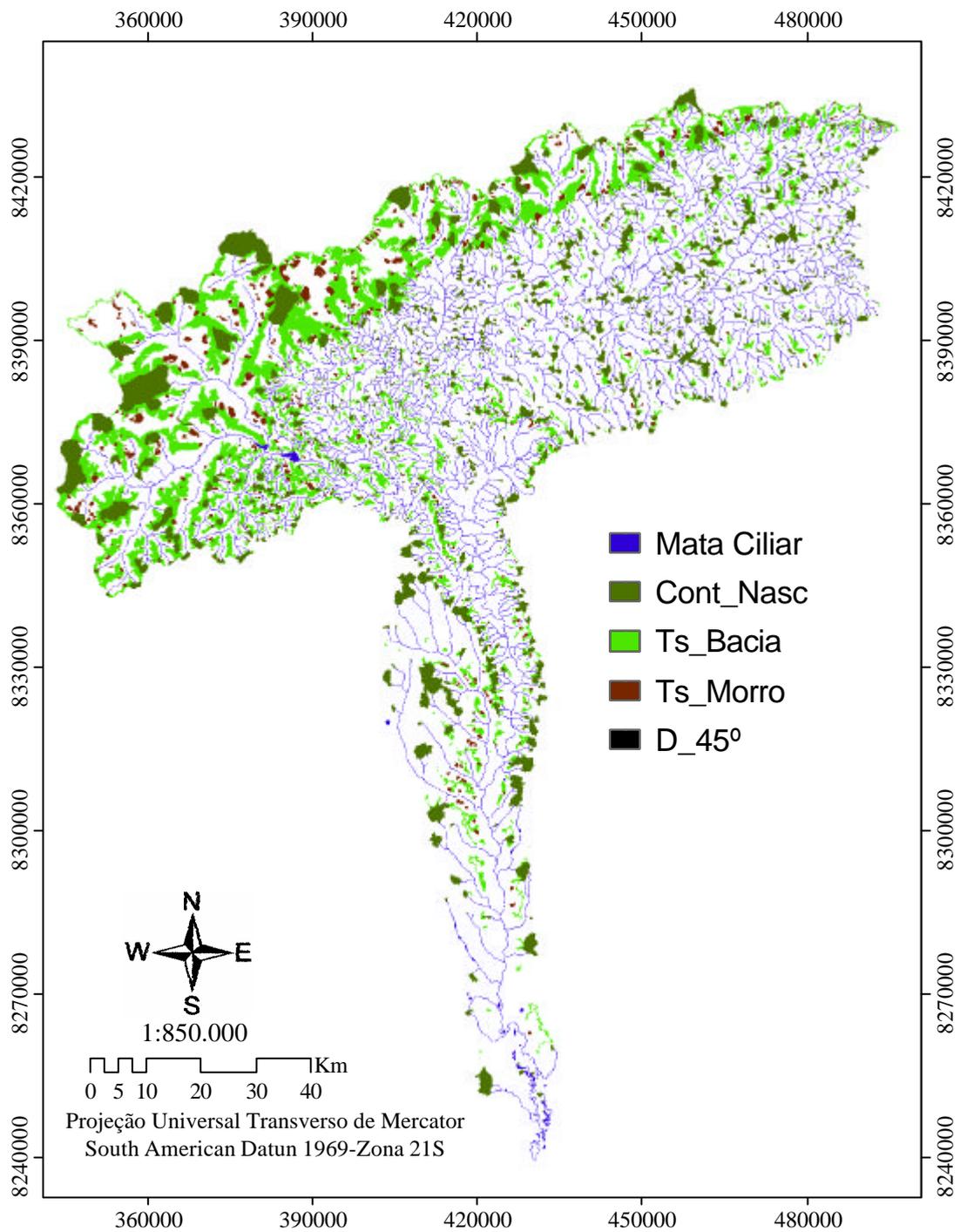
Categorias de APPs	Área Total da APP (ha)	%
Mata Ciliar	55.166	18,60
Nascente e sua Área Contribuição	96.100	32,38
Terço Superior da Bacia	146.369	49,32
Terço Superior do Morro	20.616	6,95
Declividade Superior a 45°	0,36	0,00012
Total	318.253	

Para a bacia do rio Sepotuba, a área da categoria de APP “declividade superior a 45°” foi muito pequena em relação às demais, indicando que a topografia dessa área não requer cuidados específicos com a preservação de áreas íngremes.

Os dados apresentados na Tabela 1 indicam que há sobreposição de APPs de diferentes categorias, da ordem de 21.518 ha. Essa sobreposição acontece, de forma natural, principalmente entre as categorias de APPs terço superior da bacia, nascente e mata ciliar. Estas sobreposições, no campo, resultam em corredores ecológicos. A Figura 2 mostra a área ocupada pelas categorias de APPs na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT.

A Tabela 2 apresenta as áreas ocupadas pelas classes de uso e ocupação da terra em todas as categorias de área de preservação permanente para o período avaliado (1984-2004), enquanto a Figura 3 mostra a área ocupada pelas classes de uso da terra em 2004.

A classe Floresta Nativa teve uma redução de 32.403 ha (31,56%). Esta classe ocupava uma área de 102.657 ha em 1984 e passou a ocupar uma área de 70.253 ha em 2004, mostrando que apesar de o Brasil possuir leis que proíbem a retirada da vegetação nativa nessas áreas (Lei 4.771 e Resolução do CONAMA 303), estas não estão sendo cumpridas e nem os órgãos de poder de fiscalização estão fazendo a correta fiscalização e, ou, autuação dos infratores.



Mata Ciliar, Cont_Nasc = nascente e sua área de contribuição; Ts_Bacia = terço superior da bacia, Ts_Morro = terço superior do morro; e D_45° = declividade superior a 45°.

Figura 2 – Mapa das áreas ocupadas pelas categorias de APPs na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT.

Tabela 2 – Área ocupada pelas classes de uso da terra (ha e %) nas áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, no período de 1984 a 2004, com intervalos de cinco anos

Anos	Área Ocupada pelas Classes de Uso da Terra por Ano Avaliado				
	Floresta Nativa	Cerrado	Campo Sujo	Agropastoril	Água
1984	102.657 34,6%	70.020 23,59%	16.494 5,55%	104.564 35,23%	3.074 1%
1989	82.658 27,84%	98.509 33,2%	33.666 11,34%	78.924 26,59%	3.052 1%
1994	97.728 32,93%	72.918 33,2%	33.089 11,34%	90.544 30,5%	2.529 0,85%
1999	72.134 24,3%	73.288 24,69%	50.137 16,89%	96.535 32,53%	4.715 32,53%
2004	70.253 23,67%	87.829 29,59%	49.055 16,53%	86.161 29,03%	3.510 1,18%

Houve ampliação de 17.809 ha (25,43%) na área ocupada pela classe Cerrado, no período avaliado. A área dessa classe passou de 70.020 ha em 1984 para 87.829 ha em 2004.

A classe Campo Sujo foi a que apresentou maior ampliação de sua presença nas áreas de preservação permanente. Em 1984 ela ocupava uma área de 16.494 ha e em 2004 passou a ocupar 49.055 ha, ou seja, um aumento de 297,41%.

Dentre as cinco classes estabelecidas para classificação das imagens de satélite, a Agropastoril é a que representa o real conflito de uso da terra nas áreas de preservação permanente. No período avaliado, esta classe apresentou redução de 17,60% (18.402 ha) na área ocupada por ela nas categorias de APPs, passando de 104.564 ha em 1984 para 86.161 ha em 2004. Esses dados mostram que a área de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Sepotuba é da ordem de 29% do total de área de preservação permanente. Por se tratar de áreas que deveriam estar protegidas, esse valor é alto e caracteriza o não-cumprimento da legislação ambiental vigente no País e em Mato Grosso. Mostra também como é frágil e precária a estrutura dos órgãos fiscalizadores no Estado.

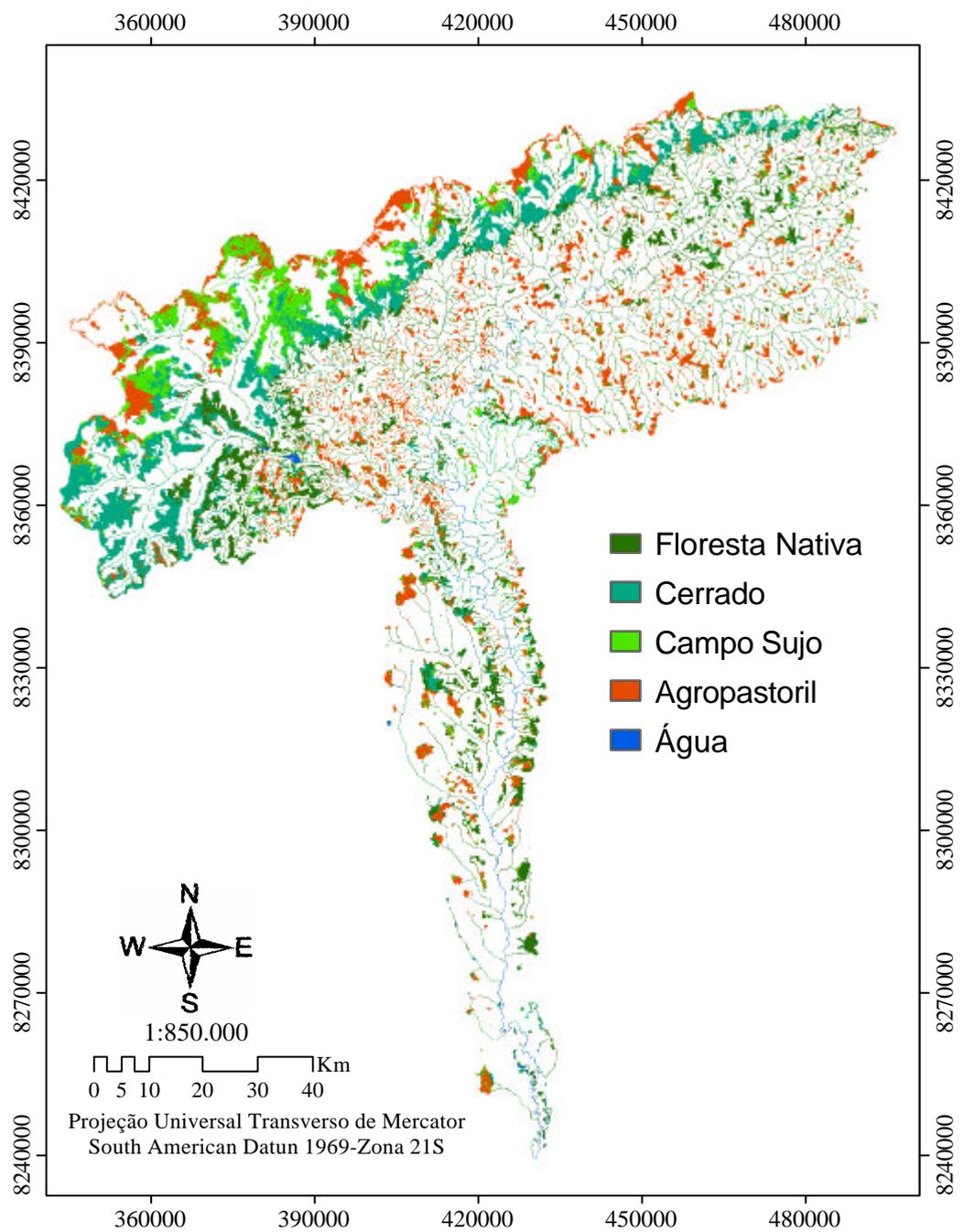


Figura 3 – Classes de uso da terra nas áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, de acordo com a imagem temática gerada para 2004.

O aumento na área ocupada pela classe Água foi de 435 ha (14,16%), e está relacionado a dois fatores: um, ao aumento de represas ao longo dos cursos d'água, e outro, aos erros na classificação automática das imagens digitais.

4.2. Dinâmica do Uso da Terra em Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba, no Período de 1984 a 2004, com Intervalos de Cinco Anos

As tabelas e as figuras a seguir mostram a dinâmica das mudanças das classes de uso da terra para as seguintes categorias de APPs: Mata Ciliar, Nascente e sua área de contribuição, Terço Superior da Bacia (divisor de água) e Terço superior do morro, no período de 1984 a 2004, com intervalos de cinco anos.

4.2.1. Dinâmica das mudanças na classe de Floresta Nativa

As análises dos dados constantes na Tabela 3 mostram que a supressão da classe Floresta Nativa foi maior nas categorias de APPs: Nascente e sua área de contribuição, Divisor de Água e Terço Superior do Morro.

Tabela 3 – Área ocupada pela classe floresta nativa nas categorias de APPs, no período de 1984 a 2004

Categorias de APPs	Área Total da APP (ha)	Área Ocupada pela Classe Floresta Nativa				
		1984	1989	1994	1999	2004
Mata ciliar	55.167	26.261	24.758	21.088	17.839	24.178
Nascente e sua área de contribuição	96.100	30.652	23.625	26.449	18.203	16.389
Terço superior da bacia	146.369	43.974	32.307	48.594	34.854	27.964
Terço superior do morro	20.616	5.348	4351	6.190	4.207	3.784

Na APP Mata Ciliar houve supressão progressiva da classe Floresta Nativa entre 1984 e 1999, ocupando áreas de 26.261 ha (47,6%) e 17.839 ha (32,34%), respectivamente. No entanto, apresentou regeneração no período seguinte, ocupando 43,28% (24.178 ha) da área dessa categoria em 2004. No total, a supressão da Floresta Nativa nessa categoria foi de 7,93%.

Em 1984, a categoria de APP Nascente e sua área de contribuição contava com 30.652 ha (31,89%) de sua área coberta por Floresta Nativa. Ao longo de todo o período avaliado, a área ocupada por essa classe foi sendo reduzida, e em 2004 apenas 17,05% ainda permanecia com a cobertura de Floresta Nativa. No total, foram suprimidos 14.263 ha (46,53%) da área de floresta nessa categoria de APP. As implicações ambientais dessa supressão já são sentidas pela população residente na área, uma vez que todos os entrevistados relataram observar diminuição do fluxo de água no período da seca, e, mais recentemente, no período das chuvas também. Esses fatos permitem sugerir que o aquífero das sub-bacias estudadas não está sendo recarregado. Como afirma Valente (2005), a diminuição de nascentes significa também reduzir o número de cursos d'água e, conseqüentemente, reduzir a vazão total da bacia ou sua produção de água.

A categoria de APP Terço Superior da Bacia em 1984 apresentava uma área de 43.974 ha (30,04%) de sua área coberta por Floresta Nativa. Em 2004, a área ocupada por esta classe foi de 27.964 ha (19,1%), com uma supressão de 16.010 ha. Como afirmado anteriormente, do ponto de vista ecológico, a proteção dos divisores de água auxilia na preservação de espécies animais e vegetais e torna-se importante corredor ecológico; a supressão de vegetação nessas áreas caracteriza não só o descumprimento de uma lei, mas, acima de tudo, o desrespeito para com todos os seres vivos.

A área de Floresta Nativa suprimida na categoria de APP Terço Superior do Morro foi de 1.564 ha (29,24% da área da categoria), para o período avaliado.

4.2.2. Dinâmica das mudanças na classe Cerrado

A área ocupada pela classe Cerrado apresentou grande variabilidade, tendo a sua participação em todas as categorias de APPs ora aumentado ora

diminuído durante o período avaliado. Essa dinâmica de aumento e redução pode estar relacionada a fatores climáticos e relações ecológicas vegetação/ambiente, discutidas no primeiro capítulo. Pode também indicar o abandono de áreas cultivadas, seguido de regeneração natural gradativa, combinado com o desmatamento de outras áreas para formação de novas lavouras. No entanto, comparando-se os valores de 1984 aos de 2004, a classe Cerrado apresentou aumento em todas as categorias de APPs, como se pode observar na Tabela 4.

Tabela 4 – Área ocupada pela classe Cerrado nas categorias de APPs, no período de 1984 a 2004

Categorias de APPs	Área Total da APP (ha)	Área Ocupada pela Classe Cerrado				
		1984	1989	1994	1999	2004
Mata ciliar	55.167	11.686	16.291	13.267	16.006	13.974
Nascente e sua área contribuição	96.100	18.711	25.468	17.907	18.643	20.990
Terço superior da bacia	146.369	41.306	58.065	42.820	39.552	54.588
Terço superior do morro	20.616	5.857	7.721	6.273	5.746	7.004

O aumento mais expressivo da classe Cerrado ocorreu na categoria de APP Terço Superior da Bacia. Em 1984, essa classe ocupava uma área de 41.306 ha, passando a ocupar 54.588 ha (37,29% da área da categoria) em 2004, o que implica aumento de 13.282 ha. Na categoria de APP Mata Ciliar, o aumento da classe Cerrado foi de 2.288 ha, levando essa classe a ocupar 13.974 ha (25,33% da área desta categoria) em 2004. A categoria Nascente e sua área de contribuição registrou aumento na classe Cerrado da ordem de 2.278 ha, fazendo com que essa classe ocupasse 20.990 ha em 2004 (21,84% da área da categoria). Foi registrado aumento de 1.146 ha na categoria de APP Terço Superior do Morro para a classe durante o período avaliado. Com este aumento, a classe Cerrado passou a ocupar 7.004 ha (33,97% da área da categoria).

4.2.3. Dinâmica das mudanças na classe Campo Sujo

As análises da Tabela 5 mostram que a classe Campo Sujo apresentou aumento na área ocupada em todas as categorias de APPs, para o período avaliado. Na área da APP Mata ciliar o aumento foi de 1.933 ha em relação a 1984, ocupando 5.811 ha em 2004, equivalendo a 10,53% da área da categoria. O aumento da área ocupada por essa classe na APP Nascente e sua área de contribuição foi de 182%, passando de 6.086 ha em 1984 para 17.170 ha em 2004. Na categoria Terço Superior da Bacia o aumento foi da ordem de 271,29%. Em 1984 a área ocupada por Campo Sujo dentro da categoria representava 7.110 ha (4,85%) da área, enquanto em 2004 foi de 26.401 ha (18,03%). O aumento mais substancial dessa classe ocorreu na categoria Terço Superior do Morro, sendo de 424,49%. Em 1984 ela representava uma cobertura de apenas 4,5% (928 ha) e passou para 23,62% (4.869 ha), em 2004.

Tabela 5 – Área ocupada pela classe Campo Sujo nas categorias de APPs, no período de 1984 a 2004

Categorias de APP	Área Total da APP (ha)	Área Ocupada pela Classe Campo Sujo				
		1984	1989	1994	1999	2004
Mata ciliar	55.167	3.878	2.335	3.481	3.412	5.811
Nascente e sua área contribuição	96.100	6.086	13.680	12.018	14.688	17.170
Terço superior da bacia	146.369	7.110	18.118	18.695	33.108	26.401
Terço superior do morro	20.616	928	3.288	3.016	4.674	4.869

4.2.4. Dinâmica das mudanças na classe Agropastoril

Os resultados obtidos neste estudo apontam que, durante o período avaliado, houve redução do uso antrópico em área de preservação permanente

na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, conforme observado na Tabela 6. No entanto, a área já impactada era grande e, de acordo com a legislação ambiental vigente, isto não deveria estar ocorrendo.

Tabela 6 – Área ocupada pela classe Agropastoril nas categorias de APPs, no período de 1984 a 2004

Categorias de APPs	Área Total da APP (ha)	Área Ocupada pela Classe Agropastoril				
		1984	1989	1994	1999	2004
Mata ciliar	55.167	10.817	8.915	15.799	15.245	7.930
Nascente e sua área contribuição	96.100	40.374	33.266	39.226	43.712	41.438
Terço superior da bacia	146.369	53.656	37.754	35.784	37.752	37.263
Terço superior do morro	20.616	8.430	5.243	5.009	5.490	4.944

A redução de uso indevido do solo dentro da categoria Mata Ciliar foi de 26,68%, para todo o período avaliado. No entanto, a área ocupada por essa classe, em 2004, representava 14,37% da área da categoria, ou seja, aproximadamente 7.930 ha.

Na categoria Nascente e sua área de contribuição, o aumento na área ocupada por esta classe foi de 1,64%. Apesar de o aparente aumento porcentual ser numericamente pequeno, a área ocupada por essa classe dentro da categoria corresponde a 43,12%, uma área considerável de 41.438 ha, que estava com uso indevido do solo apenas nessa categoria de APP, em 2004.

A redução na área ocupada pela classe Agropastoril na categoria de APP Terço Superior da Bacia foi de 30,55%. Ela passou de 36,66% (53.655 ha) em 1984 para 25,46% (37.263 ha) em 2004.

A maior redução foi observada na APP Terço Superior do Morro (41,34%). Em termos porcentuais e totais, a área ocupada por essa classe foi de 8.430 ha (40,89%) em 1984 e de 4.944 ha (23,98%) em 2004.

Os dados permitem concluir que o uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Sepotuba está claramente em conflito com o que preconiza a Legislação Ambiental Brasileira e a Legislação

Ambiental do Estado de Mato Grosso. A análise cronológica mostra que o uso dessas áreas por atividades agropastoris é antigo, encontrando-se instalado em todas as categorias de APPs.

A categoria Nascente e sua área de contribuição é a mais afetada, com 43,12% de sua área ocupada por atividades antrópicas. A função ecológica dessa área é fundamental para a manutenção da quantidade e da qualidade da água produzida, daí a necessidade de priorizar a erradicação dessa ocupação indevida e recuperar imediatamente as áreas afetadas.

Nas categorias de APPs Mata Ciliar, Divisor de Água e Terço Superior do Morro, houve redução da área ocupada pela classe Agropastoril, indicando uma possível recuperação das áreas degradadas. Mesmo assim, a ocupação indevida da terra nessas categorias de APPs ainda é consideravelmente alta.

O somatório da área com atividade antrópica dentro das categorias de APPs na bacia hidrográfica do rio Sepotuba é de 86.161 ha (29,03%) da área de APP para a referida bacia. Por se tratar de uma área protegida por lei, esta ocupação é criminosa e deve ser punida exemplarmente.

4.2.5. Dinâmica das mudanças na classe Água

Os resultados indicaram que a categoria que teve a maior área ocupada pela classe Água foi a Mata Ciliar. Em 1984 a área ocupada por essa classe foi de 2.522 ha (4,57%) e passou para 3.270 ha (5,92%) em 2004. Esse aumento de área ocupada pela classe Água na categoria Mata Ciliar pode estar relacionado ao surgimento das represas ao longo dos cursos d'água e também à construção das represas hidrelétricas JUBA I e JUBA II.

Houve redução da classe Água nas categorias de APPs Nascente e sua área de contribuição (59,12%), Terço Superior da Bacia (53,10%) e Terço Superior do Morro (74,12%). As áreas classificadas como Água nas categorias de APPs Terço Superior da Bacia e Terço Superior do Morro denotam claramente erros de classificação das imagens de satélites.

Tabela 7 – Área ocupada pela classe Água nas categorias de APP, no período de 1984 a 2004

Categorias de APPs	Área Total da APP (ha)	Área Ocupada pela Classe Água				
		1984	1989	1994	1999	2004
Mata ciliar	55.167	2.522	2.865	1.529	2.662	3.270
Nascente e sua área de contribuição	96.100	274	59	499	852	112
Terço superior da bacia	146.369	321	132	464	1.101	150
Terço superior do morro	20.616	51	12	126	497	13

4.3. Conflito de Uso da Terra nas Áreas de Preservação Permanente na Sub-Bacia do Rio Queima Pé, em 2004 (um estudo de caso)

A sub-bacia do rio Queima Pé possui uma superfície de 16.100,55 ha, devendo ser ressaltado que as APPs ocupam 3.025,8 ha (18,80%). Essa sub-bacia localiza-se em uma das áreas com maior atividade agropastoril, como pode ser observado nas Figuras 4 e 5.

O total de área identificada como Agropastoril dentro das áreas de APPs na sub-bacia do rio Queima Pé, de acordo com o mapa de uso da terra gerado para 2004, foi de 1.965,51 ha (65% da área de APP). A área ocupada pelas classes fisionômicas nas APPs pode ser visualizada na Figura 6 e os dados quantitativos estão representados na Tabela 8. As categorias de APP mais afetadas são: Nascente e sua área de contribuição, Terço Superior da Bacia e Terço Superior do Morro com 86,55, 85,77 e 86,97%, respectivamente, de sua área com uso indevido da terra.

Os dados apresentados mostram o quão grave é a situação ambiental da sub-bacia do rio Queima Pé. As conseqüências já sentidas pela população residente nessa área decorrem do racionamento de água no período de estiagem na região, uma vez que é no rio Queima Pé que é feita toda a captação de água que abastece a cidade de Tangará da Serra.

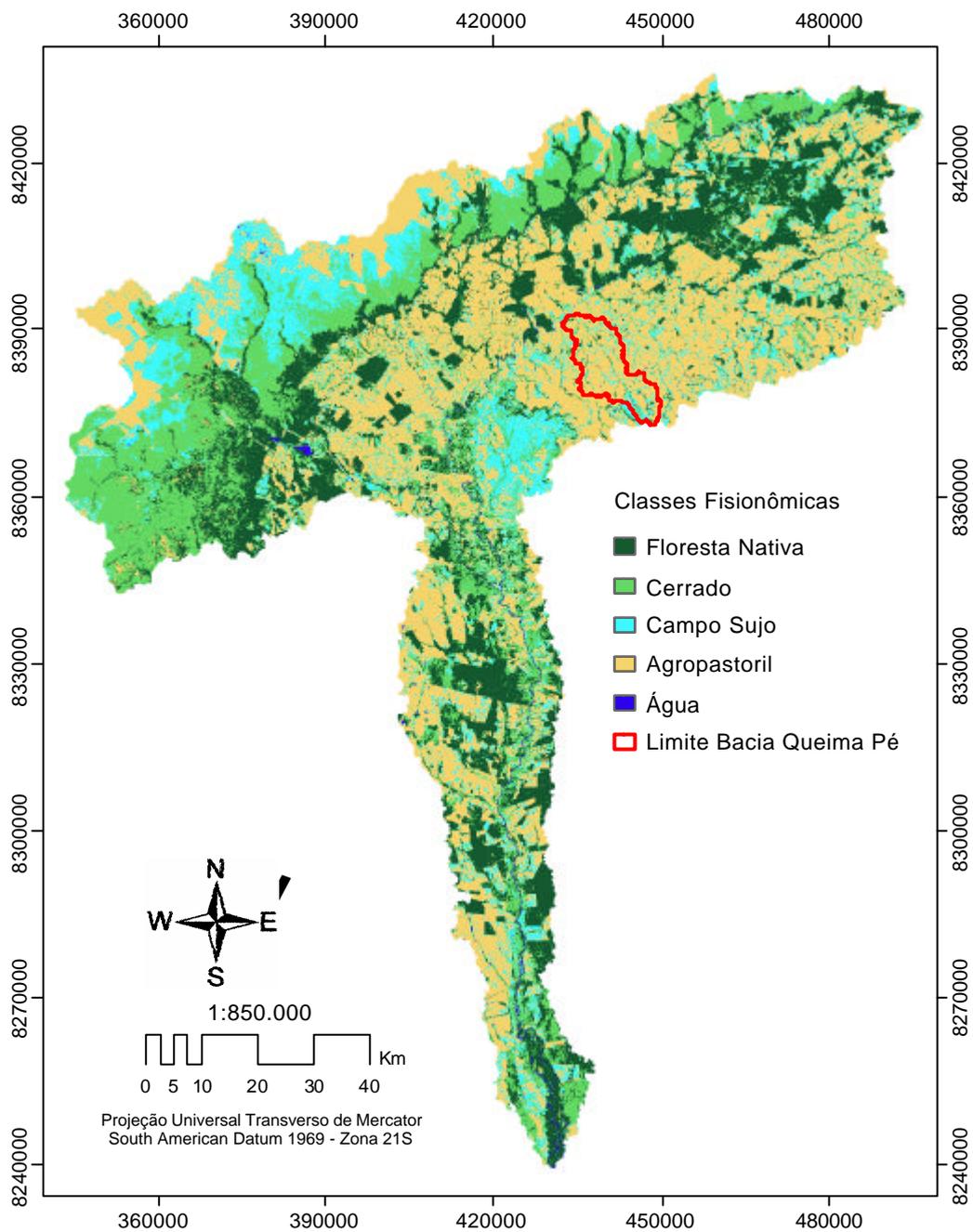


Figura 4 – Localização da sub-bacia do rio Queima Pé, na Bacia Hidrográfica do rio Sepotuba-MT (imagem temática gerada para 2004).

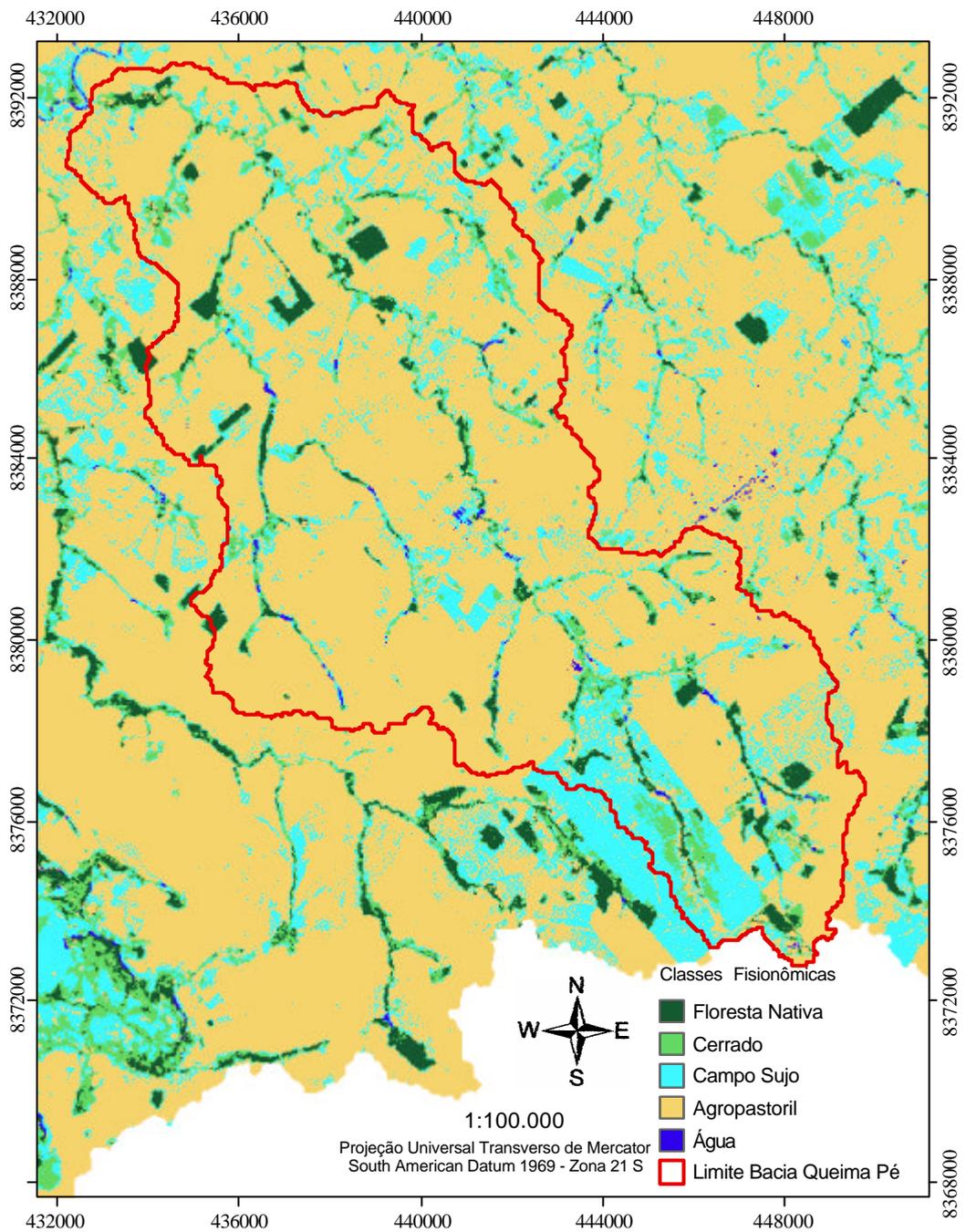


Figura 5 – Ampliação do mapa de localização da sub-bacia do rio Queima Pé, na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT (imagem temática gerada para 2004).

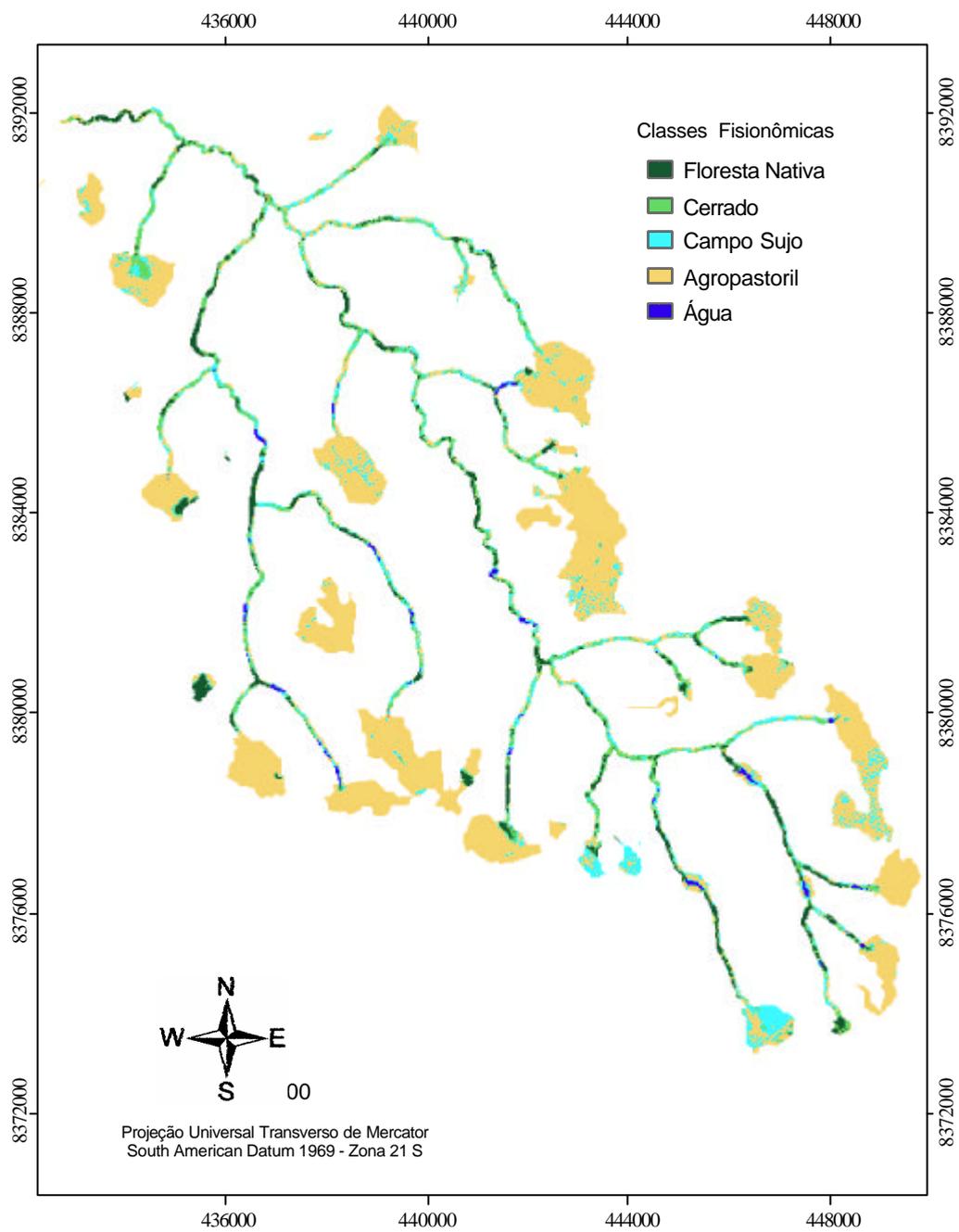


Figura 6 – Conflito de uso da terra nas áreas de preservação permanente na sub-bacia do rio Queima Pé, na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT.

Tabela 8 – Áreas em conflito de uso da terra nas categorias de APPs na sub-bacia do rio Queima Pé, em 2004

Categorias de APPs	Área Total da APP (ha)	Área com Uso Indevido (ha)	Uso Indevido da Terra (%)
Mata ciliar	929	215	23
Nascente e sua área de contribuição	1.489	1.288	86
Divisor de água	465	399	85
Terço superior do morro	76	66	86

Analisados os dados quantitativos e qualitativos, percebe-se que as áreas responsáveis pela recarga do lençol freático (Nascente e sua Área de Contribuição, Terço Superior da Bacia e Terço Superior do Morro) são as mais afetadas pelo uso antrópico. É previsível que a quantidade de água produzida pela sub-bacia diminua sensivelmente, principalmente em anos com regime de chuvas abaixo da média. A qualidade da água também é sensivelmente afetada, uma vez que na área localizam-se plantios de soja, cana-de-açúcar e pastagem destinada à criação de gado, estando também ali instalados vários criatórios de frango para abate (granjas).

Do ponto de vista de sustentabilidade ambiental, como se pode observar, a situação da sub-bacia do rio Queima Pé é bastante crítica. Embora essa sub-bacia tenha sido tomada como um estudo de caso, a análise da imagem temática gerada para 2004 mostra que outras sub-bacias encontram-se em igual estado de degradação dentro da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT. Esses dados permitem elaborar um diagnóstico da real situação ambiental da bacia hidrográfica e apontam problemas sérios na sustentabilidade ambiental da bacia hidrográfica.

É necessário que seja elaborado e implementado, urgentemente, um plano de manejo para recuperação das áreas de preservação permanente degradadas, sob a ameaça de se comprometerem irreversivelmente os serviços prestados pelo ambiente, o que acabará afetando a bacia hidrográfica do rio Sepotuba e, conseqüentemente, o Pantanal Mato-grossense.

O rio Sepotuba é um dos afluentes do rio Paraguai. No ponto de confluência desses dois rios, a vazão do rio Sepotuba equipara-se à do rio Paraguai. Assim, a degradação ambiental decorrente da exploração econômica

nas áreas de preservação permanente do rio Sepotuba representa séria ameaça aos ecossistemas dessa bacia hidrográfica e das áreas situadas a sua jusante, afetando todo o Alto Pantanal Mato-grossense.

4.4. Área de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba e Aptidão Agrícola dos Solos X Legislação Ambiental

A análise dos mapas de uso e aptidão agrícola das terras das áreas de preservação permanente indica que as áreas mais antropizadas e, por isto, com maior conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente são as áreas que também apresentam as melhores classes de solo para atividades agrícolas.

Os solos que permitiram a atividade agrícola inicial em razão, principalmente, de sua elevada fertilidade natural pertencem às seguintes unidades de mapeamento: LVEf com 49.750 ha (5%), PVAe1 com 88,14 ha (0,009%) e PVAe2 com 6.673 ha (0,68%) da área da bacia. Em consequência dessa elevada fertilidade e condições topográficas, esses solos permitem atividades agrícolas nos três extratos de manejo previstos na metodologia de Ramalho Filho (1978).

Os dados apresentados na Tabela 9 foram derivados da sobreposição do mapa de aptidão agrícola das terras e do mapa das áreas de preservação permanente, e mostram a área que cada subgrupo de aptidão agrícola ocupa na área da bacia e na área de preservação permanente.

Para a bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, constatou-se que 11.103 ha (1,1%) da área da bacia e (3,7%) das áreas de preservação permanente pertencem à classe de aptidão agrícola 1ABC. Teoricamente e de acordo com a aptidão agrícola, toda essa área é apta para aproveitamento com lavouras por agricultores, tanto com baixa disponibilidade de capital (nível de manejo A) como média e alta (níveis de manejo B e C, respectivamente). Entretanto, seguindo a legislação estabelecida pelo Código Florestal Brasileiro, Lei 4.771/65 e pela Resolução do CONAMA nº 303/02, 3,7% dessa área deve ser deixada como APP, o que revela que há necessidade real de compatibilização da metodologia de aptidão agrícola e aquela de determinação de APPs, já que a aptidão agrícola é também uma ferramenta de direcionamento de uso do solo dentro do contexto de sustentabilidade.

Tabela 9 – Área que cada nível de manejo correspondente às classes de aptidão agrícola, ocupa dentro das áreas de APPs, na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT

Níveis de Manejo	Área na Bacia (%)	Área (ha) nas APPs (%)
1ABC	56.512 (5,7%)	11.103 (3,7%)
1bC	75.898 (7,7%)	28.661 (9,6%)
2(b)c	44.361 (4,5%)	7.487 (2,5%)
4p	544.904 (56%)	115.113 (38,8%)
4(p)	248.033	129.192 (43,5%)
6	14,217	5.253 (1,8%)

O mapa de uso da terra gerado para 1984 (Figura 15, Capítulo 1) mostrou que essas áreas já estavam quase que completamente desmatadas, e o mapa das áreas de preservação permanente indicou que essas também são as áreas com maior conflito de uso da terra, ao longo de todo o período avaliado.

Nessas áreas, apesar das boas condições topográficas (relevo plano e suave-ondulado), devido ao uso intensivo sem as medidas necessárias para sua preservação e conservação, grande parte dos córregos e ribeirões já apresenta sérios processos de assoreamento e diminuição do fluxo de água no período de seca na região. Alguns córregos, que antes eram perenes, passaram a ser intermitentes. É provável que esta interrupção do fluxo de água no período de seca na região deve-se ao desmatamento das áreas de recarga e à falta de manejo adequado do solo na bacia contribuinte.

As análises dos mapas também mostraram que as áreas com pouca alteração nas classes de vegetação nativa situam-se exatamente nos solos mais frágeis da bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT, identificados como Neossolo Quartzarênico Órtico Distrófico, e provavelmente por isto as áreas de preservação permanente nesses locais ainda encontram-se protegidas.

Os resultados indicam que 244,305 ha das áreas de preservação permanente encontram-se sob áreas de aptidão agrícola indicada para pastagem plantada.

Os dados também revelam que 14.217 ha (1,4%) da área da bacia são indicados para preservação da flora e fauna. Desse total, 5.253 ha (1,8%)

encontram-se dentro das áreas de preservação permanente. Deste modo, cabe aqui também a adequação da legislação ambiental, prevendo que áreas com solos dessa natureza sejam consideradas como áreas de preservação permanente, como uma limitação ambiental dada a fragilidade dos ambientes com este tipo de aptidão e indicação de manejo.

Os mapas de uso da terra apontaram também que o avanço da classe agropastoril tem se direcionado, nos últimos anos, sob solos classificados como Neossolos (solos arenosos). De acordo com Azevedo e Dalmolin (2004), esses tipos de solo possuem taxa de infiltração maior e menor taxa de retenção de água e elementos químicos e também são mais suscetíveis a processos erosivos. Embora durante a coleta de dados no campo não tenha sido constatada lavoura de soja ou de cana-de-açúcar nessas áreas, caso essas áreas venham a ser ocupadas por atividades agrícolas com alto nível tecnológico com a utilização de implementos agrícolas como defensivos e corretivos, o impacto nos recursos hídricos da região poderá ser seriamente comprometedor.

De acordo com Randhir *et al.* (2001), uma bacia hidrográfica inclui uma variedade de recursos naturais que provêm serviços básicos e necessários para a sociedade e para manutenção das funções dos ecossistemas. Um plano de manejo cuidadoso é um pré-requisito fundamental para proteger esses recursos. O uso inadequado da terra provocado pelas práticas agrícolas e pela pecuária, excedendo a capacidade de suporte dessas áreas, causa sérios danos ao meio ambiente (STIPP e OLIVEIRA, 2004). A exploração desordenada dos recursos naturais, o desmatamento irracional e o uso indiscriminado de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos vêm provocando inúmeros problemas ambientais, principalmente em áreas de nascentes e ribeirinhas, alterando a qualidade e quantidade de água drenada pela bacia hidrográfica (PINTO *et al.*, 2004).

Outra situação observada durante a realização deste trabalho se deve à localização de áreas de preservação permanente em áreas planas, as quais, do ponto de vista de utilização agrícola do espaço, são áreas apropriadas para ser utilizadas. Durante a coleta de dados no campo pôde-se verificar que a categoria de APPs Terço Superior da Bacia (divisor de água) é a categoria de APP que se localiza justamente em áreas mais planas e, por isto, encontram-

se impactadas com atividades agrícolas, sejam elas lavouras ou pastagens. Do ponto de vista agrícola, são áreas passíveis de ser utilizadas. No entanto, aplicando-se a legislação ambiental vigente, aquele que possuir em sua propriedade área de preservação permanente, cujo uso não esteja de acordo com o que a legislação ambiental determina, estará fazendo uso incorreto, pois ele na realidade possui um passivo ambiental, passível de autuação e aplicação das penalidades previstas em lei. Mais uma vez a legislação ambiental é questionada na sua rigorosidade e na metodologia de determinação dessas áreas, pois, aparentemente, não se levou em conta as características regionais brasileiras, como: relevo diversificado, tipos de solo e aptidão agrícola.

4.5. Algumas Formas de Desrespeito Ambiental em Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba

A seguir são apresentadas algumas fotografias, tomadas no período de coleta de dados no campo, mostrando algumas irregularidades que ocorrem nas áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Sepotuba.

4.5.1. Categoria nascente e sua área de contribuição



Foto: Serigatto (2005). Coord.: 408442 – 8396062.

Figura 14 – Pastagem em área de nascente.



Foto: Serigatto (2005). Coord.: 438575 – 8409094.

Figura 15 – Erosão em áreas de nascente.

4.5.2. Categoria Mata Ciliar



Foto: Serigatto (2005). Coord.: 399496 – 8368391.

Figura 16 – Desmatamento na APP categoria Mata Ciliar.



Foto: Serigatto (2005). Coord.: 424213 – 8383823.

Figura 17 – Desmatamento e cultivo agrícola em APP categoria Mata Ciliar.



Foto: Serigatto (2005). Coord.: 427608 – 8263568.

Figura 18 – Desmatamento em APP categoria Mata Ciliar.

4.5.3. Categoria Terço Superior da Bacia



Foto: Serigatto (2005). Coord.: 426804 – 8338041.

Figura 19 – Pastagem na APP Terço Superior da Bacia.



Foto: Serigatto (2005). Coord.: 426804 – 8338041.

Figura 20 – Pastagem na APP Terço Superior da Bacia.

4.5.4 Categoria Terço Superior do Morro



Foto: Serigatto (2005). Coord.: 394235- 8404146.

Figura 21 – APP Terço Superior do Morro.

5. CONCLUSÕES

Este estudo mostrou a viabilidade de utilizar a base de dados SRTM para delimitação automática das áreas de preservação permanente em grandes bacias hidrográficas, como a do rio Sepotuba.

A utilização de imagens TM/LANDSAT permitiu fazer o histórico de ocupação e uso da terra em áreas de preservação permanente e quantificar a área ocupada por cada classe fisionômica dentro das áreas de preservação permanente.

A área da bacia hidrográfica do rio Sepotuba é de 984.450 ha; destes, 296.809 ha (30,15%) são área de preservação permanente. A análise dos resultados mostrou que a desobediência à legislação ambiental é antiga no Estado de Mato Grosso, uma vez que a exploração econômica das áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Sepotuba já se encontrava consolidada em 1984, início do período analisado. Naquele ano, o uso indevido da terra nas APPs foi de 104.564 ha (35,23% da área).

Em 2004, a área com uso indevido da terra nas APPs apresentou redução de 17,60%, ocupando 86.161 ha (29,3%). Apesar da redução observada, a área com uso indevido da terra nas categorias de APPs ainda é grande. Passados 20 anos, a legislação ambiental ainda continua sendo desrespeitada, mostrando o despreparo dos órgãos com poder de fiscalização para coibirem crimes ambientais dessa magnitude.

O estudo de caso realizado na sub-bacia do rio Queima Pé mostrou que o uso indevido da terra em áreas de preservação permanente em algumas sub-bacias é consideravelmente alto. No caso específico desta sub-bacia, o uso antrópico (ilegal) chega a 65% de sua área de preservação permanente.

A continuidade das atividades antrópicas nas áreas de preservação permanente compromete de forma irreversível os bens e serviços prestados pelo meio ambiente na área da bacia hidrográfica do rio Sepotuba e, conseqüentemente, no Alto Pantanal Mato-grossense, a maior planície de inundação contínua do Planeta, declarada Reserva da Biosfera pela Unesco em 2000.

Os mapas de uso da terra gerados para área de estudo podem ser utilizados pelos órgãos governamentais com poder de fiscalização, para identificar e localizar as áreas que estão em conflito de uso da terra, viabilizando, de maneira sem precedentes, a aplicação do Código Florestal.

O cruzamento de informações dos mapas de uso da terra e aptidão agrícola mostrou que as áreas com melhores solos, do ponto de vista agrônômico, são também as que apresentaram maior conflito de uso da terra. Nesse aspecto, os resultados desta pesquisa poderão subsidiar ações que promovam um planejamento das sub-bacias, de forma a amenizar e recuperar as áreas degradadas, possibilitando com isto um uso racional dos recursos naturais e a melhoria na qualidade de vida.

Os resultados conseguidos com este trabalho auxiliarão também os tomadores de decisão dos municípios presentes na área de estudo, promovendo e direcionando as atividades dos comitês de bacias hidrográficas e demais entidades, por exemplo, universidades e secretarias do meio ambiente, como também na esfera estadual e federal, como FEMA-MT (Fundação Estadual do Meio Ambiental do Estado de Mato Grosso) e IBAMA.

Apesar de este trabalho ter comprovado que é possível fazer a delimitação das áreas de preservação permanente para grandes extensões geográficas, os desafios políticos para que essas áreas sejam devidamente demarcadas no campo e seu *status* constitucional seja respeitado ainda são grandes e requerem muita discussão e trabalho para resolverem os seus desdobramentos.

A delimitação física das áreas de preservação permanente para um país do tamanho do Brasil trará ainda muitos desafios. Devido à relativa facilidade de verificação no campo, há muito os órgãos de fiscalização têm se preocupado apenas com as APPs situadas às margens de rios e em terrenos com declividade acima de 100%. Os resultados deste estudo mostraram que, na realidade, são as nascentes e sua bacia de contribuição e o terço superior da bacia as áreas de preservação permanentes mais afetadas pelo uso antrópico.

Se o desmatamento de áreas de preservação permanente é crime ambiental (Lei nº 9.605, de 13/02/98), também o é a produção delas advinda. Indubitavelmente a imposição do Código Florestal Brasileiro impactará notadamente os setores agropecuário e florestal, uma vez que tanto o produtor quanto o agente que autorizou indevidamente tal uso da terra em área protegida pela legislação responderão solidariamente pela prática do crime ambiental.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, S.C. A água como elemento fundamental da paisagem em microbacias. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n.207, p. 9-14, 2000.

AZEVEDO, A.C.; DALMOLIN, R. S. D. **Solos e ambiente**: uma introdução. Santa Maria-RS: Ed. Pallotti, 2004. p. 100.

ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, n. 56, p. 125-134, 1999. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr56/cap09.pdf>>. Acesso em: 10 abril. 2006.

BENJAMIN, A.H.V. Criminal law and the protection of the environment in Brazil. In: PROCEEDINGS OF THE FIFTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL COMPLIANCE AND ENFORCEMENT. Monterey, CA, v. 1, p. 227-234, 1998.

CALABRIA, C.A . **Particularidades da aplicação da legislação florestal brasileira na Zona da Mata mineira**: áreas de preservação permanente e reserva legal. 2004. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2004.

CÂMARA, G.; AGUIAR, A. P. D.; ESCADA, M. I.; AMARAL, S.; CARNEIRO, T.; MONTEIRO, A. M. V.; ARAÚJO, R.; VIEIRA, I.; BECKER, B. Amazonian deforestation models. **Science**, v. 307, p. 1043-1044, 2005.

COSTA, T. C. C.; SOUZA, M. G.; BRITES, R. S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente, por meio de um sistema de informações geográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., Salvador, Brasil, INPE, 1996. p. 121-127.

CONAMA (Brasília, DF) Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, 13 de maio de 2002.

DELITTI, W. B. C. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. In: BARBOSA, L. M. (coord.) **Anais do Simpósio sobre mata ciliar**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.88-88

ESRI – Environmental Systems Research Institute, Inc. **ArcGIS Professional GIS for the desktop, versão 9.0** CA. 2004.

ESRI – Environmental Systems Research Institute, Inc. **ERDAS imagine 8.5**. Atlanta, Geórgia 2001.

HARPER, K. T.; SANDERSON, S. C.; McARTHUR, E. D. Riparian ecology in National Park, Utah. USDA. Forest Service. **INT General Technical Report**, n. 298, p. 32-42, 1992.

HINKEL, R. Vegetação ripária: funções e ecologia. In: SEMINÁRIO DE HIDROLOGIA FLORESTAL: ZONAS RIPÁRIAS, 1., Alfredo Wagener-SC, 2003. p. 40-48.

HOLMES, T. P.; BERGSTROM, J. C.; HUSZAR, E.; KASK, S. B.; ORR III, F. Contingent valuation, net marginal benefits, and the scale of riparian ecosystem restoration. **Ecological Economics**, v. 49, p. 19-30, 2004. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImge_imagekey=B6VDY-4C40V5617e_cdi=5995e_user=687369e_orig=browsee_coverDate=05%2F10%2F2004e_sk=999509998eview=cewchp=dGLbVlbzSkzSemd5=30424a786e6c2e5db00539b7f58ecc09eie=/sdarticle.pdf>. Acesso em: 10 abril 2006.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de Matas Ciliares. In: RODRIGUES, R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.) **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. 2. Ed. São Paulo: EDUSP: FAPESP, 2001. p. 33-44.

MAGALHÃES, C. S.; FERREIRA, R. M. Áreas de preservação permanente em uma microbacia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 207, p. 33-39, 2000.

MARTINS, S. V.; DIAS, H. C. T. Importância das florestas para a quantidade e qualidade da água. **Revista Ação Ambiental**, Viçosa-MG, v. 4, n. 20, p. 14-16, 2001.

MONTEBELO, L. A.; CASAGRANDE, C. A.; BALLESTER, M. V.; VICTORIA, R. L.; CUTOLO, A. P. A. Relação entre uso e cobertura do solo e risco de erosão nas áreas de preservação permanente na bacia do Ribeirão dos Martins, Piracicaba-SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia-GO: INPE, 2005. p. 3829-3836.

NASA.SRTM – **Shuttle Radar Topography Mission**. Disponível em: <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm>>. Acesso em: 24 jun. 2006.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 207-220, 2005. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v15n2/A10V15N2.pdf>>. Acesso em: 10 abril 2006.

PINHEIRO PEDRO, A. F. **O Brasil precisa revisar sua legislação ambiental**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/noticias/index.php3?action=lereid=18822>>. Acesso em: 5 jul. 2006.

PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, E. Estudos das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Florestalis**, n. 65, p. 197-206, 2004. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr65/cap19.pdf>>. Acesso em: 10 abril. 2006.

STIPP, N. A. F.; OLIVEIRA, J. Estudos ambientais da microbacia do ribeirão dos Apertados, Londrina-PR. **Geografia**, v. 3, n. 2, 2004. Disponível em: <<http://www.geo.uel.br/revista/v13n2/4.pdf>>. Acesso em: 10 abril 2006.

RANDHIR, T. O.; O'CONNOR, R.; PENNER, P.; GOODWIN, D. W. A watershed-based land prioritization model for water supply protection. **Forest Ecology and Management**, v. 143, p. 47-56, 2001. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImge_imagekey=B6T6X-42H1RTV6Se_cdi=5042e_user=687369e_orig=browsee_coverDate=04%2F01%2F2001e_sk=998569998eviw=cewchp=dGLbVzzzSkWbemd5=fc49317576b1973687d575b310cfed22eie=/sdarticle.pdf>. Acesso em: 10 abril 2006.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 3. Ed. Editora Guanabara Koogan S.A., 1996. 470 p.

RIBEIRO, C. A. A. S.; OLIVEIRA, M. J.; SOARES, V. P.; PINTO, F. A. C. Delimitação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros e em linhas de cumeada: metodologia e estudo de caso. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADAS À ENGENHARIA FLORESTAL, 5., 2002. Curitiba-PR. **Anais...** Curitiba-PR, 2002. p. 7-18.

RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; OLIVEIRA, A. M. S. O.; GLERIANI, M. G. O desafio da delimitação de área de preservação permanente. **Revista Árvore**, v. 29, n. 2, p. 203-212, 2005. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v29n2/a04v29n2.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2006.

SOARES, V. P.; MOREIRA, A. A.; RIBEIRO, J. C.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Avaliação das áreas de uso indevido da terra em uma microbacia no município de Viçosa-MG, através de fotografias aéreas e sistema de informação geográfica. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 26, n. 2, p. 243-251, 2002.

SILVEIRA, E. M. O.; CARVALHO, L. M. T.; SILVA, A. M. Uso conflitivo do solo na áreas de preservação permanente do município de Bocaina de Minas/MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., Goiânia-GO. **Anais...** Goiânia-GO: INPE, 2005. p.1673-1680.

SOUZA, E. R.; FERNANDES, M. R. Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentável das atividades rurais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 207, p. *15-20, 2000.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes**: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. Viçosa-MG: Editora Aprenda Fácil, 2005. 210 p.

CONCLUSÃO GERAL

Este estudo mostrou que a desculpa de não se ter meios adequados para fazer o mapeamento e a delimitação de áreas de preservação permanente não pode mais ser considerada como obstáculo para o não-cumprimento da Legislação Ambiental.

Os resultados obtidos com o estudo, realizado na bacia hidrográfica do rio Sepotuba, mostraram que através do uso de sistemas de informações geográficas, associadas às técnicas de delimitação automática de áreas de preservação permanente, e do uso de imagens orbitais é possível realizar o mapeamento dessas áreas, e também quantificar a área com uso indevido da terra.

O estudo de caso realizado na sub-bacia do rio Queima Pé mostrou que o uso indevido da terra em áreas de preservação permanente em algumas sub-bacias é consideravelmente alto. No caso específico desta sub-bacia, o uso antrópico (ilegal) chega a 65% de sua área de preservação permanente. A continuidade das atividades antrópicas nas áreas de preservação permanente compromete de forma irreversível os bens e serviços prestados pelo meio ambiente na área da bacia hidrográfica do rio Sepotuba e, conseqüentemente, no Alto Pantanal Mato-grossense, a maior planície de inundação contínua do Planeta, declarada Reserva da Biosfera pela Unesco em 2000.

Os mapas de uso da terra gerados para área de estudo podem ser utilizados pelos órgãos governamentais para identificar e localizar as áreas que

estão em conflito de uso da terra, viabilizando, de maneira sem precedentes, a aplicação do Código Florestal.

Tendo em vista que a divisão fundiária dos terrenos no Brasil raramente levou em conta os limites naturais da bacia hidrográfica, é muito provável que pequenas propriedades tenham parte ou mesmo quase toda sua área situada em APPs. Considerada demasiadamente rígida e impraticável, urge promover uma revisão coerente da “Legislação Ambiental Brasileira”, sob pena de não se ter o que conservar ou preservar para as futuras gerações.

A discussão sobre a nova Legislação Ambiental Brasileira deve ultrapassar os muros da academia e dos fóruns, e acolher os anseios sociais e econômicos da população, harmonizando-os com as diretrizes mundialmente consagradas da preservação da natureza. Afinal, o meio ambiente é patrimônio de todos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa poderão de imediato:

- subsidiar a elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba;
- nortear os trabalhos dos comitês de bacias dos municípios situados na área de estudo;
- ser utilizados para priorizar as atividades de fiscalização ambiental;
- servir de base para a concepção de sistemas eficientes de monitoramento ambiental; e
- estimular o aprimoramento da legislação ambiental do Estado de Mato Grosso e balizar sua aplicação.

Este estudo auxiliará também no desenvolvimento de atividades de pesquisa e de extensão da Universidade do Estado de Mato Grosso – *campus* de Tangará da Serra, situado dentro da área de estudo.

Proporciona melhor compreensão do histórico de ocupação e uso da terra na área de estudo e de suas causas, disponibilizando um excelente acervo com informações sobre: relevo; solo; aptidão agrícola; mapeamento de uso e ocupação da terra; mapeamento das áreas de preservação permanente; e mapeamento de conflito de uso da terra nas áreas de preservação permanente.

ANEXOS

ANEXO 1
CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO



Presidência da República
Casa Civil
Subchefia para Assuntos Jurídicos

LEI Nº 4.771, DE 15 DE SETEMBRO DE 1965.

Institui o novo Código Florestal.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade, com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem.

Parágrafo único. As ações ou omissões contrárias às disposições deste Código na utilização e exploração das florestas são consideradas uso nocivo da propriedade (art. 302, XI b, do Código de Processo Civil). (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

§1º - (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

§2º - (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

I - (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

a) (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

b) (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

c) (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

II - (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

III - (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

IV - (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

a) (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

b) (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

c) (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

VI (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será: (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

2 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

3 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

4 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

5 - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; (Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

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

- c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989);
- d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;
- e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;
- f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)
- h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação. (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)
- i) nas áreas metropolitanas definidas em lei. (Incluído pela Lei nº 6.535, de 1978) (Vide Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

Parágrafo único. No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo (Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

Art. 3º Consideram-se, ainda, de preservação permanentes, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas:

- a) a atenuar a erosão das terras;
- b) a fixar as dunas;
- c) a formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;
- d) a auxiliar a defesa do território nacional a critério das autoridades militares;
- e) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;
- f) a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;
- g) a manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;
- h) a assegurar condições de bem-estar público.

§ 1º A supressão total ou parcial de florestas de preservação permanente só será admitida com prévia autorização do Poder Executivo Federal, quando for necessária à execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social.

§ 2º As florestas que integram o Patrimônio Indígena ficam sujeitas ao regime de preservação permanente (letra g) pelo só efeito desta Lei.

Art. 3º A (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

Art. 4º Consideram-se de interesse público: (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

a) a limitação e o controle do pastoreio em determinadas áreas, visando à adequada conservação e propagação da vegetação florestal;

b) as medidas com o fim de prevenir ou erradicar pragas e doenças que afetem a vegetação florestal;

c) a difusão e a adoção de métodos tecnológicos que visem a aumentar economicamente a vida útil da madeira e o seu maior aproveitamento em todas as fases de manipulação e transformação.

Art. 5º (Revogado pela Lei nº 9.985, de 18.7.2000)

Art. 6º (Revogado pela Lei nº 9.985, de 18.7.2000)

Art. 7º Qualquer árvore poderá ser declarada imune de corte, mediante ato do Poder Público, por motivo de sua localização, raridade, beleza ou condição de porta-sementes.

Art. 8º Na distribuição de lotes destinados à agricultura, em planos de colonização e de reforma agrária, não devem ser incluídas as áreas florestadas de preservação permanente de que trata esta Lei, nem as florestas necessárias ao abastecimento local ou nacional de madeiras e outros produtos florestais.

Art. 9º As florestas de propriedade particular, enquanto indivisas com outras, sujeitas a regime especial, ficam subordinadas às disposições que vigorarem para estas.

Art. 10. Não é permitida a derrubada de florestas, situadas em áreas de inclinação entre 25 a 45 graus, só sendo nelas tolerada a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes.

Art. 11. O emprego de produtos florestais ou hulha como combustível obriga o uso de dispositivo, que impeça difusão de fagulhas suscetíveis de provocar incêndios, nas florestas e demais formas de vegetação marginal.

Art. 12. Nas florestas plantadas, não consideradas de preservação permanente, é livre a extração de lenha e demais produtos florestais ou a fabricação de carvão. Nas demais florestas dependerá de norma estabelecida em ato do Poder Federal ou Estadual, em obediência a prescrições ditadas pela técnica e às peculiaridades locais.

Art. 13. O comércio de plantas vivas, oriundas de florestas, dependerá de licença da autoridade competente.

Art. 14. Além dos preceitos gerais a que está sujeita a utilização das florestas, o Poder Público Federal ou Estadual poderá:

- a) prescrever outras normas que atendam às peculiaridades locais;
- b) proibir ou limitar o corte das espécies vegetais consideradas em via de extinção, delimitando as áreas compreendidas no ato, fazendo depender, nessas áreas, de licença prévia o corte de outras espécies; (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)
- c) ampliar o registro de pessoas físicas ou jurídicas que se dediquem à extração, indústria e comércio de produtos ou subprodutos florestais.

Art. 15. Fica proibida a exploração sob forma empírica das florestas primitivas da bacia amazônica que só poderão ser utilizadas em observância a planos técnicos de condução e manejo a serem estabelecidos por ato do Poder Público, a ser baixado dentro do prazo de um ano.

Art. 16. As florestas de domínio privado, não sujeitas ao regime de utilização limitada e ressalvadas as de preservação permanente, previstas nos artigos 2º e 3º desta lei, são suscetíveis de exploração, obedecidas as

seguintes restrições: (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001).

a) nas regiões Leste Meridional, Sul e Centro-Oeste, esta na parte sul, as derrubadas de florestas nativas, primitivas ou regeneradas, 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;

b) nas regiões citadas na letra anterior, nas áreas já desbravadas e previamente delimitadas pela autoridade competente, ficam proibidas as derrubadas de florestas primitivas, quando feitas para ocupação do solo com cultura e pastagens, permitindo-se, nesses casos, apenas a extração de árvores para produção de madeira. Nas áreas ainda incultas, sujeitas a formas de desbravamento, as derrubadas de florestas primitivas, nos trabalhos de instalação de novas propriedades agrícolas, só serão toleradas até o máximo de 30% da área da propriedade;

c) na região Sul as áreas atualmente revestidas de formações florestais em que ocorre o pinheiro brasileiro, "Araucaria angustifolia" (Bert - O. Ktze), não poderão ser desflorestadas de forma a provocar a eliminação permanente das florestas, tolerando-se, somente a exploração racional destas, observadas as prescrições ditadas pela técnica, com a garantia de permanência dos maciços em boas condições de desenvolvimento e produção;

d) nas regiões Nordeste e Leste Setentrional, inclusive nos Estados do Maranhão e Piauí, o corte de árvores e a exploração de florestas só será permitida com observância de normas técnicas a serem estabelecidas por ato do Poder Público, na forma do art. 15.

§ 1º Nas propriedades rurais, compreendidas na alínea a deste artigo, com área entre vinte (20) a cinquenta (50) hectares computar-se-ão, para efeito de fixação do limite porcentual, além da cobertura florestal de qualquer natureza, os maciços de porte arbóreo, sejam frutícolas, ornamentais ou industriais. (Parágrafo único renumerado pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

§ 2º A reserva legal, assim entendida a área de, no mínimo, 20% (vinte por cento) de cada propriedade, onde não é permitido o corte raso, deverá ser

averbada à margem da inscrição de matrícula do imóvel, no registro de imóveis competente, sendo vedada, a alteração de sua destinação, nos casos de transmissão, a qualquer título, ou de desmembramento da área. (Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

§ 3º Aplica-se às áreas de cerrado a reserva legal de 20% (vinte por cento) para todos os efeitos legais. (Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

Art. 17. Nos loteamentos de propriedades rurais, a área destinada a completar o limite porcentual fixado na letra a do artigo antecedente, poderá ser agrupada numa só porção em condomínio entre os adquirentes.

Art. 18. Nas terras de propriedade privada, onde seja necessário o florestamento ou o reflorestamento de preservação permanente, o Poder Público Federal poderá fazê-lo sem desapropriá-las, se não o fizer o proprietário.

§ 1º Se tais áreas estiverem sendo utilizadas com culturas, de seu valor deverá ser indenizado o proprietário.

§ 2º As áreas assim utilizadas pelo Poder Público Federal ficam isentas de tributação.

Art. 19. A exploração de florestas e formações sucessoras, tanto de domínio público como de domínio privado, dependerá de prévia aprovação pelo órgão estadual competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, bem como da adoção de técnicas de condução, exploração, reposição florestal e manejo compatíveis com os variados ecossistemas que a cobertura arbórea forme. (Redação dada pela Lei nº 11.284, de 2006)

§ 1º Compete ao Ibama a aprovação de que trata o caput deste artigo: (Redação dada pela Lei nº 11.284, de 2006)

I - nas florestas públicas de domínio da União; (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006)

II - nas unidades de conservação criadas pela União; (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006)

III - nos empreendimentos potencialmente causadores de impacto ambiental nacional ou regional, definidos em resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006)

§ 2º Compete ao órgão ambiental municipal a aprovação de que trata o caput deste artigo: (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006)

I - nas florestas públicas de domínio do Município; (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006)

II - nas unidades de conservação criadas pelo Município; (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006)

III - nos casos que lhe forem delegados por convênio ou outro instrumento admissível, ouvidos, quando couber, os órgãos competentes da União, dos Estados e do Distrito Federal. (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006)

§ 3º No caso de reposição florestal, deverão ser priorizados projetos que contemplem a utilização de espécies nativas. (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006)

Art. 20. As empresas industriais que, por sua natureza, consumirem grandes quantidades de matéria prima florestal serão obrigadas a manter, dentro de um raio em que a exploração e o transporte sejam julgados econômicos, um serviço organizado, que assegure o plantio de novas áreas, em terras próprias ou pertencentes a terceiros, cuja produção sob exploração racional, seja equivalente ao consumido para o seu abastecimento.

Parágrafo único. O não cumprimento do disposto neste artigo, além das penalidades previstas neste Código, obriga os infratores ao pagamento de uma multa equivalente a 10% (dez por cento) do valor comercial da matéria-prima florestal nativa consumida além da produção da qual participe.

Art. 21. As empresas siderúrgicas, de transporte e outras, à base de carvão vegetal, lenha ou outra matéria prima florestal, são obrigadas a manter florestas próprias para exploração racional ou a formar, diretamente ou por intermédio de empreendimentos dos quais participem, florestas destinadas ao seu suprimento.

Parágrafo único. A autoridade competente fixará para cada empresa o prazo que lhe é facultado para atender ao disposto neste artigo, dentro dos limites de 5 a 10 anos.

Art. 22. A União, diretamente, através do órgão executivo específico, ou em convênio com os Estados e Municípios, fiscalizará a aplicação das normas deste Código, podendo, para tanto, criar os serviços indispensáveis. (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

Parágrafo único. Nas áreas urbanas, a que se refere o parágrafo único do art. 2º desta Lei, a fiscalização é da competência dos municípios, atuando a União supletivamente. (Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

Art. 23. A fiscalização e a guarda das florestas pelos serviços especializados não excluem a ação da autoridade policial por iniciativa própria.

Art. 24. Os funcionários florestais, no exercício de suas funções, são equiparados aos agentes de segurança pública, sendo-lhes assegurado o porte de armas.

Art. 25. Em caso de incêndio rural, que não se possa extinguir com os recursos ordinários, compete não só ao funcionário florestal, como a qualquer outra autoridade pública, requisitar os meios materiais e convocar os homens em condições de prestar auxílio.

Art. 26. Constituem contravenções penais, puníveis com três meses a um ano de prisão simples ou multa de uma a cem vezes o salário-mínimo mensal, do lugar e da data da infração ou ambas as penas cumulativamente:

a) destruir ou danificar a floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação ou utilizá-la com infringência das normas estabelecidas ou previstas nesta Lei;

b) cortar árvores em florestas de preservação permanente, sem permissão da autoridade competente;

c) penetrar em floresta de preservação permanente conduzindo armas, substâncias ou instrumentos próprios para caça proibida ou para exploração de

produtos ou subprodutos florestais, sem estar munido de licença da autoridade competente;

d) causar danos aos Parques Nacionais, Estaduais ou Municipais, bem como às Reservas Biológicas;

e) fazer fogo, por qualquer modo, em florestas e demais formas de vegetação, sem tomar as precauções adequadas;

f) fabricar, vender, transportar ou soltar balões que possam provocar incêndios nas florestas e demais formas de vegetação;

g) impedir ou dificultar a regeneração natural de florestas e demais formas de vegetação;

h) receber madeira, lenha, carvão e outros produtos procedentes de florestas, sem exigir a exibição de licença do vendedor, outorgada pela autoridade competente e sem munir-se da via que deverá acompanhar o produto, até final beneficiamento;

i) transportar ou guardar madeiras, lenha, carvão e outros produtos procedentes de florestas, sem licença válida para todo o tempo da viagem ou do armazenamento, outorgada pela autoridade competente;

j) deixar de restituir à autoridade, licenças extintas pelo decurso do prazo ou pela entrega ao consumidor dos produtos procedentes de florestas;

l) empregar, como combustível, produtos florestais ou hulha, sem uso de dispositivo que impeça a difusão de fagulhas, suscetíveis de provocar incêndios nas florestas;

m) soltar animais ou não tomar precauções necessárias para que o animal de sua propriedade não penetre em florestas sujeitas a regime especial;

n) matar, lesar ou maltratar, por qualquer modo ou meio, plantas de ornamentação de logradouros públicos ou em propriedade privada alheia ou árvore imune de corte;

o) extrair de florestas de domínio público ou consideradas de preservação permanente, sem prévia autorização, pedra, areia, cal ou qualquer outra espécie de minerais;

p) (Vetado).

q) transformar madeiras de lei em carvão, inclusive para qualquer efeito industrial, sem licença da autoridade competente. (Incluído pela Lei nº 5.870, de 26.3.1973)

Art. 27. É proibido o uso de fogo nas florestas e demais formas de vegetação.

Parágrafo único. Se peculiaridades locais ou regionais justificarem o emprego do fogo em práticas agropastoris ou florestais, a permissão será estabelecida em ato do Poder Público, circunscrevendo as áreas e estabelecendo normas de precaução.

Art. 28. Além das contravenções estabelecidas no artigo precedente, subsistem os dispositivos sobre contravenções e crimes previstos no Código Penal e nas demais leis, com as penalidades neles cominadas.

Art. 29. As penalidades incidirão sobre os autores, sejam eles:

a) diretos;

b) arrendatários, parceiros, posseiros, gerentes, administradores, diretores, promitentes compradores ou proprietários das áreas florestais, desde que praticadas por prepostos ou subordinados e no interesse dos preponentes ou dos superiores hierárquicos;

c) autoridades que se omitirem ou facilitarem, por consentimento legal, na prática do ato.

Art. 30. Aplicam-se às contravenções previstas neste Código as regras gerais do Código Penal e da Lei de Contravenções Penais, sempre que a presente Lei não disponha de modo diverso.

Art. 31. São circunstâncias que agravam a pena, além das previstas no Código Penal e na Lei de Contravenções Penais:

a) cometer a infração no período de queda das sementes ou de formação das vegetações prejudicadas, durante a noite, em domingos ou dias feriados, em épocas de seca ou inundações;

b) cometer a infração contra a floresta de preservação permanente ou material dela provindo.

Art. 32. A ação penal independe de queixa, mesmo em se tratando de lesão em propriedade privada, quando os bens atingidos são florestas e

demais formas de vegetação, instrumentos de trabalho, documentos e atos relacionados com a proteção florestal disciplinada nesta Lei.

Art. 33. São autoridades competentes para instaurar, presidir e proceder a inquéritos policiais, lavrar autos de prisão em flagrante e intentar a ação penal, nos casos de crimes ou contravenções, previstos nesta Lei, ou em outras leis e que tenham por objeto florestas e demais formas de vegetação, instrumentos de trabalho, documentos e produtos procedentes das mesmas:

- a) as indicadas no Código de Processo Penal;
- b) os funcionários da repartição florestal e de autarquias, com atribuições correlatas, designados para a atividade de fiscalização.

Parágrafo único. Em caso de ações penais simultâneas, pelo mesmo fato, iniciadas por várias autoridades, o Juiz reunirá os processos na jurisdição em que se firmou a competência.

Art. 34. As autoridades referidas no item b do artigo anterior, ratificada a denúncia pelo Ministério Público, terão ainda competência igual à deste, na qualidade de assistente, perante a Justiça comum, nos feitos de que trata esta Lei.

Art. 35. A autoridade apreenderá os produtos e os instrumentos utilizados na infração e, se não puderem acompanhar o inquérito, por seu volume e natureza, serão entregues ao depositário público local, se houver e, na sua falta, ao que for nomeado pelo Juiz, para ulterior devolução ao prejudicado. Se pertencerem ao agente ativo da infração, serão vendidos em hasta pública.

Art. 36. O processo das contravenções obedecerá ao rito sumário da Lei nº 1.508 de 19 de dezembro de 1951, no que couber.

Art. 37. Não serão transcritos ou averbados no Registro Geral de Imóveis os atos de transmissão "inter-vivos" ou "causa mortis", bem como a constituição de ônus reais, sobre imóveis da zona rural, sem a apresentação de certidão negativa de dívidas referentes a multas previstas nesta Lei ou nas leis estaduais supletivas, por decisão transitada em julgado.

Art.37-A (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

Art. 38. (Revogado pela Lei nº 5.106, de 2.9.1966)

Art. 39. (Revogado pela Lei nº 5.868, de 12.12.1972)

Art. 40. (Vetado).

Art. 41. Os estabelecimentos oficiais de crédito concederão prioridades aos projetos de florestamento, reflorestamento ou aquisição de equipamentos mecânicos necessários aos serviços, obedecidas as escalas anteriormente fixadas em lei.

Parágrafo único. Ao Conselho Monetário Nacional, dentro de suas atribuições legais, como órgão disciplinador do crédito e das operações creditícias em todas suas modalidades e formas, cabe estabelecer as normas para os financiamentos florestais, com juros e prazos compatíveis, relacionados com os planos de florestamento e reflorestamento aprovados pelo Conselho Florestal Federal.

Art. 42. Dois anos depois da promulgação desta Lei, nenhuma autoridade poderá permitir a adoção de livros escolares de leitura que não contenham textos de educação florestal, previamente aprovados pelo Conselho Federal de Educação, ouvido o órgão florestal competente.

§ 1º As estações de rádio e televisão incluirão, obrigatoriamente, em suas programações, textos e dispositivos de interesse florestal, aprovados pelo órgão competente no limite mínimo de cinco (5) minutos semanais, distribuídos ou não em diferentes dias.

§ 2º Nos mapas e cartas oficiais serão obrigatoriamente assinalados os Parques e Florestas Públicas.

§ 3º A União e os Estados promoverão a criação e o desenvolvimento de escolas para o ensino florestal, em seus diferentes níveis.

Art. 43. Fica instituída a Semana Florestal, em datas fixadas para as diversas regiões do País, do Decreto Federal. Será a mesma comemorada, obrigatoriamente, nas escolas e estabelecimentos públicos ou subvencionados, através de programas objetivos em que se ressalte o valor das florestas, face

aos seus produtos e utilidades, bem como sobre a forma correta de conduzi-las e perpetuá-las.

Parágrafo único. Para a Semana Florestal serão programadas reuniões, conferências, jornadas de reflorestamento e outras solenidades e festividades com o objetivo de identificar as florestas como recurso natural renovável, de elevado valor social e econômico.

Art. 44. Na região Norte e na parte Norte da região Centro-Oeste enquanto não for estabelecido o decreto de que trata o artigo 15, a exploração a corte raso só é permissível desde que permaneça com cobertura arbórea, pelo menos 50% da área de cada propriedade. (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

Parágrafo único. A reserva legal, assim entendida a área de, no mínimo, 50% (cinquenta por cento), de cada propriedade, onde não é permitido o corte raso, deverá ser averbada à margem da inscrição da matrícula do imóvel no registro de imóveis competente, sendo vedada a alteração de sua destinação, nos casos de transmissão, a qualquer título, ou de desmembramento da área. (Incluído pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989)

Art.44-A (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

Art. 44-B (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

Art. 44-C (Vide Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

Art. 45. Ficam obrigados ao registro no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA os estabelecimentos comerciais responsáveis pela comercialização de moto-serras, bem como aqueles que adquirirem este equipamento. (Incluído pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989)

§ 1º A licença para o porte e uso de moto-serras será renovada a cada 2 (dois) anos perante o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. (Incluído pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989)

§ 2º Os fabricantes de moto-serras ficam obrigados, a partir de 180 (cento e oitenta) dias da publicação desta Lei, a imprimir, em local visível deste equipamento, numeração cuja seqüência será encaminhada ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e constará das correspondentes notas fiscais. (Incluído pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989)

§ 3º A comercialização ou utilização de moto-serras sem a licença a que se refere este artigo constitui crime contra o meio ambiente, sujeito à pena de detenção de 1 (um) a 3 (três) meses e multa de 1 (um) a 10 (dez) salários mínimos de referência e a apreensão da moto-serra, sem prejuízo da responsabilidade pela reparação dos danos causados. (Incluído pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989)

Art. 46. No caso de florestas plantadas, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA zelarà para que seja preservada, em cada município, àrea destinada à produção de alimentos básicos e pastagens, visando ao abastecimento local. (Incluído pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989)

Art. 47. O Poder Executivo promoverà, no prazo de 180 dias, a revisão de todos os contratos, convênios, acordos e concessões relacionados com a exploração florestal em geral, a fim de ajustá-las às normas adotadas por esta Lei. (Art. 45 renumerado pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989)

Art. 48. Fica mantido o Conselho Florestal Federal, com sede em Brasília, como órgão consultivo e normativo da política florestal brasileira. (Art. 46 renumerado pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989)

Parágrafo único. A composição e atribuições do Conselho Florestal Federal, integrado, no máximo, por 12 (doze) membros, serão estabelecidas por decreto do Poder Executivo.

Art. 49. O Poder Executivo regulamentará a presente Lei, no que for julgado necessário à sua execução. (Art. 47 renumerado pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989)

Art. 50. Esta Lei entrará em vigor 120 (cento e vinte) dias após a data de sua publicação, revogados o Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934 (Código Florestal) e demais disposições em contrário. (Art. 48 renumerado pela Lei nº 7.803, de 18.7.1989)

Brasília, 15 de setembro de 1965; 144^o da Independência e 77^o da República.

H. CASTELLO BRANCO

Hugo Leme

Octavio Gouveia de Bulhões

Flávio Lacerda

Este texto não substitui o publicado no D.O.U. de 16.9.1965

ANEXO 2

RESOLUÇÃO DO CONAMA Nº 369/06



Edição Número 61 de 29/03/2006

Ministério do Meio Ambiente Conselho Nacional do Meio Ambiente

RESOLUÇÃO Nº 369, DE 28 DE MARÇO DE 2006

Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente -APP.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto nas Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e o seu Regimento Interno, e

Considerando, nos termos do art. 225, caput, da Constituição Federal, o dever do Poder Público e da coletividade de proteger o meio ambiente para a presente e as futuras gerações;

Considerando as responsabilidades assumidas pelo Brasil por força da Convenção da Biodiversidade, de 1992, da Convenção Ramsar, de 1971 e da Convenção de Washington, de 1940, bem como os compromissos derivados da Declaração do Rio de Janeiro, de 1992;

Considerando que as Áreas de Preservação Permanente-APP, localizadas em cada posse ou propriedade, são bens de interesse nacional e espaços territoriais especialmente protegidos, cobertos ou não por vegetação, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

Considerando a singularidade e o valor estratégico das áreas de preservação permanente que, conforme indica sua denominação, são caracterizadas, como regra geral, pela intocabilidade e vedação de uso econômico direto;

Considerando que as áreas de preservação permanente e outros espaços territoriais especialmente protegidos, como instrumentos de relevante interesse ambiental, integram o desenvolvimento sustentável, objetivo das presentes e futuras gerações;

Considerando a função sócioambiental da propriedade prevista nos arts. 5º, inciso XXIII, 170, inciso VI, 182, § 2º, 186, inciso II e 225 da Constituição e os princípios da prevenção, da precaução e do poluidor-pagador;

Considerando que o direito de propriedade será exercido com as limitações que a legislação estabelece, ficando o proprietário ou posseiro obrigados a respeitarem as normas e regulamentos administrativos;

Considerando o dever legal do proprietário ou do possuidor de recuperar as Áreas de Preservação Permanente-APP's irregularmente suprimidas ou ocupadas;

Considerando que, nos termos do art. 8º, da Lei nº 6.938, de 1981, compete ao Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos; e

Considerando que, nos termos do art. 1º § 2º, incisos IV, alínea "c", e V, alínea "c", da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, alterada pela MP nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, compete ao CONAMA prever, em resolução, demais obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública e interesse social; resolve:

Seção I

Das Disposições Gerais

Art. 1º Esta Resolução define os casos excepcionais em que o órgão ambiental competente pode autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP para a implantação de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social, ou para a

realização de ações consideradas eventuais e de baixo impacto ambiental.

§ 1º É vedada a intervenção ou supressão de vegetação em APP de nascentes, veredas, manguezais e dunas originalmente providas de vegetação, previstas nos incisos II, IV, X e XI do art. 3º da Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, salvo nos casos de utilidade pública dispostos no inciso I do art. 2º desta Resolução, e para acesso de pessoas e animais para obtenção de água, nos termos do § 7º, do art. 4º, da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.

§ 2º O disposto na alínea "c" do inciso I, do art. 2º desta Resolução não se aplica para a intervenção ou supressão de vegetação nas APP's de veredas, restingas, manguezais e dunas previstas nos incisos IV, X e XI do art. 3º da Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002.

§ 3º A autorização para intervenção ou supressão de vegetação em APP de nascente, definida no inciso II do art. 3º da Resolução CONAMA nº 303, de 2002, fica condicionada à outorga do direito de uso de recurso hídrico, conforme o disposto no art. 12 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.

§ 4º A autorização de intervenção ou supressão de vegetação em APP depende da comprovação pelo empreendedor do cumprimento integral das obrigações vencidas nestas áreas.

Art. 2º O órgão ambiental competente somente poderá autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em APP, devidamente caracterizada e motivada mediante procedimento administrativo autônomo e prévio, e atendidos os requisitos previstos nesta resolução e noutras normas federais, estaduais e municipais aplicáveis, bem como no Plano Diretor, Zoneamento Ecológico-Econômico e Plano de Manejo das Unidades de Conservação, se existentes, nos seguintes casos:

I - utilidade pública:

- a) as atividades de segurança nacional e proteção sanitária;
- b) as obras essenciais de infra-estrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia;
- c) as atividades de pesquisa e extração de substâncias minerais, outorgadas pela autoridade competente, exceto areia, argila, saibro e cascalho;

- d) a implantação de área verde pública em área urbana;
- e) pesquisa arqueológica;
- f) obras públicas para implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e de efluentes tratados; e
- g) implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e de efluentes tratados para projetos privados de aquicultura, obedecidos os critérios e requisitos previstos nos §§ 1º e 2º do art. 11, desta Resolução.

II - interesse social:

- a) as atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas, de acordo com o estabelecido pelo órgão ambiental competente;
- b) o manejo agroflorestal, ambientalmente sustentável, praticado na pequena propriedade ou posse rural familiar, que não descaracterize a cobertura vegetal nativa, ou impeça sua recuperação, e não prejudique a função ecológica da área;
- c) a regularização fundiária sustentável de área urbana;
- d) as atividades de pesquisa e extração de areia, argila, saibro e cascalho, outorgadas pela autoridade competente;

III - intervenção ou supressão de vegetação eventual e de baixo impacto ambiental, observados os parâmetros desta Resolução.

Art. 3º A intervenção ou supressão de vegetação em APP somente poderá ser autorizada quando o requerente, entre outras exigências, comprovar:

- I - a inexistência de alternativa técnica e locacional às obras, planos, atividades ou projetos propostos;
- II - atendimento às condições e padrões aplicáveis aos corpos de água;
- III - averbação da Área de Reserva Legal; e
- IV - a inexistência de risco de agravamento de processos como enchentes, erosão ou movimentos acidentais de massa rochosa.

Art. 4º Toda obra, plano, atividade ou projeto de utilidade pública, interesse social ou de baixo impacto ambiental, deverá obter do órgão ambiental competente a autorização para intervenção ou supressão de vegetação em APP, em processo administrativo próprio, nos termos previstos nesta resolução, no âmbito do processo de licenciamento ou autorização, motivado tecnicamente, observadas as normas ambientais aplicáveis.

§ 1º A intervenção ou supressão de vegetação em APP de que trata o caput deste artigo dependerá de autorização do órgão ambiental estadual competente, com anuência prévia, quando couber, do órgão federal ou municipal de meio ambiente, ressalvado o disposto no § 2º deste artigo.

§ 2º A intervenção ou supressão de vegetação em APP situada em área urbana dependerá de autorização do órgão ambiental municipal, desde que o município possua Conselho de Meio Ambiente, com caráter deliberativo, e Plano Diretor ou Lei de Diretrizes Urbanas, no caso de municípios com menos de vinte mil habitantes, mediante anuência prévia do órgão ambiental estadual competente, fundamentada em parecer técnico.

§ 3º Independem de prévia autorização do órgão ambiental competente:

I - as atividades de segurança pública e defesa civil, de caráter emergencial; e

II - as atividades previstas na Lei Complementar nº 97, de 9 de junho de 1999, de preparo e emprego das Forças Armadas para o cumprimento de sua missão constitucional, desenvolvidas em área militar.

Art. 5º O órgão ambiental competente estabelecerá, previamente à emissão da autorização para a intervenção ou supressão de vegetação em APP, as medidas ecológicas, de caráter mitigador e compensatório, previstas no § 4º, do art. 4º, da Lei nº 4.771, de 1965, que deverão ser adotadas pelo requerente.

§ 1º Para os empreendimentos e atividades sujeitos ao licenciamento ambiental, as medidas ecológicas, de caráter mitigador e compensatório, previstas neste artigo, serão definidas no âmbito do referido processo de licenciamento, sem prejuízo, quando for o caso, do cumprimento das disposições do art. 36, da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.

§ 2º As medidas de caráter compensatório de que trata este artigo consistem na efetiva recuperação ou recomposição de APP e deverão ocorrer na mesma sub-bacia hidrográfica, e prioritariamente:

- I - na área de influência do empreendimento, ou
- II - nas cabeceiras dos rios.

Art. 6º Independe de autorização do poder público o plantio de espécies nativas com a finalidade de recuperação de APP, respeitadas as obrigações anteriormente acordadas, se existentes, e as normas e requisitos técnicos aplicáveis.

Seção II

Das Atividades de Pesquisa e Extração de Substâncias Minerais

Art. 7º A intervenção ou supressão de vegetação em APP para a extração de substâncias minerais, observado o disposto na Seção I desta Resolução, fica sujeita à apresentação de Estudo Prévio de Impacto Ambiental-EIA e respectivo Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente-RIMA no processo de licenciamento ambiental, bem como a outras exigências, entre as quais:

I - demonstração da titularidade de direito mineral outorgado pelo órgão competente do Ministério de Minas e Energia, por qualquer dos títulos previstos na legislação vigente;

II - justificação da necessidade da extração de substâncias minerais em APP e a inexistência de alternativas técnicas e locacionais da exploração da jazida;

III - avaliação do impacto ambiental agregado da exploração mineral e os efeitos cumulativos nas APP's, da sub-bacia do conjunto de atividades de lavra mineral atuais e previsíveis, que estejam disponíveis nos órgãos competentes;

IV - execução por profissionais legalmente habilitados para a extração mineral e controle de impactos sobre meio físico e biótico, mediante apresentação de Anotação de Responsabilidade Técnica-ART, de execução ou Anotação de Função Técnica-AFT, a qual deverá permanecer ativa até o encerramento da atividade minerária e da respectiva recuperação ambiental;

V - compatibilidade com as diretrizes do plano de recursos hídricos, quando houver;

VI - não localização em remanescente florestal de mata atlântica primária.

§ 1º No caso de intervenção ou supressão de vegetação em APP para a atividade de extração de substâncias minerais que não seja potencialmente causadora de significativo impacto ambiental, o órgão ambiental competente poderá, mediante decisão motivada, substituir a exigência de apresentação de EIA/RIMA pela apresentação de outros estudos ambientais previstos em legislação.

§ 2º A intervenção ou supressão de vegetação em APP para as atividades de pesquisa mineral, observado o disposto na Seção I desta Resolução, ficam sujeitos a EIA/RIMA no processo de licenciamento ambiental, caso sejam potencialmente causadoras de significativo impacto ambiental, bem como a outras exigências, entre as quais:

I - demonstração da titularidade de direito mineral outorgado pelo órgão competente do Ministério de Minas e Energia, por qualquer dos títulos previstos na legislação vigente;

II - execução por profissionais legalmente habilitados para a pesquisa mineral e controle de impactos sobre meio físico e biótico, mediante apresentação de ART, de execução ou AFT, a qual deverá permanecer ativa até o encerramento da pesquisa mineral e da respectiva recuperação ambiental.

§ 3º Os estudos previstos neste artigo serão demandados no início do processo de licenciamento ambiental, independentemente de outros estudos técnicos exigíveis pelo órgão ambiental.

§ 4º A extração de rochas para uso direto na construção civil ficará condicionada ao disposto nos instrumentos de ordenamento territorial em escala definida pelo órgão ambiental competente.

§ 5º Caso inexistam os instrumentos previstos no § 4º, ou se naqueles existentes não constar a extração de rochas para o uso direto para a construção civil, a autorização para intervenção ou supressão de vegetação em

APP de nascente, para esta atividade estará vedada a partir de 36 meses da publicação desta Resolução.

§ 6º Os depósitos de estéril e rejeitos, os sistemas de tratamento de efluentes, de beneficiamento e de infra-estrutura das atividades minerárias, somente poderão intervir em APP em casos excepcionais, reconhecidos em processo de licenciamento pelo órgão ambiental competente, atendido o disposto no inciso I do art. 3º desta resolução.

§ 7º No caso de atividades de pesquisa e extração de substâncias minerais, a comprovação da averbação da reserva legal, de que trata o art. 3º, somente será exigida nos casos em que:

I - o empreendedor seja o proprietário ou possuidor da área;

II - haja relação jurídica contratual onerosa entre o empreendedor e o proprietário ou possuidor, em decorrência do empreendimento minerário.

§ 8º Além das medidas ecológicas, de caráter mitigador e compensatório, previstas no art. 5º, desta Resolução, os titulares das atividades de pesquisa e extração de substâncias minerais em APP ficam igualmente obrigados a recuperar o ambiente degradado, nos termos do § 2º do art. 225 da Constituição e da legislação vigente, sendo considerado obrigação de relevante interesse ambiental o cumprimento do Plano de Recuperação de Área Degradada-PRAD.

Seção III

Da implantação de Área Verde de Domínio Público em Área Urbana

Art. 8º A intervenção ou supressão de vegetação em APP para a implantação de área verde de domínio público em área urbana, nos termos do parágrafo único do art 2º da Lei nº 4.771, de 1965, poderá ser autorizada pelo órgão ambiental competente, observado o disposto na Seção I desta Resolução, e uma vez atendido o disposto no Plano Diretor, se houver, além dos seguintes requisitos e condições:

I - localização unicamente em APP previstas nos incisos I, III alínea "a", V, VI e IX alínea "a", do art. 3º da Resolução CONAMA nº 303, de 2002, e art. 3º da Resolução CONAMA nº 302, de 2002;

II - aprovação pelo órgão ambiental competente de um projeto técnico que priorize a restauração e/ou manutenção das características do ecossistema local, e que contemple medidas necessárias para:

- a) recuperação das áreas degradadas da APP inseridas na área verde de domínio público;
- b) recomposição da vegetação com espécies nativas;
- c) mínima impermeabilização da superfície;
- d) contenção de encostas e controle da erosão;
- e) adequado escoamento das águas pluviais;
- f) proteção de área da recarga de aquíferos; e
- g) proteção das margens dos corpos de água.

III - percentuais de impermeabilização e alteração para ajardinamento limitados a respectivamente 5% e 15% da área total da APP inserida na área verde de domínio público.

§ 1º Considera-se área verde de domínio público, para efeito desta Resolução, o espaço de domínio público que desempenhe função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização.

§ 2º O projeto técnico que deverá ser objeto de aprovação pela autoridade ambiental competente, poderá incluir a implantação de equipamentos públicos, tais como:

- a) trilhas ecoturísticas;
- b) ciclovias;
- c) pequenos parques de lazer, excluídos parques temáticos ou similares;
- d) acesso e travessia aos corpos de água;
- e) mirantes;
- f) equipamentos de segurança, lazer, cultura e esporte;
- g) bancos, sanitários, chuveiros e bebedouros públicos; e
- h) rampas de lançamento de barcos e pequenos ancoradouros.

§ 3º O disposto no caput deste artigo não se aplica às áreas com vegetação nativa primária, ou secundária em estágio médio e avançado de regeneração.

§ 4º É garantido o acesso livre e gratuito da população à área verde de domínio público.

Seção IV

Da Regularização Fundiária Sustentável de Área Urbana

Art. 9º A intervenção ou supressão de vegetação em APP para a regularização fundiária sustentável de área urbana poderá ser autorizada pelo órgão ambiental competente, observado o disposto na Seção I desta Resolução, além dos seguintes requisitos e condições:

I - ocupações de baixa renda predominantemente residenciais;

II - ocupações localizadas em área urbana declarada como Zona Especial de Interesse Social-ZEIS no Plano Diretor ou outra legislação municipal;

III - ocupação inserida em área urbana que atenda aos seguintes critérios:

a) possuir no mínimo três dos seguintes itens de infra-estrutura urbana implantada: malha viária, captação de águas pluviais, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos, rede de abastecimento de água, rede de distribuição de energia;

b) apresentar densidade demográfica superior a cinquenta habitantes por hectare;

IV - localização exclusivamente nas seguintes faixas de APP:

a) nas margens de cursos de água, e entorno de lagos, lagoas e reservatórios artificiais, conforme incisos I e III, alínea "a", do art. 3º da Resolução CONAMA nº 303, de 2002, e no inciso I do art. 3º da Resolução CONAMA nº 302, de 2002, devendo ser respeitadas faixas mínimas de 15 metros para cursos de água de até 50 metros de largura e faixas mínimas de 50 metros para os demais;

b) em topo de morro e montanhas conforme inciso V, do art. 3º, da Resolução CONAMA nº 303, de 2002, desde que respeitadas as áreas de recarga de aquíferos, devidamente identificadas como tal por ato do poder público;

c) em restingas, conforme alínea "a" do IX, do art. 3º da Resolução CONAMA nº 303, de 2002, respeitada uma faixa de 150 metros a partir da linha de preamar máxima;

V - ocupações consolidadas, até 10 de julho de 2001, conforme definido na Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 e Medida Provisória nº 2.220, de 4 de setembro de 2001;

VI - apresentação pelo poder público municipal de Plano de Regularização Fundiária Sustentável que contemple, entre outros:

a) levantamento da sub-bacia em que estiver inserida a APP, identificando passivos e fragilidades ambientais, restrições e potencialidades, unidades de conservação, áreas de proteção de mananciais, sejam águas superficiais ou subterrâneas;

b) caracterização físico-ambiental, social, cultural, econômica e avaliação dos recursos e riscos ambientais, bem como da ocupação consolidada existente na área;

c) especificação dos sistemas de infra-estrutura urbana, saneamento básico, coleta e destinação de resíduos sólidos, outros serviços e equipamentos públicos, áreas verdes com espaços livres e vegetados com espécies nativas, que favoreçam a infiltração de água de chuva e contribuam para a recarga dos aquíferos;

d) indicação das faixas ou áreas que, em função dos condicionantes físicos ambientais, devam resguardar as características típicas da APP, respeitadas as faixas mínimas definidas nas alíneas "a" e "c" do inciso IV deste artigo;

e) identificação das áreas consideradas de risco de inundações e de movimentos de massa rochosa, tais como, deslizamento, queda e rolamento de blocos, corrida de lama e outras definidas como de risco;

f) medidas necessárias para a preservação, a conservação e a recuperação da APP não passível de regularização nos termos desta Resolução;

g) comprovação da melhoria das condições de sustentabilidade urbano-ambiental e de habitabilidade dos moradores;

h) garantia de acesso livre e gratuito pela população às praias e aos corpos de água; e

i) realização de audiência pública.

§ 1º O órgão ambiental competente, em decisão motivada, excepcionalmente poderá reduzir as restrições dispostas na alínea "a", do inciso IV, deste artigo em função das características da ocupação, de acordo com normas definidos pelo conselho ambiental competente, estabelecendo critérios específicos, observadas as necessidades de melhorias ambientais para o Plano de Regularização Fundiária Sustentável.

§ 2º É vedada a regularização de ocupações que, no Plano de Regularização Fundiária Sustentável, sejam identificadas como localizadas em áreas consideradas de risco de inundações, corrida de lama e de movimentos de massa rochosa e outras definidas como de risco.

§ 3º As áreas objeto do Plano de Regularização Fundiária Sustentável devem estar previstas na legislação municipal que disciplina o uso e a ocupação do solo como Zonas Especiais de Interesse Social, tendo regime urbanístico específico para habitação popular, nos termos do disposto na Lei nº 10.257, de 2001.

§ 4º O Plano de Regularização Fundiária Sustentável deve garantir a implantação de instrumentos de gestão democrática e demais instrumentos para o controle e monitoramento ambiental.

§ 5º No Plano de Regularização Fundiária Sustentável deve ser assegurada a não ocupação de APP remanescentes.

Seção V

Da Intervenção ou Supressão Eventual e de Baixo Impacto Ambiental de Vegetação em APP

Art. 10. O órgão ambiental competente poderá autorizar em qualquer ecossistema a intervenção ou supressão de vegetação, eventual e de baixo impacto ambiental, em APP.

Art. 11. Considera-se intervenção ou supressão de vegetação, eventual e de baixo impacto ambiental, em APP:

I - abertura de pequenas vias de acesso interno e suas pontes e pontilhões, quando necessárias à travessia de um curso de água, ou à retirada de produtos oriundos das atividades de manejo agroflorestal sustentável praticado na pequena propriedade ou posse rural familiar;

II - implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e efluentes tratados, desde que comprovada a outorga do direito de uso da água, quando couber;

III - implantação de corredor de acesso de pessoas e animais para obtenção de água;

IV - implantação de trilhas para desenvolvimento de ecoturismo;

V - construção de rampa de lançamento de barcos e pequeno ancoradouro;

VI - construção de moradia de agricultores familiares, remanescentes de comunidades quilombolas e outras populações extrativistas e tradicionais em áreas rurais da região amazônica ou do Pantanal, onde o abastecimento de água se dá pelo esforço próprio dos moradores;

VII - construção e manutenção de cercas de divisa de propriedades;

VIII - pesquisa científica, desde que não interfira com as condições ecológicas da área, nem enseje qualquer tipo de exploração econômica direta, respeitados outros requisitos previstos na legislação aplicável;

IX - coleta de produtos não madeireiros para fins de subsistência e produção de mudas, como sementes, castanhas e frutos, desde que eventual e respeitada a legislação específica a respeito do acesso a recursos genéticos;

X - plantio de espécies nativas produtoras de frutos, sementes, castanhas e outros produtos vegetais em áreas alteradas, plantados junto ou de modo misto;

XI - outras ações ou atividades similares, reconhecidas como eventual e de baixo impacto ambiental pelo conselho estadual de meio ambiente.

§ 1º Em todos os casos, incluindo os reconhecidos pelo conselho estadual de meio ambiente, a intervenção ou supressão eventual e de baixo impacto ambiental de vegetação em APP não poderá comprometer as funções ambientais destes espaços, especialmente :

- I - a estabilidade das encostas e margens dos corpos de água;
- II - os corredores de fauna;
- III - a drenagem e os cursos de água intermitentes;
- IV - a manutenção da biota;
- V - a regeneração e a manutenção da vegetação nativa; e
- VI - a qualidade das águas.

§ 2º A intervenção ou supressão, eventual e de baixo impacto ambiental, da vegetação em APP não pode, em qualquer caso, exceder ao percentual de 5% (cinco por cento) da APP impactada localizada na posse ou propriedade.

§ 3º O órgão ambiental competente poderá exigir, quando entender necessário, que o requerente comprove, mediante estudos técnicos, a inexistência de alternativa técnica e locacional à intervenção ou supressão proposta.

Seção VI

Das Disposições Finais

Art. 12. Nas hipóteses em que o licenciamento depender de EIA/RIMA, o empreendedor apresentará, até 31 de março de cada ano, relatório anual detalhado, com a delimitação georreferenciada das APP, subscrito pelo administrador principal, com comprovação do cumprimento das obrigações estabelecidas em cada licença ou autorização expedida.

Art. 13. As autorizações de intervenção ou supressão de vegetação em APP ainda não executadas deverão ser regularizadas junto ao órgão ambiental competente, nos termos desta Resolução.

Art. 14. O não-cumprimento ao disposto nesta Resolução sujeitará os infratores, dentre outras, às penalidades e sanções, respectivamente, previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e no Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999.

Art. 15. O órgão licenciador deverá cadastrar no Sistema Nacional de Informação de Meio Ambiente-SINIMA as informações sobre licenças concedidas para as obras, planos e atividades enquadradas como de utilidade pública ou de interesse social.

§ 1º O CONAMA criará, até o primeiro ano de vigência desta Resolução, Grupo de Trabalho no âmbito da Câmara Técnica de Gestão Territorial e Biomas para monitoramento e análise dos efeitos desta Resolução.

§ 2º O relatório do Grupo de Trabalho referido no parágrafo anterior integrará o Relatório de Qualidade Ambiental de que tratam os incisos VII, X e XI do art. 9º da Lei nº 6.938 de 1981.

Art. 16. As exigências e deveres previstos nesta Resolução caracterizam obrigações de relevante interesse ambiental.

Art. 17. O CONAMA deverá criar Grupo de Trabalho para no prazo de um ano, apresentar proposta para regulamentar a metodologia de recuperação das APP.

Art. 18. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

MARINA SILVA

(Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res36906.xml>>)

ANEXO 3

RESOLUÇÃO DO CONAMA Nº 303

RESOLUÇÃO Nº 303, DE 20 DE MARÇO DE 2002

Dispõe sobre parâmetros, definições e limites
de Áreas de Preservação Permanente.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto nas Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e o seu Regimento Interno, e

Considerando a função sócio-ambiental da propriedade prevista nos arts. 5º, inciso XXIII, 170, inciso VI, 182, § 2º, 186, inciso II e 225 da Constituição e os princípios da prevenção, da precaução e do poluidor-pagador;

Considerando a necessidade de regulamentar o art. 2º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, no que concerne às Áreas de Preservação Permanente;

Considerando as responsabilidades assumidas pelo Brasil por força da Convenção da Biodiversidade, de 1992, da Convenção Ramsar, de 1971 e da Convenção de Washington, de 1940, bem como os compromissos derivados da Declaração do Rio de Janeiro, de 1992;

Considerando que as Áreas de Preservação Permanente e outros espaços territoriais especialmente protegidos, como instrumentos de relevante interesse ambiental, integram o desenvolvimento sustentável, objetivo das presentes e futuras gerações, resolve:

Art. 1º Constitui objeto da presente Resolução o estabelecimento de parâmetros, definições e limites referentes às Áreas de Preservação Permanente.

Art. 2º Para os efeitos desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - nível mais alto: nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d'água perene ou intermitente;

II - nascente ou olho d'água: local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea;

III - vereda: espaço brejoso ou encharcado, que contém nascentes ou cabeceiras de cursos d'água, onde há ocorrência de solos hidromórficos, caracterizado predominantemente por renques de buritis do brejo (*Mauritia flexuosa*) e outras formas de vegetação típica;

IV - morro: elevação do terreno com cota do topo em relação a base entre cinqüenta e trezentos metros e encostas com declividade superior a trinta por cento (aproximadamente dezessete graus) na linha de maior declividade;

V - montanha: elevação do terreno com cota em relação a base superior a trezentos metros;

VI - base de morro ou montanha: plano horizontal definido por planície ou superfície de lençol d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota da depressão mais baixa ao seu redor;

VII - linha de cumeada: linha que une os pontos mais altos de uma seqüência de morros ou de montanhas, constituindo-se no divisor de águas;

VIII - restinga: depósito arenoso paralelo a linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, também consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do substrato do que do clima. A cobertura vegetal nas restingas ocorrem mosaico, e encontra-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivos e abóreo, este último mais interiorizado;

IX - manguezal: ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência flúvio-marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os estados do Amapá e Santa Catarina;

X - duna: unidade geomorfológica de constituição predominante arenosa, com aparência de câmore ou colina, produzida pela ação dos ventos,

situada no litoral ou no interior do continente, podendo estar recoberta, ou não, por vegetação;

XI - tabuleiro ou chapada: paisagem de topografia plana, com declividade média inferior a dez por cento, aproximadamente seis graus e superfície superior a dez hectares, terminada de forma abrupta em escarpa, caracterizando-se a chapada por grandes superfícies a mais de seiscentos metros de altitude;

XII - escarpa: rampa de terrenos com inclinação igual ou superior a quarenta e cinco graus, que delimitam relevos de tabuleiros, chapadas e planalto, estando limitada no topo pela ruptura positiva de declividade (linha de escarpa) e no sopé por ruptura negativa de declividade, englobando os depósitos de colúvio que localizam-se próximo ao sopé da escarpa;

XIII - área urbana consolidada: aquela que atende aos seguintes critérios:

a) definição legal pelo poder público;

b) existência de, no mínimo, quatro dos seguintes equipamentos de infra-estrutura urbana:

1. malha viária com canalização de águas pluviais,

2. rede de abastecimento de água;

3. rede de esgoto;

4. distribuição de energia elétrica e iluminação pública;

5. recolhimento de resíduos sólidos urbanos;

6. tratamento de resíduos sólidos urbanos; e

c) densidade demográfica superior a cinco mil habitantes por km².

Art. 3^o Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:
I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

a) trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura;

b) cinquenta metros, para o curso d'água com dez a cinquenta metros de largura;

c) cem metros, para o curso d'água com cinquenta a duzentos metros de largura;

d) duzentos metros, para o curso d'água com duzentos a seiscentos metros de largura;

e) quinhentos metros, para o curso d'água com mais de seiscentos metros de largura;

II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

III - ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de:

a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;

b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinquenta metros;

IV - em vereda e em faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de cinquenta metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado;

V - no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação a base;

VI - nas linhas de cumeada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação à base, do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros;

VII - em encosta ou parte desta, com declividade superior a cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive;

VIII - nas escarpas e nas bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a cem metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa;

IX - nas restingas:

a) em faixa mínima de trezentos metros, medidos a partir da linha de preamar máxima;

b) em qualquer localização ou extensão, quando recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues;

X - em manguezal, em toda a sua extensão;

XI - em duna;

XII - em altitude superior a mil e oitocentos metros, ou, em Estados que não tenham tais elevações, à critério do órgão ambiental competente;

XIII - nos locais de refúgio ou reprodução de aves migratórias;

XIV - nos locais de refúgio ou reprodução de exemplares da fauna ameaçadas de extinção que constem de lista elaborada pelo Poder Público Federal, Estadual ou Municipal;

XV - nas praias, em locais de nidificação e reprodução da fauna silvestre.

Parágrafo único. Na ocorrência de dois ou mais morros ou montanhas cujos cumes estejam separados entre si por distâncias inferiores a quinhentos metros, a Área de Preservação Permanente abrangerá o conjunto de morros ou montanhas, delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura em relação à base do morro ou montanha de menor altura do conjunto, aplicando-se o que segue:

I - agrupam-se os morros ou montanhas cuja proximidade seja de até quinhentos metros entre seus topos;

II - identifica-se o menor morro ou montanha;

III - traça-se uma linha na curva de nível correspondente a dois terços deste; e

IV - considera-se de preservação permanente toda a área acima deste nível.

Art. 4º O CONAMA estabelecerá, em Resolução específica, parâmetros das Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso de seu entorno.

Art. 5º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogando-se a Resolução CONAMA 004, de 18 de setembro de 1985.

JOSÉ CARLOS CARVALHO

Presidente do Conselho

Publicada DOU 13/05/2002

ANEXO 4

LEI ESTADUAL COMPLEMENTAR Nº 038, DE 21/11/95

Lei Estadual Complementar nº 038 - 21.11.1995 - *Código Estadual do Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso*

Seção III

Das Áreas de Preservação Permanente

Art. 58 Consideram-se de preservação permanente, no âmbito estadual, as florestas e demais formas de vegetação situadas:

a) ao longo de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto, em faixa marginal, cuja largura mínima seja :

1 - de 50m (cinquenta metros) para os cursos d'água de até 50m (cinquenta metros) de largura;

2 - de 100m (cem metros) para os cursos d'água que tenham de 50m (cinquenta metros) a 200m (duzentos metros) de largura;

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

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

b) ao redor das lagoas ou lagos e reservatórios d'água naturais ou artificiais, represas hidroelétrica, de uso múltiplo, em faixa marginal cuja largura mínima será de 100m (cem metros);

c) nas nascentes, ainda que intermitentes, nos chamados olhos d'água, qualquer que seja sua situação topográfica, nas veredas e nas cachoeiras ou quedas d'água, em cursos d'água, num raio mínimo de 100m (cem metros);

d) no topo dos morros, montes e serras;

e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45 (quarenta e cinco) graus;

f) nas bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100m (cem metros) em projeção horizontal.

§ 1º Nas áreas urbanas, definidas por lei municipal, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores ou leis de uso do solo. Na ausência desta, respeitar-se-á os princípios e limites a que se refere este artigo.

§ 2º A proteção de vegetação nas áreas alagáveis do Pantanal do Estado de Mato Grosso, nas faixas que ultrapassam as citadas no caput deste artigo será normatizada pelo CONSEMA.

Art. 59 São proibidos, nas áreas de preservação permanente, o depósito de qualquer tipo de resíduos e o exercício de atividades que impliquem na remoção da cobertura vegetal.

Parágrafo único. As áreas e a vegetação de preservação permanente somente poderão ser utilizadas mediante licença especial, no caso de obras públicas ou de interesse social comprovado e, ainda para as atividades necessárias, sem alternativas economicamente viáveis, à critério do órgão ambiental, exigindo-se nesses casos a apresentação e aprovação de Estudo de Impacto Ambiental - EIA e, respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA.

Art. 60 Os planos de reforma agrária deverão ser submetidos à autoridade ambiental competente, para efeito de demarcação das áreas de preservação permanente.

Art. 61 O desmatamento ou alteração da cobertura vegetal em área de preservação permanente, sem a competente licença, constitui-se em infração, ficando o proprietário do imóvel obrigado a recuperar o ambiente degradado, de acordo com as exigências do órgão ambiental.

Seção IV

Das Áreas de Reserva Legal

Art. 62 Consideram-se reservas legais as florestas ou demais formas de vegetação nativa, que representem um mínimo porcentual da área da propriedade rural, visando a manutenção da sua cobertura vegetal e de todas as formas de vida existentes.

§ 1º Para as áreas de florestas ou matas de transição, o percentual mínimo admitido por propriedade será de 50% (cinquenta por cento) de sua superfície.

§ 2º Para as áreas de cerrados, o percentual mínimo admitido por propriedade será de 20% (vinte por cento).

§ 3º Para a planície alagável do Pantanal não será permitido nenhum tipo de desmatamento, com exceção daqueles feitos para a agricultura de subsistência e limpeza de pastagens nativas e artificiais.

§ 4º Para as propriedades rurais limítrofes com as terras indígenas, a reserva legal deverá, preferencialmente, confrontar-se com estas.

Art. 63 O desmatamento ou alteração indevida da cobertura vegetal situada na área de reserva legal das propriedades, constitui infração considerada gravíssima, ficando o proprietário do imóvel obrigado a recompor a vegetação alterada, de acordo com exigências do órgão ambiental, além de sujeitá-lo a outras sanções cabíveis.

Art. 64 A Reserva legal deverá ser inscrita à margem da matrícula do imóvel, no registro de imóveis competente, sendo vedada a alteração de sua destinação nos casos de transmissão a qualquer título ou de desmembramento da área.

Art. 65 O uso dos recursos florestais instalados nas reservas legais das propriedades ficará a critério do órgão ambiental, que poderá somente autorizá-lo no caso do atual proprietário se comprometer a usar, na sua exploração, técnica de manejo que garantam a sua auto-sustentabilidade.

Seção VI

Dos Recursos Hídricos

Art. 77 O Estado estabelecerá diretrizes específicas para a proteção de mananciais, através de planos de uso e ocupação de áreas de drenagem de bacias e sub-bacia hidrográficas.

Art. 78 O Estado poderá exigir dos usuários dos recursos hídricos o auto-monitoramento de seus efluentes.

Art. 79 É vedado o lançamento de águas residuárias nos cursos d'água, quando essas não forem compatíveis com a classificação dos mesmos.

Art. 80 As atividades industriais e os depósitos de substâncias capazes de causarem riscos aos recursos hídricos, deverão ser dotados de dispositivos de segurança e prevenção de acidentes, e deverão estar localizadas a uma distância mínima de 300 (trezentos) metros dos corpos d'água, em áreas urbanas, e 1.000 (mil) metros, em áreas rurais.

Parágrafo único. Verificada a impossibilidade técnica de serem mantidas as distâncias de que trata este artigo ou de serem constituídos os dispositivos de prevenção de acidente, a execução do projeto poderá ser autorizada, desde que sejam oferecidas outras medidas de segurança.

Art. 81 Todo aquele que utilizar recursos hídricos para fins industriais ficará obrigado a abastecer-se em local à jusante do ponto de lançamento.

Seção VII

Do Uso e Conservação do Solo

Art. 82 A utilização do solo, para quaisquer fins, deverá, atender às seguintes disposições:

I - aproveitamento adequado e conservação das águas em todas as suas formas;

II - controle da erosão em todas as suas formas;

III - adoção de medidas para evitar processos de desertificação;

IV - procedimento para evitar assoreamento de cursos d'água e bacias de acumulação;

V - adoção de medidas para fixar taludes e escarpas naturais ou artificiais;

VI - procedimento para evitar a prática de queimadas, tolerando-as, somente, quando amparadas por normas específicas;

VII - medidas para impedir o desmatamento das áreas impróprias para exploração agro-silvo-pastoril, e promover o possível plantio de vegetação permanente nessas áreas, caso estejam degradadas;

VIII - procedimentos para recuperar, manter e melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo agrícola;

IX - adequação dos princípios conservacionistas da locação, construção e manutenção de barragens, estradas, canais de irrigação e escoadouros;

X - caracterização da utilização, exploração e parcelamento do solo, observado todas as exigências e medidas do Poder Público para a preservação e melhoria do meio ambiente.

Art. 83 Os assentamentos mediante o parcelamento do solo e a implantação de empreendimentos de caráter social, atenderão às normas desta lei, devendo ainda:

I - proteger as áreas destinadas ao abastecimento urbano, bem como suas áreas de contribuições imediatas;

II - prever a disposição final dos detritos sólidos de forma a não comprometer a saúde pública e os mananciais de abastecimento;

III - vedar a urbanização de áreas com acentuada declividade, sujeitas a inundações ou aterradas com material nocivo à saúde pública;

Seção VIII

Do Controle da Poluição Ambiental

Art. 84 Considera-se poluição o lançamento ou a liberação no meio ambiente de toda e qualquer forma de matéria ou energia:

I - em desconformidade com as normas, critérios e parâmetros ou com as exigências técnicas ou operacionais estabelecidas na legislação.

II - que, independentemente da conformidade com o inciso anterior, causem efetiva ou potencialmente:

- a) prejuízo à saúde, à segurança e ao bem-estar da população;
- b) dano à fauna, à flora e aos recursos naturais;
- c) prejuízo às atividades sociais e econômicas;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente.

Art. 85 A FEMA exercerá o controle e monitoramento de toda e qualquer substância considerada poluente, podendo exigir das empresas potencialmente poluidoras o automonitoramento de seus efluentes com periodicidade definida no regulamento.

Art. 86 A coleta, o armazenamento, a disposição final ou a reutilização de resíduos poluentes, perigosos ou nocivos em qualquer estado da matéria, sujeitar-se-ão ao licenciamento ambiental.

Art. 87 É proibido depositar, dispor, enterrar, infiltrar ou acumular no solo resíduos em qualquer estado de matéria, desde que sejam poluentes ou possam causar a degradação da qualidade ambiental.

Art. 88 Os resíduos de qualquer natureza, portadores de agentes patogênicos ou alta toxicidade, bem como inflamáveis, explosivos, radioativos e outros prejudiciais à saúde pública e ao meio ambiente, deverão ser tratados de acordo com normas estabelecidas pelo CONSEMA.

Art. 89 A disposição final do lixo processar-se-á em condições que não tragam malefícios ou inconveniências à saúde, ao bem-estar público ou ao meio ambiente.

Art. 90 É vedada a implantação de sistemas de coleta conjunta de águas pluviais e esgotos domésticos e industriais.

APÊNDICE

APÊNDICE A

MATRIZES DE ERROS

Matriz de Erros para o ano de 1984

Classes	Floresta Nativa	Cerrado	Campo Sujo	Agropastoril	Água	Total de linhas
Floresta Nativa	48	1	0	1	0	50
Cerrado	4	44	1	0	0	50
Campo Sujo	0	6	36	8	0	50
Agropastoril	0	1	2	47	0	50
Água	0	0	0	0	48	50
Total de colunas	52	52	39	56	48	250

$$\frac{250 * 223 - (52 * 50 + 52 * 50 + 39 * 50 + 56 * 50 + 48 * 50)}{62.500 - (52 * 50 + 52 * 50 + 39 * 50 + 56 * 50 + 48 * 50)} = \frac{43400}{50150} = 0,865$$

Kappa condicional

Floresta Nativa

$$\frac{250 * 48 - (52 * 50)}{250 * 52 - (52 * 50)} = \frac{9400}{10400} = 0,903$$

Cerrado

$$\frac{250 * 44 - (52 * 50)}{250 * 52 - (52 * 50)} = \frac{8400}{10400} = 0,807$$

Campo Sujo

$$\frac{250 * 36 - (39 * 50)}{250 * 39 - (39 * 50)} = \frac{7050}{7800} = 0,903$$

Agropastoril

$$\frac{250 * 47 - (56 * 50)}{250 * 56 - (56 * 50)} = \frac{8950}{11200} = 0,799$$

Água

$$\frac{250 * 48 - (48 * 50)}{250 * 48 - (48 * 50)} = \frac{9600}{9600} = 1$$

Matriz de Erros para o ano de 1989

Classes	Floresta nativa	Cerrado	Campo Sujo	Agropastoril	Água	Total de Linhas
Floresta Nativa	48	2	0	0	0	50
Cerrado	4	43	1	2	0	50
Campo Sujo	0	7	35	7	0	50
Agropastoril	0	1	1	48	0	50
Água	0	0	0	0	47	50
Total de colunas	52	53	37	57	47	250

$$\frac{250 * 221 - (52 * 50 + 53 * 50 + 37 * 50 + 57 * 50 + 47 * 50)}{62.000 - (52 * 50 + 53 * 50 + 37 * 50 + 57 * 50 + 47 * 50)} = \frac{42950}{50200} = 0,855$$

Kappa condicional

Floresta Nativa

$$\frac{250 * 48 - (52 * 50)}{250 * 52 - (52 * 50)} = \frac{9400}{10400} = 0,903$$

Cerrado

$$\frac{250 * 43 - (53 * 50)}{250 * 53 - (53 * 50)} = \frac{8100}{10600} = 0,764$$

Campo Sujo

$$\frac{250 * 35 - (37 * 50)}{250 * 37 - (37 * 50)} = \frac{6900}{7400} = 0,932$$

Agropastoril

$$\frac{250 * 48 - (57 * 50)}{250 * 57 - (57 * 50)} = \frac{9150}{11400} = 0,802$$

Água

$$\frac{250 * 47 - (47 * 50)}{250 * 47 - (47 * 50)} = \frac{9400}{9400} = 1$$

Matriz de Erros para o ano de 1994

Classes	Floresta nativa	Cerrado	Campo Sujo	Agropastoril	Água	Total de Linhas
Floresta Nativa	44	6	0	0	0	50
Cerrado	4	44	1	1	0	50
Campo Sujo	0	2	36	8	1	50
Agropastoril	0	2	1	47	0	50
Água	0	0	1	0	38	50
Total de colunas	48	54	39	56	39	250

$$\frac{250 * 209 - (48 * 50 + 54 * 50 + 39 * 50 + 56 * 50 + 39 * 50)}{62.500 - (48 * 50 + 54 * 50 + 39 * 50 + 56 * 50 + 39 * 50)} = \frac{40450}{50700} = 0,797$$

Kappa condicional

Floresta Nativa

$$\frac{250 * 44 - (48 * 50)}{250 * 48 - (48 * 50)} = \frac{8600}{9600} = 0,895$$

Cerrado

$$\frac{250 * 44 - (54 * 50)}{250 * 54 - (54 * 50)} = \frac{8300}{10800} = 0,768$$

Campo Sujo

$$\frac{250 * 36 - (39 * 50)}{250 * 39 - (39 * 50)} = \frac{7050}{7800} = 0,903$$

Agropastoril

$$\frac{250 * 47 - (56 * 50)}{250 * 56 - (56 * 50)} = \frac{8950}{11200} = 0,799$$

Água

$$\frac{250 * 38 - (39 * 50)}{250 * 39 - (39 * 50)} = \frac{7550}{7800} = 0,967$$

Matriz de Erros para o ano de 1999

Classes	Floresta nativa	Cerrado	Campo Sujo	Agropastoril	Água	Total de Linhas
Floresta Nativa	48	2	0	0	0	50
Cerrado	10	36	2	1	1	50
Campo Sujo	0	4	43	2	0	50
Agropastoril	1	1	4	44	0	50
Água	0	0	9	0	40	50
Total de colunas	59	43	58	47	41	250

$$\frac{250 * 211 - (59 * 50 + 43 * 50 + 58 * 50 + 47 * 50 + 41 * 50)}{62.500 - (59 * 50 + 43 * 50 + 58 * 50 + 47 * 50 + 41 * 50)} = \frac{40350}{50100} = 0,805$$

Kappa condicional

Floresta Nativa

$$\frac{250 * 48 - (59 * 50)}{250 * 59 - (59 * 50)} = \frac{9050}{11800} = 0,766$$

Cerrado

$$\frac{250 * 36 - (43 * 50)}{250 * 43 - (43 * 50)} = \frac{6850}{8600} = 0,796$$

Campo Sujo

$$\frac{250 * 43 - (58 * 50)}{250 * 58 - (58 * 50)} = \frac{7850}{11600} = 0,676$$

Agropastoril

$$\frac{250 * 44 - (47 * 50)}{250 * 47 - (47 * 50)} = \frac{8650}{9400} = 0,920$$

Água

$$\frac{250 * 40 - (41 * 50)}{250 * 41 - (41 * 50)} = \frac{7950}{8200} = 0,969$$

Matriz de Erros para o ano de 2004

Classes	Floresta nativa	Cerrado	Campo Sujo	Agropastoril	Água	Total de Linhas
Floresta Nativa	48	2	0	0	0	50
Cerrado	7	38	3	2	0	50
Campo Sujo	0	2	38	9	0	50
Agropastoril	0	0	0	50	0	50
Água	0	0	0	0	50	50
Total de colunas	55	42	41	61	50	250

$$\frac{250 * 224 - (55 * 50 + 42 * 50 + 41 * 50 + 61 * 50 + 50 * 50)}{250 * 224 - (55 * 50 + 42 * 50 + 41 * 50 + 61 * 50 + 50 * 50)} = \frac{43550}{50050} = 0,870$$

Kappa condicional

Floresta Nativa

$$\frac{250 * 48 - (55 * 50)}{250 * 55 - (55 * 50)} = \frac{9250}{11000} = 0,849$$

Cerrado

$$\frac{250 * 38 - (42 * 50)}{250 * 42 - (42 * 50)} = \frac{7400}{8400} = 0,880$$

Campo Sujo

$$\frac{250 * 38 - (41 * 50)}{250 * 41 - (41 * 50)} = \frac{7450}{8200} = 0,908$$

Agropastoril

$$\frac{250 * 50 - (61 * 50)}{250 * 61 - (61 * 50)} = \frac{9450}{12200} = 0,774$$

Água

$$\frac{250 * 50 - (50 * 50)}{250 * 50 - (50 * 50)} = \frac{10000}{10000} = 1$$