

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

Legislação e Geotecnologias na Definição das
Áreas de Preservação Permanente e das
Reservas Legais: Aplicação à Bacia do Córrego
das Posses, Município de Extrema – MG.

Thiago Salomão de Azevedo

Orientador: Prof.a Dra. Lúcia Helena de Oliveira Gerardi

Tese de Doutorado elaborada junto ao
Programa de Pós-Graduação em Geografia
- Área de Concentração em
Organização do Espaço, para
obtenção do Título de
Doutor em Geografia

Rio Claro (SP)
2008

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Lúcia Helena de Oliveira Gerardi

Prof. Dr. Marcos Norberto Boin

Prof. Dr. Sylvio Luiz Andreozzi

Profa. Dra. Maria Inez Pagani

Profa. Dra. Magda Adelaide Lombardo

Thiago Salomão de Azevedo

- aluno (a)-

Rio Claro, 17 de Outubro de 2007

Resultado: _____

Dedico este trabalho a minha
Mãe Geógrafa *in memoriam*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus.

A todas as forças espirituais que tanto me ajudam.

Ao meu pai Antônio Fernando, à minha irmã Maria Fernanda e à minha avó Aurora Duzi, por acreditar.

A minha família pelo apoio.

À Profa. Dra. Lúcia Helena de Oliveira Gerardi pela orientação, conselhos e confiança, durante o desenvolvimento desta tese.

À Profa. Dra. Iandara Alves Mendes, pelos conselhos e sugestões sobre a geomorfologia fluvial da área de estudo.

Aos Professores Dr. Marcos César Ferreira, Dr. Nelson Jesus Ferreira, Dr. João Afonso Zavattini e Dra. Maria Inês Pagani, pelas informações e sugestões importantes.

Ao Prof. Dr. Harold Gordon Fowler, pelo apoio.

Ao Paulo Henrique Pereira, Gestor Ambiental da Prefeitura de Extrema, pela ajuda indispensável.

Ao Marinho e ao Rui, funcionários da Prefeitura de Extrema, pela ajuda no trabalho de campo.

Aos funcionários da Pós-Graduação em Geografia, do CEAPLA e da Biblioteca, pela ajuda.

A Iára pelo carinho, atenção, enfim...

A Nilva Aparecida Sampaio, pelo apoio, carinho e amizade.

Aos amigos, José Carlos Toledo Veneziani Jr. e Fernando José Zara, pela convivência e amizade.

Aos amigos e amigas que por ventura esqueci-me de mencionar, muito obrigado.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

EPÍGRAFE

... "Se o homem é bom, eu o respeito
Se gostar de mim, morro por ele...
Mas, se por ser forte
Entender de humilhar-me
Ai, sertão, viverei o teu drama selvagem" ...

(Vital Farias)

RESUMO

No Brasil, a estratégia governamental para garantir o uso sustentado dos recursos naturais em propriedades privadas está baseada na adoção de medidas de comando e controle estabelecidas pelo Código Florestal, sob a forma de Áreas de Preservação Permanente (APP) e de Reservas Legais (RL). Considerando esta premissa, o objetivo principal deste trabalho é verificar se, com o cumprimento da legislação ambiental brasileira estabelecida no Código Florestal, com referência as APP's e RL's, é possível restabelecer a conectividade estrutural da paisagem, tomando como exemplo a bacia do córrego das Posses, localizada no município de Extrema-MG. Os objetivos secundários, que subsidiam o principal são: o mapeamento das áreas que devem ser conservadas e das áreas em que se devem proceder medidas de restauração e/ou o estabelecimento de cenários alternativos de ocupação da bacia do córrego das Posses, considerando a conservação dos recursos florestais em terras privadas como fator prioritário para a locação das áreas estabelecidas pelo Código Florestal Brasileiro. A metodologia empregada neste trabalho foi embasada no estabelecimento de critérios que fundamentaram a localização das áreas prioritárias de APP's e de RL's. Através da utilização de geotecnologias tais critérios foram espacializados, originando cenários que mostram o grau de degradação da paisagem. Os resultados mostram que, nas Áreas de Preservação Permanente e nas Reservas Legais, a legislação ambiental não está sendo cumprida. Entretanto, para a bacia das Posses, a regularização das propriedades com relação ao Código Florestal não é suficiente para manter a conectividade da paisagem, pois ainda assim a área de matas não atinge o limite mínimo exigido para que a mesma percole.

ABSTRACT

The government strategy to ensure the sustainable use of natural resources on private lands in Brazil is based on the adoption of the command and control measures established by the Forest Code under the form of Permanent Preservation Areas (PPA) and Legal Reserves (LR). The main purpose of this study is to verify if it would be possible to restore the structural connectivity of *Posses* watershed landscape located in Extrema City, Minas Gerais State, by the enforcement of the environmental legislation established in Brazil Forest Code with reference to PPA and LR. The objectives which contribute to the furtherance of the main purpose are: a) the mapping of areas that must be preserved and b) the mapping of areas in which measures of recuperation and/or establishment of some alternative occupation scenarios to *Posses* watershed must be carried out, taking into consideration forest resources conservation on private lands as a primary factor for the allocation of areas established by the Brazilian Forest Code. The methodology used in this study was based on designations of criteria that substantiated the allocation of priority areas of PPA and LR. These criteria were spatialized through the usage of geotechnologies, creating scenarios that show landscapes degradation. The results demonstrate that in Permanent Preservation Areas and Legal Reserves the environmental legislation is not being enforced. However, for *Posses* watershed area, the regularization of the properties regarding to the Forest Code is not sufficient to maintain the landscape connectivity since forested areas still does not reach the minimum required for it to percolate.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Comparação entre as imagens Quick Bird, Spot e Landsat de uma parte do Município de Rio Claro	23
Figura 2 – Estratégias de restauração da conectividade da paisagem.....	54
Figura 3 – Estratégias de restauração ecológica proposta na teoria do aumento da permeabilidade da matriz.....	56
Figura 4 – Evolução do uso da terra do Município de Extrema no período de 1955 a 2006 (em % da área total do município)	59
Figura 5 – Configuração de mosaico da paisagem.....	62
Figura 6 – Seqüência metodológica empregada na pesquisa.....	65
Figura 7 – Identificação do terço superior dos morros.....	76
Figura 8 – Evolução dos fragmentos florestais entre 1972 e 2005 em % e número na bacia das Posses.....	92
Figura 9 – Locais que ocorreram os impactos negativos na bacia do córrego das Posses: (A) Deslizamento da encosta, (B e C) Assoreamento e entulhamento dos rios.....	104
Figura 10 – Porcentagem da Área de Preservação Permanente nas propriedades do córrego das Posses.....	107
Figura 11 – Situação da recomposição das APP's nas propriedades do córrego das Posses.....	108
Figura 12 – Situação da recomposição das APP's Rios nas propriedades do córrego das Posses.....	109
Figura 13 – Situação da recomposição das APP's Topo de Morros nas propriedades do córrego das Posses.....	110
Figura 14 – Situação da recomposição das APP's Nascentes nas propriedades do córrego das Posses.....	111
Figura 15 – Situação da recomposição das APP's Lagos nas propriedades do córrego das Posses.....	112
Figura 16 – Situação da recomposição das APP's Declividade maior do que 45° nas propriedades do córrego das Posses.....	112
Figura 17 – Situação da recomposição das RL's nas propriedades do córrego das Posses.....	115
Figura 18 – Situação do cálculo do ITR das propriedades rurais maiores do que 30 ha, da bacia do córrego das Posses, quando as APP's e as RL's estão de acordo com o Código Florestal.....	118

Figura 19 – Porcentagem da área das Propriedades que devem ter APP e/ou RL Implementadas na bacia do córrego das Posses.....	121
Figura 20 – Área de Preservação Permanente cercada, exemplo da estratégia PSA na bacia do córrego das Posses.....	124
Figura 21 – Simulação do rendimento proposto pela PSA nas propriedades da bacia das Posses.....	125
Mapa 1 – Localização da área de estudos.....	57
Mapa 2 – Mapa de localização dos pontos de controles utilizados para o georreferenciamento.....	69
Mapa 3 – Mapa de uso do solo da bacia do córrego das Posses no ano de 1972.....	86
Mapa 4 – Mapa de uso do solo da bacia do córrego das Posses no ano de 2005.....	87
Mapa 5 – Mapa de declividade da bacia das Posses.....	90
Mapa 6 – Mapa das APP's da bacia do córrego das Posses.....	94
Mapa 7 – Mapa das APP's ao longo dos Rios da bacia do córrego das Posses	97
Mapa 8 – Mapa das APP's no entorno dos Lagos da bacia do córrego das Posses.....	98
Mapa 9 – Mapa das APP's no entorno das Nascentes da bacia do córrego das Posses.....	99
Mapa 10 – Mapa das APP's nos Topos de Morros da bacia do córrego das Posses.....	100
Mapa 11 – Mapa das APP's com Declive maior do que 45 ^o da bacia do córrego das Posses.....	101
Mapa 12 – Mapa dos locais onde as APP's, da bacia do córrego das Posses, devem ser recuperada.....	103
Mapa 13 – Mapa das APP's nas propriedades da bacia do córrego das Posses.....	106
Mapa 14 – Mapa das RL's nas propriedades da bacia do córrego das Posses.....	114
Mapa 15 – Mapa das áreas prioritárias para a alocação de Reserva Legal.....	128
Mapa 16 – Cenários da paisagem restaurada.....	130

Quadro 1 – Chave de classificação dos tipos de uso do solo na bacia das Posses- Extrema/MG, no ano de 1972.....	67
Quadro 2 – Chave de classificação dos tipos de uso do solo na bacia das Posses - Extrema/MG, no ano de 2005.....	72
Quadro 3 – Matriz de decisão para a determinação de suscetibilidade à erosão.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação dos produtos de dados de sensoriamento remoto orbital.....	21
Tabela 2 – Evolução da área cultivada com lavouras permanentes e temporárias do Município de Extrema no período de 1955 a 2006	60
Tabela 3 – Material cartográfico utilizado.....	66
Tabela 4 – Material fotográfico utilizado.....	66
Tabela 5 – Sistema de uso da terra e revestimento do solo para utilização com dados de sensoriamento remoto	71
Tabela 6 – Uso do solo na bacia do córrego das Posses.....	88
Tabela 7 – Classes de declividade da bacia do córrego das Posses.....	89
Tabela 8 – Comparação das métricas de ecologia de paisagem na bacia do córrego das Posses entre 1972 e 2000.....	91
Tabela 9 – Uso do solo nas APP's da bacia do córrego das Posses.....	95
Tabela 10 – Categorias de APP's da bacia do córrego das Posses.....	96
Tabela 11 – Comparação das métricas de ecologia de paisagem na bacia do córrego das Posses entre a paisagem atual e a paisagem com as áreas de APP e RL recuperadas	129

SUMÁRIO

1 – Introdução.....	14
2 – Bases teórico-conceituais e factuais da pesquisa.....	20
2.1 – Sensoriamento remoto de alta resolução.....	20
2.1.1 – Sensores de alta resolução aplicados a estudos de natureza geográfica.....	22
2.1.1.1 – Aplicações das imagens de alta resolução.....	24
2.2 – Legislação ambiental, Áreas de Preservação Permanente e Áreas de Reserva Legal.....	28
2.2.1 – Histórico.....	28
2.2.2 – Áreas de Preservação Permanente.....	33
2.2.3 – Áreas de Reserva Legal.....	40
2.2.4 – Geotecnologias utilizadas para a análise e cumprimento da legislação ambiental.....	47
2.3 – A restauração da conectividade da paisagem.....	49
3 – Caracterização da Área de Estudo.....	57
4 – Procedimentos Metodológicos.....	65
4.1 – Cartografia.....	66
4.1.1 – Uso do solo 1972 e 2005.....	66
4.1.2 – Áreas de Preservação Permanente.....	74
4.2 – Quantificação dos desvios de uso das Áreas de Preservação Permanente e das Reservas Legais.....	78
4.3 – Determinação das áreas prioritárias para a implantação da RL nas propriedades da bacia das Posses.....	79
4.4 – Comparação entre a paisagem da bacia das Posses no ano de 2005 e o cenário proposto pela determinação das áreas prioritárias para a implantação de APP e da RL.....	84
5 – Resultados.....	85
6 – Considerações Finais.....	136

7 – Referências.....	137
8 – Apêndices.....	152

1. Introdução

Os ecossistemas naturais vêm sofrendo perturbações ambientais desde o momento em que o fogo e a caça começaram a ser utilizados. Com a domesticação de plantas e animais, o desmatamento se deu progressivamente, provocando uma rápida diminuição da cobertura vegetal natural, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais.

Apenas para nos reportarmos a tempos mais recentes, no período de 1990 a 2000, o desmatamento mundial das florestas tropicais foi estimado em 167.200.000 de hectares. Na América do Sul, no mesmo período, o desflorestamento foi de 37.200.000 hectares, sendo que somente no Brasil, foram devastados 23.000.000 de hectares de florestas (FAO, 2001).

Esta alteração é possibilita a fragmentação da paisagem que, desta forma, passa a ser composta por mosaicos de vegetação nativa estruturados em fragmentos florestais de diferentes dimensões e formas (AZEVEDO, 2003).

A estrutura e a dinâmica da fragmentação da paisagem variam em função de uma série de fatores como: o histórico de perturbação;

a forma dos fragmentos; o tipo de vizinhança e o grau de isolamento. A paisagem fragmentada apresenta uma série de características que a diferenciam da paisagem contínua da qual se originou e, dependendo destas características, pode sofrer maior ou menor alteração (SHELHAS; GREENBERG, 1996).

Dentre as inúmeras alterações que a paisagem fragmentada sofre, o aspecto mais grave da fragmentação florestal é a perda de diversidade, que ocorre através da modificação da sua estrutura física. Um dos fatores que mais afetam os fragmentos é o efeito de borda (VIANA; TABANEZ, 1997), que, segundo Forman e Godron (1986), é definido como uma alteração na composição e ou na abundância relativa de espécies na parte marginal de um fragmento, causando alterações estruturais.

A vegetação localizada nas bordas passa a ser afetada por um aumento intenso da radiação solar e de ventos, que causam aumento da temperatura e diminuição da umidade do solo. A fragmentação, ao mudar o microclima da floresta, pode favorecer o desenvolvimento das espécies pioneiras, comprometendo a estrutura dos fragmentos. O efeito de borda também afeta o comportamento da fauna, como por exemplo, a elevação das taxas de predação em ninhos (TABANEZ, 1995).

Desta forma, para minimizar os efeitos dos processos de fragmentação e degradação, é necessário efetuar o manejo adequado da paisagem. Atualmente, segundo Kageyama et al. (2003), esta estratégia é denominada de restauração ecológica de ecossistemas naturais ou, simplesmente, de restauração florestal.

A definição de restauração ecológica adotada pela "Society for Ecological Restoration" é a ciência, prática e arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variedade na estrutura e no funcionamento dos processos ecológicos, considerando-

se seus valores ecológicos, econômicos e sociais (ENGEL; PARROTTA, 2003, p. 6).

Esta definição considera que restaurar um ecossistema não é copiar exatamente um modelo da natureza, mas sim recuperar a estabilidade e a integridade do ecossistema, almejando recriar comunidades ecologicamente viáveis, protegendo e fomentando a capacidade natural de mudança dos ecossistemas, resgatando a harmonia entre o homem e o meio (ENGEL; PARROTTA, 2003).

Para Metzger (2003), a restauração ecológica pode ter objetivos diversos dependendo da escala de abordagem. Por exemplo, escalas espaciais mais amplas (regional ou até mesmo continental), que englobam um conjunto de ecossistemas, devem ser consideradas como áreas prioritárias, pois embora degradadas, têm reconhecido valor biológico, como os "hot-spots" de biodiversidade, refúgios ecológicos e áreas com alto grau de endemismo. Já em uma escala mais pontual (propriedades privadas), as áreas prioritárias sugeridas para a restauração são as áreas onde o uso do solo é inadequado.

Para Ranieri (2004), a restauração dos ecossistemas naturais, em uma escala pontual, deve ser parte integrante das estratégias voltadas para a conservação dos recursos naturais dos ecossistemas, pois o pequeno percentual de unidades de conservação têm se mostrado insuficiente para garantir a conservação da biodiversidade.

Segundo Doremus (2003), existem inúmeras estratégias, de ação governamental para se efetuar a conservação e a restauração dos ecossistemas naturais em propriedades privadas. Nos Estados Unidos, por exemplo, as cinco principais estratégias são:

- 1- Programas educacionais embasados por campanhas conservacionistas de agências ambientais;
- 2- A compra dos direitos de uso da terra privada pelo governo;
- 3- O incentivo econômico, isto é, os proprietários que efetuarem a conservação dos ecossistemas naturais podem

receber compensações do governo na forma de perdão de dívidas, redução nas taxas de créditos e até na forma de remuneração monetária;

- 4- A criação de mercados para a conservação, por exemplo, a negociação de créditos de carbono e o ecoturismo;
- 5- Proibições e restrições de uso. Neste caso, o não cumprimento das normas estabelecidas implica em multa, no confisco de bens e na suspensão de contratos com o governo.

Segundo Ranieri (2004), na Costa Rica, as questões relativas à preservação dos recursos naturais estão baseadas na Lei 7.761-98, que estabelece medidas de controle de uso do solo em propriedades particulares visando à preservação florestal. Esta lei estabelece a proibição da supressão da cobertura vegetal das áreas de proteção¹ e o direito de receber remuneração por serviços ambientais prestados aos proprietários que mantiverem a vegetação florestal.

No Brasil, a estratégia governamental para a restauração e a conservação dos ecossistemas, em propriedades privadas, está baseada na adoção de medidas de comando e controle estabelecidas pelo Código Florestal, sob a forma de Áreas de Preservação Permanente (APP) e as Reservas Legais (RL), que serão detalhadas mais adiante.

Considerando o quadro apresentado, o objetivo principal deste trabalho é verificar se, com o cumprimento da legislação ambiental brasileira estabelecida no Código Florestal, com referência as Áreas de Preservação Permanentes e as Reservas Legais, é possível restabelecer a conectividade estrutural da paisagem, tomando como exemplo a bacia do córrego das Posses, localizada no município de Extrema-MG. Os objetivos secundários, que subsidiam o

¹ As Áreas de Proteção, segundo a Lei 7.761/98 da Costa Rica são: 1- Todas as áreas no raio de 100m das nascentes. 2- Ao longo das margens dos rios, localizados em terrenos planos, em uma faixa marginal de 15m nas áreas rurais e de 10m nas áreas urbanas, quando o terreno está em declive, a faixa marginal é de 50m. 3- Nas margens de lagos naturais e de reservatórios artificiais construídos pelo Estado, em uma faixa de 50m. 4- Nas áreas de recarga de aquíferos.

principal são: o mapeamento das áreas que devem ser conservadas e das áreas em que se devem proceder medidas de restauração e/ou o estabelecimento de cenários alternativos de ocupação da bacia do córrego das Posses, considerando a conservação dos recursos florestais em terras privadas como fator prioritário para a localização das áreas estabelecidas pelo Código Florestal Brasileiro.

A adoção da bacia hidrográfica como unidade de estudo, como forma de reordenar a utilização, organização espacial e administração dos recursos naturais se assenta nas indicações do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA que, pela Resolução 020/86 estabelece a bacia hidrográfica como unidade básica para estudos de impacto ambiental (BRASIL, 1986).

Do ponto de vista científico segundo Montgomery et al. (1995) e Kageyama et al. (2007), e a escolha da bacia hidrográfica como unidade de estudo deve-se ao fato de que ela possui limites bem definidos, o que permite o entendimento das interações ecológicas com a dinâmica da paisagem, pelo estabelecimento das relações de causa e efeito entre as atividades de uso e a degradação ambiental, considerando o fato de que, muitas vezes, a mesma ação quando implementada em diferentes locais da bacia pode resultar em impactos diferentes.

A área de estudo localiza-se em uma região muito rica em mananciais, pertencente às cabeceiras do rio Jaguari, cuja bacia tem uma vazão média anual de 25 m³/seg e um rendimento específico de aproximadamente 25 l/seg/ km², sendo contribuinte do Sistema Cantareira, responsável pelo abastecimento de 9 milhões de pessoas da Grande São Paulo e o principal afluente do Rio Piracicaba, dando a ele o caráter de Rio Federal (SÃO PAULO, 2004; EXTREMA, 2005a).

A bacia do córrego das Posses, uma das sub-bacias das cabeceiras do Jaguari, apresenta um estágio de degradação elevado, sendo considerada a bacia hidrográfica mais degradada do Município

de Extrema (EXTREMA, 2006b), daí sua escolha como lócus da pesquisa.

O presente trabalho procura, a partir da identificação de situações de desacordo, construir cenários de atendimento a legislação ambiental na bacia das Posses. A estrutura deste trabalho está hierarquizada em três capítulos. No primeiro capítulo são apresentados e discutidos os tópicos mais relevantes para a compreensão das bases conceituais e factuais da pesquisa e a caracterização da área de estudo. O segundo capítulo contém os procedimentos metodológicos utilizados. Por fim, o terceiro capítulo trata do estudo de caso na bacia das Posses, onde são apontados e analisados, a ocupação do solo das propriedades rurais e os cenários possíveis, perante a legislação ambiental brasileira.

2. Bases teórico-conceituais e factuais da pesquisa

2.1 Sensoriamento remoto de alta resolução

A dinâmica do uso da terra tem alterado, com uma velocidade muito grande, as paisagens e os ecossistemas. Tais mudanças têm exigido que o monitoramento ambiental seja efetuado com maior rapidez e eficácia, gerando um aumento significativo no volume dos dados resultantes de sensoriamento remoto (EHLERS, 2005). Novas tecnologias como o uso de sistema de posicionamento global (GPS) e os sistemas de satélites multisensores produzem dados com resoluções espaciais e espectrais cada vez maiores em intervalos de tempo cada vez menores (EHLERS, 2005)².

A interpretação ou fotointerpretação de imagens de satélites, na forma digital ou analógica, envolve a manipulação e a interpretação de imagens oriundas de imageadores orbitais. Este

² A história do Sensoriamento Remoto é um assunto bastante controverso e pode ser resgatada em Novo (1989); Toutin; Cheng (2000); Moreira (2001); Sadeguián et al. (2001); Dial et al. (2003), Zanoni; Goward (2003); Noguchi et al. (2004); Ehlers (2005), Blaschke et al. (2005), Pinheiro; Kux (2005) e Silveira et al. (2005).

procedimento se baseia na extração de informações a respeito dos alvos da superfície terrestre, com base nas suas respostas espectrais (MOREIRA, 2001). Segundo Rodrigues e Silva (2005), graças à grande facilidade de obtenção de imagens a partir de satélites é possível monitorar e identificar de forma contínua as mudanças ocorridas na superfície terrestre, pois as imagens geradas opto-eletronicamente com resolução elevada permitem o aumento do detalhamento das informações espaciais. Os alvos imageados pelos sensores de resolução métrica são extremamente detalhados (Tabela 1) (MÖLLER, 2005 e SADEGHIAN et al., 2001).

Tabela 1: Comparação dos produtos de dados de sensoriamento remoto orbital.

Resolução (m)	Designação	Sistema Sensor	Escala de Trabalho
> 0,5 – 1,0	Resolução Muito Alta	QUICKBIRD (2001) IKONOS – Pancromático (2001)	1:10.000
4,0	Resolução Alta	IKONOS – Multiespectral (1999)	1:15.000
> 4,0 – 12	Resolução Média	IRS – pancromático (1996) SPOT – Pancromático (1986)	1:25.000
> 12 – 50	Resolução Baixa	IRS – multispectral (1988) SPOT – multispectral (1986) LANDSAT ETM – Multiespectral e Pancromático (1984)	1:100.000
> 50 – 250	Baixa Resolução	LANDSAT MSS (1972)	1:500.000
> 250	Resolução Muito Baixa	METEOSAT (1977) NOAA (1960)	> 1:500.000

Fonte: Adaptado de Sadeghian et al. (2001); Möller (2005).

Até o final do século XX, na década de 1980, os sistemas sensores possuíam resoluções geométricas da ordem de 30m. Segundo Möller (2005), a partir do ano de 1999, os novos sistemas

imageadores abrem novas perspectivas e chances para o sensoriamento remoto, pois o nível de detalhamento e conseqüentemente as escalas de trabalho aumentaram, propiciando a observação de uma grande variedade de estruturas espaciais que não podiam ser vistas anteriormente, como por exemplo, as áreas urbanas e as áreas de topografia complexa.

2.1.1 Sensores de alta resolução aplicados a estudos de natureza geográfica

Na literatura atual sobre o assunto, podem-se encontrar dois eixos temáticos³. O primeiro está baseado nos fundamentos técnico-metodológicos dos novos sistemas sensores e nas suas características físico-estruturais. As elevadas resoluções exigem um novo tipo de processamento digital, diferente da observação de pixels unitários, isto é, ao invés de classificar os pixels individualmente quanto às suas características espectrais, os novos procedimentos de classificação consideram a delimitação de objetos homogêneos como base para o processamento posterior. Os procedimentos utilizados baseiam-se na segmentação da imagem de satélite e a partir das características mais relevantes desses elementos em relação ao comportamento espectral, textura, forma e informação contextual, elaboram-se associações como as de classes de uso do solo, por exemplo. Este processo supera as classificações baseadas em pixels, pois a dimensão espacial da informação é mais detalhada (BLASCHKE et al., 2005).

Trabalhos realizados com esta metodologia, segundo a literatura encontrada, apresentam resultados que variam de 85 a 90% de confiabilidade. Dentre os métodos utilizados para efetuar

³ Para maiores informações sobre a aplicação destes métodos buscar em: Hanley; Fraser (2001); Sande et al. (2003); Mumby; Edwards (2003); Shakelford; Davis (2003a); Shakelford; Davis (2003b); Small (2003); Andersen et al. (2005); Baatz; Mimler (2005); Dlugogz et al. (2005); Janoth et al. (2005), Kok et al. (2005), Lang (2005); Leukert (2005); N-Barbosa et al. (2005); Neubert; Meinel (2005) e Silveira et al. (2005).

este tipo de classificação digital destaca-se um procedimento inovador de análise de imagens fundamentado em lógica fuzzy, permitindo a identificação de alvos com mais precisão (BLASCHKE et al., 2005).

O segundo eixo temático está fundamentado na integração dos novos sistemas sensores com os SIG's e suas aplicações na perspectiva geográfica. Atualmente, a obtenção de dados espaciais confiáveis e parâmetros fisiográficos e ecológicos da paisagem é de grande importância para estudos que envolvam o planejamento e a gestão ambiental. Desta forma, o sensoriamento remoto de resolução métrica é de extrema importância, já que permite a obtenção de dados mais próximos da realidade (Figura 1A), ao invés de "dados de pixels" (Figura 1B e 1C), (BLASCHKE et al., 2005).

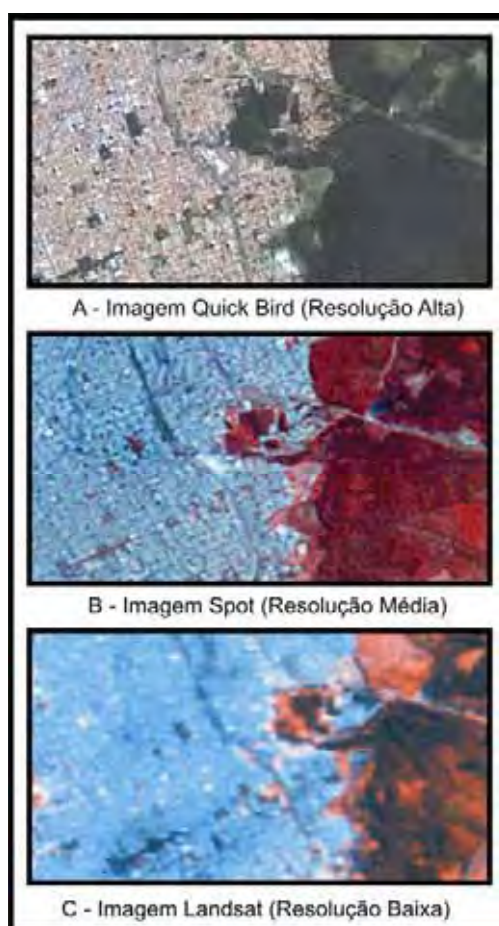


Figura 1: Comparação entre as imagens Quick Bird, Spot e Landsat de uma parte do município de Rio Claro.

Fonte: Imagens cedidas pelo CEAPLA – UNESP – Rio Claro.

2.1.1.1 Aplicações das imagens de alta resolução

Segundo Souza et al. (2005), as imagens do satélite IKONOS podem ser amplamente utilizadas nos estudos urbanos, pois a qualidade da resolução espacial permite a diferenciação dos objetos existentes neste ambiente mais facilmente. Baseados nesta premissa, os autores afirmam que novos métodos de classificação das imagens de satélite de resolução métrica, para obtenção de informações espaciais, surgem como uma alternativa aos métodos mais tradicionais (pixel-a-pixel). Neste contexto, os autores propõem analisar a eficiência do uso das imagens de alta resolução espacial na elaboração do mapeamento do uso do solo intra-urbano, tendo como base o nível hierárquico de classificação de alvos urbanos descrito em Herold et al. (2002). Com utilização de imagens pancromáticas do satélite IKONOS-2, a aplicação desta metodologia de classificação permitiu a compilação de um mapa de uso do solo urbano muito mais preciso.

Para Passos et al. (2005), a utilização dos avanços tecnológicos, especialmente do sensoriamento remoto de alta resolução, amplia o espectro de aplicações no âmbito urbano. Os autores efetuaram um estudo baseado na tentativa de viabilizar o uso da imagem IKONOS como fonte de dados cartográficos destinados a fins cadastrais. Os autores concluíram que a utilização da imagem IKONOS diminuiu consideravelmente o erro de localização dos alvos, podendo ser identificados com mais facilidade e precisão.

No processo da digitalização da imagem IKONOS, ficou evidente porém a dificuldade de se delinear as feições urbanas, pela falta da visão tri-dimensional. Esta dificuldade está associada à forma de coleta da imagem, isto é, a captura de alvos espaciais por varredura

acarreta problemas relacionados com sombras, que causam a perda da informação na região sombreada.

Contudo, Passos et al. (2005) afirmam que, a partir do erro médio quadrático calculado entre a restituição da imagem e a restituição aerofotogramétrica, a imagem IKONOS pode ser utilizada para gerar mapas em uma escala de até 1:5.000, sendo esta última pertencente a classe C (segundo o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC), ou seja, erro planimétrico igual a 3 metros. Neste contexto, segundo os autores, a imagem IKONOS é um importante instrumento na detecção de alterações, entretanto não atende às necessidades do cadastro técnico municipal, que trabalha com uma planta cadastral na escala 1:2.000, com erro padrão de 0,6 m em planimetria e 0,3 m em altimetria (segundo o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC).

Small (2003) utilizou imagens do IKONOS para quantificar as características espaciais e espectrais de 14 áreas urbanas diferentes, localizadas em diferentes partes do planeta. Os resultados desta pesquisa mostraram que através da imagem pancromática do IKONOS, com um metro de resolução, foi possível detalhar as variações do espaço urbano. Já a imagem multiespectral do IKONOS, com quatro metros de resolução, não apresentou a mesma eficiência da imagem pancromática.

Seelan et al. (2003) afirmaram que os fazendeiros do mundo todo estão procurando modos para maximizar a produção usando sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica (SIG) e os sistemas de posicionamento global (GPS) como suportes tecnológicos para a agricultura de precisão.

Mangabeira et al. (2003) realizaram a caracterização do uso da terra em uma área rural, localizada no município de Holambra, situado a 145 km da cidade de São Paulo. Neste trabalho, foram adotados os procedimentos metodológicos contidos nas Normas Técnicas para Mapeamento de Recursos Naturais através de Sensoriamento Remoto e do Manual Técnico de Uso da Terra,

elaborado pelo INCRA e pelo IBGE, respectivamente. Os autores obtiveram as informações a partir de imagens do satélite IKONOS (no formato digital) já georreferenciada, compostas de uma banda espectral pancromática de um metro de resolução espacial e quatro bandas espectrais (azul, verde, vermelho e infra-vermelho próximo) com resolução espectral de quatro metros. O procedimento metodológico baseou-se primeiramente na verificação, interpretação e digitalização das categorias de uso das terras ou classes de uso em unidades simples do município. Os autores afirmaram que os resultados parciais mostraram que os dados do satélite de alta resolução permitem mapear detalhes que antes não eram possíveis com o uso de imagens dos satélites até então utilizados.

Neste contexto, os autores concluem que os resultados possibilitaram a melhor compreensão da diversidade das explorações agrícolas existentes nesta região e que este método pode ser usado para estudos sobre levantamento dos recursos naturais, avaliação e análises de impactos ambientais, sociais e econômicos da agricultura, estudos de sustentabilidade agrícola e pesquisas espaço-temporais do uso das terras.

Mehner et al. (2004) afirmaram que as metodologias tradicionais para mapear a vegetação, utilizadas principalmente por ecólogos, que consistem no trabalho de campo e mapeamento através de fotografias aéreas, podem ser melhoradas pelo uso de imagens IKONOS, que superam as deficiências das imagens de satélites Landsat e Spot.

Clark et al. (2004) utilizaram imagens dos satélites de alta resolução espacial IKONOS e QUICK-BIRD para medir índices de mortalidade das árvores das florestas tropicais, com a finalidade de verificar as possíveis interferências das mudanças globais.

Thenkabaila et al. (2004) compararam dados dos sensores IKONOS, ALI e Landsat-7 para modelar e classificar a vegetação de floresta tropical do sul de Camarões. Os autores concluíram que todos

os sensores utilizados apresentaram limitações na classificação da vegetação, pois os algoritmos de classificação explicaram somente de 13 a 60% da variabilidade da biomassa das florestas primárias, secundárias e climax. Porém, os sensores mais significativos foram o do IKONOS e o ALI.

Narumalani et al. (2004) utilizaram sensores remotos de resolução métrica para quantificar a evolução espaço temporal da paisagem, avaliando mudanças no tipo de uso do solo e seus impactos ecológicos no Parque Nacional de Effigy Mounds National Monument (EFMO), Iowa, USA.

Segundo Asner et al. (2003), a complexidade biológica e estrutural das florestas tropicais e as variações espaciais das savanas podem ser avaliadas por dados de sensoriamento remoto. Os autores utilizaram quarenta e quatro imagens do IKONOS da Large-Scale Biosphere–Atmosphere Experiment in Amazonia (LBA) para quantificar a variação espacial da cobertura vegetal da Floresta Amazônica Brasileira e de áreas de Cerrado. Os resultados mostraram que as imagens de satélite de resolução métrica são eficientes para quantificar a variação do dossel vegetal tanto em áreas de floresta mais densa (Floresta Equatorial) quanto em áreas de floresta mais aberta (Savanas).

Assim, a utilização de imagens de alta resolução está se consolidando como rotina em aplicações que até o presente momento eram exclusivamente reservadas às fotografias aéreas, uma vez que tem apresentado inúmeras vantagens aos procedimentos convencionais utilizados, pois permitem que os alvos sejam mapeados com maior precisão, detalhe e rapidez, propiciando conseqüentemente a redução do trabalho de campo e os custos de mapeamento (EHLERS, 2005).

2.2 Legislação ambiental, Áreas de Preservação Permanente e Áreas de Reserva Legal

2.2.1 Histórico

As questões relacionadas à preservação e à conservação do ambiente têm se tornado uma crescente preocupação da sociedade nas últimas décadas. Esta constatação está ligada ao futuro do homem, pois sem que existam condições ambientais adequadas, a manutenção da vida é impossível. A exaustão das reservas naturais e seu impacto sobre os ecossistemas vêm firmando a consciência da necessidade da realização de ações que levem efetivamente ao resgate de um meio ambiente saudável.

No Brasil, historicamente, sempre houve preocupação com a preservação da vegetação natural. Segundo Martini (2004), o Regimento do Pau-Brasil, promulgado em 1605, é considerado a primeira lei de proteção florestal do Brasil. Embora, tenha sido criado com a finalidade econômica de resguardar o monopólio da Coroa, esse regimento exigia expressa autorização da Coroa Portuguesa para o corte do pau-brasil, assim como impunha certas limitações à sua exploração, o que em certo sentido, contribuía para a preservação desta espécie e das matas a ela vinculadas.

Após este regimento em 1635, foram criadas as primeiras "conservatórias" que visavam à proteção do corte do pau-brasil como propriedade real. Por intermédio da criação da Carta Régia em 1796 e as Cartas Complementares em 1797, o príncipe regente Dom João, dirigia-se aos governadores das capitanias hereditárias da Paraíba, do Rio Grande de São Pedro e da Bahia, declarando propriedade da Coroa todas as matas e arvoredos existentes à borda da costa ou de rios que desembocassem imediatamente no mar e por qualquer via fluvial que permitisse a passagem de jangadas transportadoras de

materiais. Determinava ainda, a revisão das sesmarias dadas a particulares nessas faixas e ordenava também que fossem efetuados censos florestais de todas as espécies de madeiras (MARTINI, 2004).

Em 1800, Dom João expediu uma Carta Régia, que obrigava os proprietários de terras a conservarem as árvores a 10 léguas da costa, exceto os cedros e outras árvores, que só poderiam ser cortadas com autorização do governador da capitania.

No século XIX, o grande marco da proteção ambiental foi a criação do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, no dia 13 de junho de 1808, com propósito conservacionista e não econômico, pois o objetivo inicial da criação desta área de proteção ambiental era de preservar espécies e de estimular estudos científicos-educativos (MARTINI, 2004).

Segundo Martini (2004), no período colonial brasileiro, ainda se destacam, a Ordem de 9 de abril de 1809, que prometia liberdade a escravos que denunciassem contrabandistas de pau-brasil, e o Decreto de 9 de agosto de 1817, especificamente para o Rio de Janeiro, que proibia o corte de árvores nas áreas próximas às nascentes do rio Carioca.

O Período imperial não foi muito pródigo em medidas ambientais, segundo Martini (2004), neste período destaca-se a lei 601, de 1850, conhecida como lei de terras. Embora estivesse fundamentado na restrição da aquisição de terras, seu verdadeiro objetivo foi o de impedir que os escravos recém libertos se apossassem de terras deixando de ser mão de obra para os latifundiários. Após a criação da lei 601, destacam-se a criação do decreto 4.887 de 1872, que autorizou o funcionamento da primeira companhia especializada no corte de madeiras, a Companhia Florestal Paranaense e em 1891 teve início a rearborização da floresta da Tijuca.

Contudo foi somente em 1911, que o Brasil deu um passo significativo na legislação ambiental com a criação da primeira

reserva florestal no Acre. Também em 1911, com a finalidade de produção de mudas, principalmente de espécies nativas, foi criado o Horto Florestal como parte integrante do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (MARTINI, 2004).

Em 1920, o governo brasileiro começou a discutir a criação de um Código Florestal considerando a vasta área coberta por florestas e conseqüentemente a grande riqueza em recursos florestais que o país possuía. Os argumentos ressaltavam a importância econômica de um código florestal que regularizaria a exploração de madeira assim como a conservação e preservação dos recursos florestais. Inspirado nas novas tendências mundiais de preservação ecológica, através do decreto 4.421 de 28 de dezembro de 1921, foi criado o Serviço Florestal do Brasil. Este órgão estava subordinado ao Ministério da Agricultura e foi sucedido pelo Departamento de Recursos Naturais Renováveis (Decreto nº 17.042/25) (MARTINI, 2004).

O anteprojeto do Código Florestal foi apresentado em 31 de outubro de 1931 e após o recebimento de inúmeras sugestões, em 23 de janeiro de 1934, através do decreto 23.793, o Presidente Getúlio Vargas transforma o projeto em norma legal. Pelo novo código, as florestas foram classificadas em quatro categorias (protetoras, remanescentes, modelos e de rendimento). Além desta classificação, foram estabelecidas limitações às propriedades privadas de acordo com o tipo de floresta nelas existentes, regularizando a exploração das florestas de domínio público e privado. Também foram estabelecidos a estrutura de fiscalização das atividades florestais, as penas, as infrações e os respectivos processos aos infratores (MARTINI, 2004; MACHADO, 2006). Segundo Franco (2005), o Código Florestal de 1934, não determinava uma largura mínima para as florestas de proteção aos cursos d'água. Além disso, conforme Souza Filho (1997), o valor de proteção às florestas era reconhecido, porém só seriam protegidas as florestas que poderiam ser incorporadas ao patrimônio público, isto é, vinculava a proteção à

dominialidade do Estado, isentando de restrições as propriedades privadas.

Após a II Guerra Mundial, a preocupação com os recursos ambientais aumentou devido ao poder de destruição bélica. Nas décadas de 1950 e 1960 foram elaborados inúmeros tratados e leis que tutelavam os recursos ambientais que sucumbiam ao crescimento da industrialização e a urbanização (MARTINI, 2004).

Neste período o Brasil editou o novo Código Florestal, pela Lei federal 4.771 de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1965). Para Franco (2005), apesar de incipiente, no novo Código Florestal, encontravam-se em formação as primeiras raízes da consciência ecológica que viria à tona no final da década de 1960 e, posteriormente, em 1972, na Declaração de Estocolmo.

Nesta declaração foram firmados os 26 princípios fundamentais de proteção ambiental, entre eles o desenvolvimento sustentável, que estabelece a defesa do meio ambiente como princípio determinante da ordem econômica, que está fundamentada na valoração do trabalho humano impondo ao Poder Público e à coletividade o dever de proteger e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações. Estes princípios foram ratificados posteriormente no artigo 225 da Constituição Federal de 1988 (MARTINI, 2004).

No final do século XX, com a crescente preocupação com a conservação dos ecossistemas e tendo em vista o artigo 225 da Constituição Federal de 1988, foram efetuadas algumas modificações no Código Florestal, através da Medida Provisória nº 1.956-50, de 26 de Maio de 2000 (BRASIL, 2000a).

A partir do ano 2000, o governo brasileiro começou a fazer menções sobre a gestão das florestas nacionais. Em 18 de Julho de 2000, a Lei N° 9985, regulamenta o artigo 225 § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Este sistema é o

artifício legislativo que estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. (BRASIL, 2000b).

De acordo com o disposto na Lei, os objetivos do SNUC são:

- “1- contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais;
- 2- proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional;
- 3- contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais;
- 4- promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;
- 5- promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento;
- 6- proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica;
- 7- proteger as características de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, paleontológica e cultural;
- 8- proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos;
- 9- recuperar ou restaurar ecossistemas degradados;
- 10- proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;
- 11- valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica;
- 12- favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico;
- 13- proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente” (BRASIL, 2000b).

Na verdade, o SNUC, busca a conservação da diversidade biológica a longo prazo, colocando-a como um eixo fundamental do processo de conservação. Além disso, o SNUC também estabelece a relação de complementariedade entre as diferentes categorias de unidades de conservação, organizando-as de acordo com seus objetivos de manejo e tipos de uso (BRASIL, 2000b).

No dia 2 de Março de 2006 é criada a Lei N° 11.284 que “dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável, institui o Serviço Florestal Brasileiro – SFB, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, e cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal – FNDF” (BRASIL, 2006a).

Esta lei estabelece os princípios de gestão de florestas públicas, bem como a criação de florestas nacionais, estaduais ou municipais, a destinação de florestas públicas às comunidades tradicionais e a concessão florestal a pessoas jurídicas.

2.2.2 Áreas de Preservação Permanente

O Código Florestal de 1965 estabelece, em seu Artigo 2º, “que são consideradas áreas de preservação permanente (APPs), as florestas e demais formas de vegetação natural situadas”:

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

1. de 5 metros para cursos d’água de menos de 10 metros de largura;
2. igual a metade da largura dos cursos que meçam de 10 a 200 metros de distância entre as margens;
3. de 100 metros para todos os cursos d’água cuja largura seja superior 200 metros.

b) Ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d’água naturais ou artificiais;

- c) Nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados olhos d'água, seja qual for a sua situação topográfica;
- 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 declive;
- f) Nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras;
- g) Nas bordas dos tabuleiros ou chapadas;
- h) Em altitudes superiores a 1.8000 metros, nos campos naturais ou artificiais, as florestas nativas e as vegetações" (BRASIL, 1965).

Além das áreas declaradas no artigo 2º do Código Florestal de 1965, no artigo 3º do mesmo Código "são consideradas áreas de preservação permanente, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinada":

- "a) a atenuar a erosão das terras;
 - b) a fixar 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"
- (BRASIL, 1965).

Franco (2005) e Machado (2006) salientaram o caráter intervencionista do novo código florestal trazendo, assim, maiores restrições e mesmo obrigações ao proprietário de áreas florestais cuja especial proteção era necessária.

A primeira alteração na instituição das APPs foi introduzida pela Lei 6.535 de 15 de Julho de 1978, sancionada pelo Presidente Ernesto Geisel, que acrescentou ao Art. 2º a alínea "i", que tratava de áreas urbanas, introduzindo o termo "áreas metropolitanas" e não simplesmente urbanas, esta medida possibilitou, aparentemente, a proteção dos recursos hídricos nas regiões metropolitanas, através das APP's e dos Planos Diretores (FRANCO, 2005).

Com a criação da Política Nacional de Meio Ambiente em 31 de agosto de 1981, através da Lei 6.938 e posteriormente com a Constituição Federal de 1988, foram incorporados vários instrumentos legais de preservação ambiental. O artigo 18 desta Lei tratava especificamente de APP's, transformando aquelas constantes no Artigo 2º do Código Florestal em Reservas ou Estações Ecológicas. Para Franco (2005), esta medida incluiu indiretamente, a função de preservação da biodiversidade no instituto de áreas de preservação permanente.

A Resolução 04/85⁴ estabeleceu, através do Artigo 3º, Incisos II e III, considerável alteração no Artigo 2º do Código Florestal. Esta medida, além de estabelecer as APP's como reserva ecológica também possibilitou a especificação das alíneas "b" e "c". Desta forma para lagos, lagoas, reservatórios, nascentes e olhos d'água foram estipulados limites fixos, vigorando o texto da seguinte maneira:

"Art. 3º, Inciso II - ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais, desde o seu nível mais alto medido horizontalmente, cuja largura

⁴ BRASIL (1985) RESOLUÇÃO CONAMA Nº 004, DE 18 DE SETEMBRO DE 1985

mínima será:

de 30 metros para os que estejam situados em áreas urbanas;

de 100 metros para os que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até 20 hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 metros;

de 100 metros para as represas hidroelétricas" (BRASIL, 1985)

"Art. 3º, Inciso III - nas nascentes permanentes ou temporárias, incluindo os olhos d'água e veredas, seja qual for a sua situação topográfica, com uma faixa mínima de 50 metros e a partir de sua margem, de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia de drenagem contribuinte" (BRASIL, 1985).

Em 7 de julho de 1986 a Lei 7.511, alterou o artigo 2º da Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965, modificando e ampliando os limites abrangidos pela APP's (FRANCO, 2005). Desta forma, os números da alínea "a" passam a vigorar da seguinte forma:

"de 30 metros para cursos d'água de menos de 10 metros de largura;

de 50 metros para cursos d'água que tenham 10 a 50 metros de largura;

de 100 metros para cursos d'água que tenham 50 a 100 metros de largura;

de 150 metros para cursos d'água que tenham 100 a 200 metros de largura;

igual a distância entre as margens para os cursos d'água com largura superior a 200 metros" (BRASIL, 1986).

Segundo Franco (2005), começa a haver uma maior proteção das áreas de APP, embora ainda de uma forma tímida. Em 14 de Abril

de 1989, a Lei 7.754 estabelece que as florestas e demais formas de vegetação natural existentes nas margens dos rios são consideradas de preservação permanente, devendo ser constituída uma área em forma de paralelogramo (Paralelogramo de Cobertura Vegetal), onde são vetadas quaisquer formas de desmatamento e obrigatório o reflorestamento com espécies nativas em caso de derrubadas ocorridas antes de vigência da lei, cujas dimensões seriam estabelecidas em regulamento que deveria levar em conta as peculiaridades dos rios que teriam as nascentes protegias.

Assim, em 18 de Julho de 1989, a Lei 7.803, revoga expressamente as Leis 6.535/78 e 7.511/86 dando nova redação ao artigo 2º do Código Florestal (FRANCO 2005):

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

1 de 30 metros para cursos d’água de menos de 10 metros de largura;

2 de 50 metros para cursos d’água que tenham 10 a 50 metros de largura;

3 de 100 metros para cursos d’água que tenham 50 a 200 metros de largura;

4 de 200 metros para cursos d’água que tenham 200 a 600 metros de largura;

5 de 500 metros para cursos d’água que tenham largura superior a 600 metros.

b) Ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d’água naturais ou artificiais:

c) Nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados olhos d’água, seja qual for a sua situação topográfica, num raio de 50 metros de largura;

d) No topo de morros, montes, montanhas e serras;

e) Nas encostas ou partes destas, com declividades superior a 45º, equivalente a 100% na linha de declive;

- f) Nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras;
- g) Nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 metros em projeções horizontais;
- h) Em altitudes superiores a 1.8000 metros, qualquer que seja a vegetação.

Parágrafo único – No caso das 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” (BRASIL, 1986).

Segundo Franco (2005), a alteração sofrida pelo artigo 2º do Código Florestal, já sob a égide da Constituição Federal de 1988, modificou a largura das matas ciliares para os rios acima de 100 metros, além de alterações na alínea “c”, onde foi estabelecido o limite de 50 metros de raio como APP nas nascentes e nos olhos d’água. A alínea “b” permaneceu sem delimitação no texto legal, mantendo o estabelecido na Resolução CONAMA 04/85, que foi revogada e substituída pelas resoluções 302/02⁵ e 303/02⁶, que, respectivamente em seus artigos 3º e 2º, fixaram os seguintes limites para preservação do entorno de corpos d’água:

- “a) de 30 metros para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;
- b) de 100 metros para os que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d’água com até 20 hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 metros” (BRASIL, 2002a e BRASIL, 2002b) .

⁵ BRASIL (2002a) RESOLUÇÃO CONAMA Nº 302, DE 20 DE MARÇO DE 2002

⁶ BRASIL (2002b) RESOLUÇÃO CONAMA Nº 303, DE 20 DE MARÇO DE 2002

A Resolução CONAMA 303/02, ainda define e estabelece parâmetros em seu artigo 2º, incisos IV, V e no Parágrafo único em relação aos topos de morros e montanhas:

“IV - morro: elevação do terreno com cota do topo em relação a base entre cinquenta 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;

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;

IV - considera-se de preservação permanente toda a área acima deste nível” (BRASIL, 2002b).

Por fim, a resolução 369/06⁷ incorpora a observância das APP's em áreas urbanas, abrindo precedentes para a solução dos casos em que não há possibilidade de reversão e/ou compensação.

2.2.3 Áreas de Reserva Legal

O Código Florestal de 1965⁸ estabelece, em seu artigo 16, que:

“as áreas de Reserva Florestal Legal, estas são 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:

- 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 a 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;

⁷ BRASIL (2006a) RESOLUÇÃO CONAMA Nº 369, DE 28 DE MARÇO DE 2006

⁸ BRASIL (1965) CÓDIGO FLORESTAL – Lei Nº 4.771, DE 15 DE SETEMBRO DE 1965

c) na região sul as áreas atualmente revestidas de formações florestais em que ocorre o pinheiro brasileiro, "Araucaria angustifolia", 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 Artigo 15 desta Lei;

Parágrafo único: Nas propriedades rurais, compreendidas na alínea "a" deste artigo, com área entre vinte a cinquenta hectares computar-se-ão, para efeito de fixação do limite percentual, além da cobertura florestal de qualquer natureza, os maciços de porte arbóreo, sejam frutícolas, ornamentais ou industriais" (BRASIL, 1965).

Ou seja:

"O objetivo original de criação do instrumento reserva legal era assegurar, nas áreas de colonização mais antiga e conseqüentemente, mais desmatadas, uma reserva mínima de recursos florestais (lenha, carvão e madeira) para uso na própria propriedade e abastecimento de mercados locais. Nas áreas não desbravadas, a finalidade da manutenção das reservas legais era controlar o desmatamento, assegurando a exploração sustentável da floresta em longo prazo" (RANIERI, 2004, p.19).

Segundo Machado (2006) a Lei 7.803 de 18 de julho de 1989, ampliou os tipos de Reserva Florestal Legal; aplicando-se às áreas de cerrado a reserva legal de 20% para todos os efeitos legais. “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 de 20% da área de cada propriedade com cobertura arbórea localizada, a critério da autoridade competente” (BRASIL, 1965). Nas Regiões Norte e Centro-Oeste, o limite mínimo de área de cada propriedade é de 50%.

A Reserva Florestal Legal se diferencia das APP's no que concerne a dominialidade, pois se estabelece somente no domínio privado, sendo que as Áreas de Preservação Permanente incidem sobre o domínio privado e público. Desta forma, a Reserva Florestal Legal pode coexistir com qualquer outra área de Proteção Ambiental (MACHADO, 2006).

Segundo Machado (2006), o fato de inexistir cobertura vegetal na propriedade não elimina o dever do proprietário de instaurar a Reserva Legal, medida que é prevista na Lei de Política Agrícola (Lei 8.171 de 17 de Janeiro de 1991), na medida em que, em seu artigo 104, estabeleceu que fossem isentas de tributação e do pagamento do Imposto Territorial Rural (ITR) as áreas dos imóveis rurais consideradas de RL e APP previstas no Código Florestal.

Segundo Ranieri (2004), outra característica marcante na diferenciação entre Reservas Legais e Áreas de Preservação Permanente está na sua localização, pois a determinação das RL nas propriedades privadas depende da aprovação do órgão ambiental estadual competente ou, mediante convênio, pelo órgão ambiental municipal ou outra instituição devidamente habilitada.

A Reserva Legal deve ser averbada à margem da inscrição de matrícula do imóvel, no registro de imóveis competente, e é vetada a alteração de sua destinação a qualquer título. Nas Reservas Legais a

vegetação não pode ser suprimida, mas, diferentemente das APP's, estas áreas podem ser utilizadas sob regime de manejo florestal sustentável (BRASIL, 1965).

No artigo 16, parágrafo 4º, do Código Florestal (BRASIL, 1965), com redação dada pela Medida Provisória 2166-67 (BRASIL, 2001), a localização das Reservas Legais deve considerar, no processo de aprovação, a função social da propriedade e os seguintes critérios e instrumentos, quando houver:

I - o plano de bacia hidrográfica;

II - o plano diretor municipal;

III - o zoneamento ecológico-econômico;

IV - outras categorias de zoneamento ambiental;

V - a proximidade com outra Reserva Legal, Área de Preservação Permanente, unidade de conservação ou outra área legalmente protegida.

O artigo 16 parágrafo 6º do Código Florestal (BRASIL, 1965), afirma que:

“será admitido, pelo órgão ambiental competente, o cômputo das áreas relativas à vegetação nativa existente em área de APP no cálculo do percentual de Reserva Legal, desde que não implique em conversão de novas áreas para o uso alternativo do solo, e quando a soma da vegetação nativa em área de preservação permanente e reserva legal exceder a:

I - oitenta por cento da propriedade rural localizada na Amazônia Legal;

II - cinquenta por cento da propriedade rural localizada nas demais regiões do País; e

III - vinte e cinco por cento da pequena propriedade definida pelas alíneas "b" e "c" do inciso I do § 2º do art. 1º.⁹

A Medida Provisória 1.956-50/2000¹⁰, foi responsável por algumas modificações no que se diz respeito às Reservas Legais. Uma delas contempla a possibilidade de “instituir o regime de condomínio entre mais de uma propriedade, respeitando o percentual legal em relação a cada imóvel” para a constituição da Reserva Legal (BRASIL, 2006a). Segundo Ranieri (2004), esta medida significa que as propriedades que não possuem áreas com cobertura vegetal suficiente para atingir o percentual estabelecido pela legislação no que se refere a reserva legal, podem compensar este déficit em áreas naturais situadas em outras propriedades. Estes mecanismos de compensação devem ser aplicados em outra área equivalente em importância ecológica e extensão, que pertença ao mesmo ecossistema e esteja localizada na mesma microbacia hidrográfica (BRASIL, 2000a).

A segunda alteração efetuada por esta MP (1.956-50/2000) foi a inserção do artigo 44-B (BRASIL, 2000b), que institui a Cota de Reserva Floresta (CRF) que é interpretada por Ranieri (2004), como um título representativo de vegetação nativa sob regime de servidão

⁹“§ 2º Para os efeitos deste Código, entende-se por:

I - Pequena propriedade rural ou posse rural familiar: aquela explorada mediante o trabalho pessoal do proprietário ou posseiro e de sua família, admitida a ajuda eventual de terceiro e cuja renda bruta seja proveniente, no mínimo, em oitenta por cento, de atividade agroflorestal ou do extrativismo, cuja área não supere:

a) cento e cinquenta hectares se localizada nos Estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e nas regiões situadas ao norte do paralelo 13º S, dos Estados de Tocantins e Goiás, e ao oeste do meridiano de 44º W, do Estado do Maranhão ou no Pantanal mato-grossense ou sul-mato-grossense;

b) cinquenta hectares, se localizada no polígono das secas ou a leste do Meridiano de 44º W, do Estado do Maranhão;

c) trinta hectares, se localizada em qualquer outra região do País” (BRASIL, 1965).

¹⁰ BRASIL (2000a) MEDIDA PROVISÓRIA Nº 1.956-50, DE 26 de MAIO DE 2000

florestal¹¹, de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)¹² ou da Reserva Legal”.

Este mecanismo, segundo Machado (2006), não é instrumento de comando e controle, como as APP's e as RL, pois depende exclusivamente da vontade e interesse do proprietário rural em abdicar parcialmente ou totalmente do usufruto das suas terras para transformá-las em reserva.

Na prática, esta MP permite que as áreas de florestas que excedam a porcentagem estabelecida, no que se refere a reserva legal, dependendo da iniciativa dos proprietários, possam ser transformadas em RL ou RPPN (RANIERI, 2004).

Segundo Joels (2002), com as alterações no Código Florestal ocasionadas pela Medida Provisória 1956-50/2000, a Reserva Legal para a propriedade rural foi, finalmente, reconhecida pela legislação com um enfoque conservacionista, pois esta MP retirou o caráter utilitarista que acompanhou a RL desde os primórdios de sua criação.

A Medida Provisória 2166-67/2001¹³, alterou o Artigo 16, do Código Florestal, no seu caput e na introdução do inciso III.

Desta forma, o Artigo 16 estabeleceu:

“As florestas e outras formas de vegetação nativas ressalvadas as situadas em área de preservação permanente, assim como aquelas não sujeitas ao regime de utilização limitada ou objeto de legislação específica, são suscetíveis de supressão, desde que sejam mantidas, a título de reserva legal no mínimo:

I – 80%, na propriedade rural situada em área de floresta localizada na Amazônia Legal;

¹¹ Artigo 44-A, inserido na Medida Provisória 1.956-50/2000 onde “o proprietário rural poderá instituir servidão florestal, mediante a qual renuncia, em caráter permanente ou temporário, a direitos de supressão ou exploração da vegetação nativa, localizada fora da Reserva Legal e da Área de Preservação Permanente” (BRASIL, 2000a).

¹² O Decreto 1.922 regulamenta a instituição reserva particular sob o nome de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), dispondo sobre sua criação e gestão (BRASIL, 1996a).

¹³ BRASIL (2001) MEDIDA PROVISÓRIA 2166-67 DE 24 DE AGOSTO DE 2001.

II – 35%, na propriedade rural situada em área de cerrado localizada na Amazônia Legal, sendo no mínimo 20% na propriedade e 15% na forma de compensação em outra área, desde que esteja localizada na mesma microbacia e seja averbada nos termos do § 7º parágrafo deste artigo;

III – 20%, na propriedade rural situada em área de floresta ou em outras áreas de vegetação nativa localizada nas demais regiões do país;

IV – 20%, na propriedade rural em área de campos gerais localizada em qualquer região do País” (BRASIL, 2001).

A Resolução CONAMA 369 de 28 de março de 2006 (BRASIL, 2006b) implementa a garantia de que a averbação de RL em pequenas propriedades (propriedades menores do que 30ha), seja gratuita, sendo do Poder público o dever de prestar apoio técnico e jurídico. Esta resolução também institui que para o cumprimento da manutenção ou compensação da RL em pequena propriedade, “podem ser computados os plantios de árvores frutíferas ornamentais ou industriais, compostas por espécies exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas” (BRASIL, 2006b).

Por fim, o artigo 55 do Decreto 6.516 de 22 de Julho de 2008, estabelece multa diária, que varia de 50 a 500 reais por hectare ou fração da área da reserva, ao proprietário rural que não averbar a RL (BRASIL, 2008a).

A única iniciativa governamental que estimula os proprietários a conservar as áreas de APP e de RL está na Lei 9.393/96, que dispõe sobre o ITR (imposto sobre a propriedade territorial rural), onde as Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal, as Reservas Particulares do Patrimônio Natural e de Servidão Florestal não são consideradas tributáveis, isto é, nestas propriedades estas áreas

devem ser descontadas da área total da propriedade e o imposto deve ser calculado somente sobre o restante das terras da propriedade (BRASIL, 1996b).

Segundo Ahrens (2005), para legitimar a exclusão das APP's e da RL's do cálculo do imposto territorial rural requer-se que a existência das mesmas seja informada em um Ato Declaratório Ambiental (ADA) protocolado no IBAMA.

A fiscalização de atividades florestais e o licenciamento de atividades e empreendimentos que ocasionem a supressão, exploração e manejo de vegetação nativa e intervenções em áreas de RPPN, APP e de RL é responsabilidade de cada Estado da União, que por meio de seus órgãos especializados executam tais tarefas (RANIERI, 2004). Assim, a Reserva Legal está atrelada ao Licenciamento Ambiental, pois a licença ambiental só é autorizada se a área de RL estiver averbada.

Segundo Machado (2006), os Estados podem suplementar a legislação federal sobre a RL, podendo acrescentar normas mais severas, mas não podem exigir menos do que a norma federal. O não cumprimento destes mecanismos institucionais legislativos de comando e controle ambientais é passível de penalidades previstas na lei.

Segundo Franco (2005), foi praticamente apenas no "mundo jurídico" que o instituto da propriedade privada cedeu em relação ao instituto das APP's e das Reservas Legais, onde a propriedade privada se vê forçada a ceder diante do interesse coletivo, pois no "mundo dos fatos" até pouco tempo a situação manteve-se inalterada.

2.2.4 Geotecnologias utilizadas para a análise e cumprimento da legislação ambiental

Até o final do Século XX, as técnicas utilizadas para o mapeamento e a fiscalização das Áreas de Preservação Permanente e

de Reserva Legal não se mostravam apropriadas para efetuar tais tarefas (PRADO et al., 2007).

Segundo Catelani et al. (2003), a evolução das geotecnologias permitiu que o processo de fiscalização e a aplicação da legislação ambiental se tornem mais eficientes e menos custosos, já que as técnicas utilizadas atualmente auxiliam a vistoria nas propriedades rurais, além de realizar monitoramento das mesmas, em um tempo menor do que era efetuado até então.

Os trabalhos de Costa et al. (1996), Maia; Valeriano (2001), Catelani et al. (2003), Moreira et al. (2003), Ranieri (2004), Hott et al. (2005), Nascimento et al. (2005), Pincinato (2005), Pinto et al. (2005), Ribeiro et al. (2005), Barros et al. (2007), Francisco et al. (2007), Fushita et al. (2007), Gerdenits et al. (2007), Nascimento et al. (2007), Oliveira et al. (2007), Santos et al. (2007), Silva et al. (2007), Silveira et al. (2007), Soares et al. (2007) e Delalibera et al. (2008) evidenciam a importância destas ferramentas como importante aliado na identificação das áreas que devem ser recuperadas e as áreas que devem ser preservadas de acordo com o Código Florestal.

Para Franco (2005) a utilização de geotecnologias, permite que a paisagem seja vista de uma maneira integrada entre as características físicas do ambiente e o contexto jurídico.

O trabalho de Ranieri (2004) é um exemplo desse tipo de integração, onde há a associação de estratégias de conservação da biodiversidade com o computo jurídico ambiental. Outro exemplo dessa abordagem integrada são os trabalhos de Hott et al. (2005), Ribeiro et al. (2005) e Soares et al. (2007) que utilizaram geotecnologias para determinar as Áreas de Preservação Permanente em Topo de Morro.

Segundo estes autores, a delimitação das APPs desta categoria era executada anteriormente de forma manual. A utilização e a evolução das geotecnologias permitiram que os mesmos

procedimentos fossem efetuados na forma digital. Esta modificação propiciou um maior detalhamento e uma maior precisão no mapeamento destas áreas, além de fornecer dados em um intervalo de tempo infinitamente menor do que as técnicas tradicionais de mapeamento utilizados outrora.

Estes procedimentos metodológicos têm sido utilizados pelo Ministério Público do Estado de São Paulo, que salienta a importância do uso de imagens de sensoriamento remoto e da utilização de sistemas de informação geográfica como uma ferramenta na análise do cumprimento da legislação ambiental. Estas geotecnologias permitem que os pareceres técnicos sejam emitidos com maior eficácia e eficiência. (PRADO et al. 2007).

De acordo com o levantamento realizado, pode-se concluir que o sensoriamento remoto e os sistemas de informação geográfica têm representado um importante suporte para o planejamento e tomadas de decisões ambientais, já que as técnicas de análise espacial introduzidas com o geoprocessamento facilitam a integração e a espacialização de um grande número de dados, possibilitando monitorar as alterações ambientais na mesma velocidade com que o fenômeno se processa. (OLIVEIRA et al., 2007).

Sendo assim, a utilização destas geotecnologias pode ser considerada como um importante aliado para analisar, diagnosticar e propor o monitoramento das Áreas de Preservação Permanente e das Reservas Legais em várias escalas (propriedade, bacia, município), mostrando-se instrumentos indispensáveis na detecção de conflitos de uso e no planejamento da restauração e/ou recuperação dos usos adequados e cumprimento da legislação.

2.3 A restauração da conectividade da paisagem

A quantificação da dinâmica da paisagem, através de métodos de análise espacial que integrem os domínios espaciais e temporais,

permitem analisar, interpretar e simular os processos ecológicos no nível da paisagem (TURNER et al., 2001).

Turner e Gardner (1990) salientam que os índices que quantificam a dinâmica da paisagem podem providenciar uma medida apropriada para o monitoramento dos processos ecológicos.

Para Ranieri (2004), os índices relativos à estrutura da paisagem, que permitem a comparação de diferentes paisagens ao longo do tempo correlacionando com os processos ecológicos são: a área dos fragmentos; o isolamento dos fragmentos e a conectividade dos habitats.

Segundo Forman e Godron (1986), estes parâmetros são importantes indicadores do controle e da manutenção dos ecossistemas, pois estudos dessa natureza podem ser incorporados em planos de recuperação e de manejo de paisagens degradadas (REX; MALANSON, 1990; LI, 2000;). Forman e Godron (1986) sugeriram, ainda, que o tamanho dos fragmentos das paisagens é um indicador de vulnerabilidade da estrutura dos fragmentos florestais, sendo que existe uma relação entre o tamanho do fragmento e o número de espécies que se esperam encontrar nele (MacARTHUR; WILSON, 1967). Assim, o tamanho do fragmento florestal fornece subsídios que resultam em indicadores da estrutura da paisagem (ARAÚJO, 2007).

Segundo Ranieri (2004), a importância dos fragmentos florestais com grandes extensões deve-se à relação entre o tamanho e a existência de áreas centrais, isto é, quanto maior for o fragmento florestal, maior será sua probabilidade de possuir uma área central não influenciada e com maior possibilidade de abrigar espécies mais dependentes de habitats inalterados.

Outro aspecto importante relacionado ao tamanho do fragmento florestal é a sua forma geométrica que pode estar relacionada com a intensidade de perturbação antrópica na paisagem (FORMAN; GODRON, 1986; FORMAN, 1995; PICKETT; KEVIN, 1997).

Um dos mais importantes efeitos da forma dos fragmentos está relacionado com o efeito de borda, uma vez que a geometria do fragmento altera a composição e a abundância relativa de espécies nas porções marginais, modificando a sua estrutura ecológica (FORMAN; GODRON, 1986). Segundo Tabarelli et al. (1999) e Laurence (1991) a borda é o local onde se iniciam grande parte dos processos ligados à fragmentação florestal, pela alteração na luminosidade, na temperatura, na velocidade de vento, entre outros, que determinam aumento na densidade de espécies ruderais (*Solanaceae, Compositae, Leguminosae e Euphorbiaceae*).

Para Tabarelli et al. (1999), a espécie ruderal é um bom indicador de perturbações ambientais, considerando que o sucesso do estabelecimento destas espécies depende da intensidade da ação antrópica (principalmente atividades agrícolas) e dos distúrbios naturais como fogo e deslizamentos.

Além do tamanho do fragmento, o grau de isolamento é outro indicador estrutural da perda de diversidade na paisagem. Segundo Viana et al. (1992) estas modificações dependem do grau de isolamento dos fragmentos, que pode dificultar ou impedir o influxo (migração) de animais, pólen e sementes, isto é, fragmentos florestais isolados não permitem que as espécies se comuniquem com áreas vizinhas impossibilitando o fluxo gênico.

A noção básica que se opõe ao isolamento florestal é a de conectividade, que se define como sendo a capacidade de uma paisagem em facilitar os fluxos biológicos (METZGER, 2003).

Para Wiens et al. (1997), esta definição possui dois aspectos distintos, o estrutural e o funcional. O aspecto estrutural (espacial) refere-se à fisionomia da paisagem em relação à complexidade do arranjo espacial dos fragmentos florestais, da densidade e da complexidade dos corredores e da permeabilidade da matriz¹⁴.

¹⁴ “A matriz pode ser considerada como o conjunto de unidades que compõem um mosaico inter-habitat” (METZGER, 2003, p. 58). Segundo Metzger (1999) a permeabilidade da matriz é a resistência imposta

O aspecto funcional está relacionado à resposta biológica específica de cada espécie à estrutura da paisagem. Para Metzger (2003, p. 52), “a conectividade estrutural pode ser considerada um potencial de conectividade funcional”, isto é, o estabelecimento de corredores não é condição *sine qua nom* para que exista a funcionalidade ou ainda, a ausência de corredores (conexão) espaciais não implicam na ausência de fluxos biológicos. “Tudo depende das características de cada espécie e da maneira como ela se locomove na paisagem e interage com seus elementos” (METZGER, 2003, p. 52).

Entretanto, quando uma determinada espécie que está restrita a um fragmento florestal consegue se deslocar de um extremo ao outro em uma paisagem sem ter que sair deste fragmento, diz-se que a paisagem percola¹⁵. Porém, quando o grau de fragmentação é muito intenso, a conectividade da paisagem passa a não compensar mais os efeitos da fragmentação e deixa de percolar. Este efeito faz com que a matriz se comporte como uma barreira geográfica para o deslocamento das espécies (METZGER, 2003).

As afirmações citadas no parágrafo anterior, permitem argumentar sobre a possibilidade da existência de uma extensão mínima de fragmentos florestais que compõem a matriz necessária para manter a conectividade, que, conseqüentemente, proteja a biodiversidade e permita o desenvolvimento agrícola. Estas afirmações também suportam o questionamento sobre a configuração espacial ideal dos fragmentos florestais da paisagem, que permitem a otimização da biodiversidade.

Segundo Metzger (2002; 2003), é possível definir uma proporção crítica a partir da qual a paisagem não permite a percolação das espécies. Trabalhos existentes mostraram que quando

pelos unidades da matriz (fragmentos florestais) para a movimentação de espécies animais e vegetais na paisagem juntamente com a densidade de suas ligações.

¹⁵ “Percolação da paisagem ocorre quando a área de floresta cruza a paisagem de ponta a ponta de forma contínua” (METZGER, 2003, p. 53)

o percentual da área ocupada (fragmentos florestais) é menor do que 59,28% e a conectividade estrutural é pífia, a paisagem não permite o pleno fluxo biológico e sofre significativas mudanças na sua estrutura tais como a diminuição do tamanho médio dos fragmentos e o aumento do grau de isolamento dos mesmos. Abaixo desse valor crítico, a paisagem pode ser caracterizada por ter um alto grau de fragmentação, elevando consideravelmente os riscos de extinção local de espécies, reduzindo a possibilidade de regeneração entre os fragmentos florestais, graças à baixa conectividade biológica (METZGER, 2003).

Desta forma, as estratégias para restaurar a conectividade da paisagem devem ser baseadas na melhoria da rede de corredores (construindo novos ou no aumento do tamanho e a qualidade dos corredores já existentes) e restaurando a permeabilidade da matriz da paisagem, através da alteração das características da mesma e/ou aumentando a densidade de pontos de ligação denominados de trampolins ecológicos (*stepping-stones*). A figura 2, mostra as principais estratégias baseadas no aumento da conectividade da paisagem (METZGER, 2003).

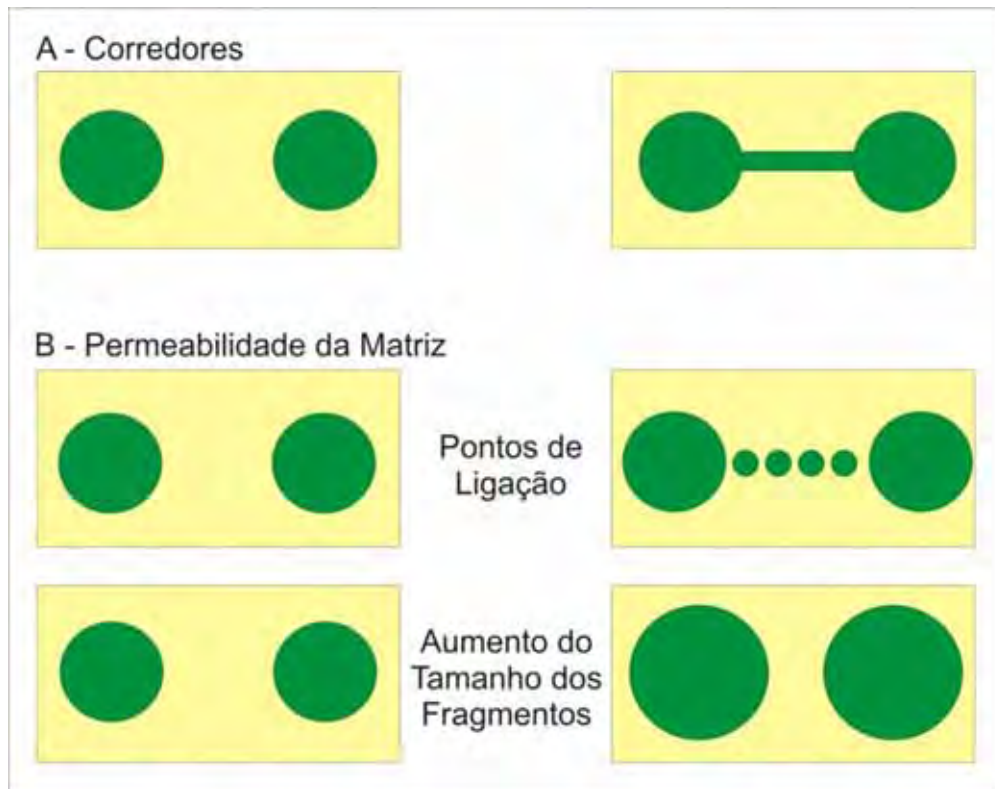


Figura 2: Estratégias de restauração da conectividade da paisagem.
Fonte: Adaptado de Metzger (2003).

A estratégia de restauração da conectividade da paisagem através de corredores é mais utilizada quando os fragmentos são de baixa qualidade e/ou muito pequenos, e a matriz é muito resistente. Os principais pontos positivos para a utilização desta estratégia devem-se ao fato de que quando associados aos rios, os corredores pode exercer outras funções como, por exemplo, a estabilização das margens dos rios e da depuração das águas. Os pontos negativos deste tipo de estratégia são os elevados custos para implantá-la, pois não há garantia que os corredores facilitem o deslocamento das espécies, além disso, pode facilitar a propagação de perturbações, como o fogo (METZGER, 2003).

A estratégia de trampolins ecológicos deve ser utilizada onde há a predominância de pastagens e/ou onde a estrutura fundiária é composta por pequenas propriedades. Para Metzger (2003), a configuração da paisagem em pequenas propriedades favorece a manutenção de cercas-vivas ou a manutenção de pequenas áreas de

preservação em cada propriedade. A grande vantagem desta estratégia está no custo de implantação, pois é mais barata se comparada com os corredores e demanda pouca área para ser implantada. Contudo a sua desvantagem está em não ser efetiva para espécies de interior, sem contar com a existência de poucos estudos que comprovem a sua eficiência na facilitação do fluxo gênico.

A estratégia de restauração da conectividade da paisagem através da alteração das características da matriz deve ser utilizada quando a prática da atividade agropastoril é economicamente viável. A grande vantagem dessa estratégia está na facilidade de ser aceita pelos produtores rurais, na medida em que o aumento da permeabilidade da paisagem não afete no ganho econômico, pois pode ser implantada sem que haja perda de área produtiva. A sua desvantagem está na especificidade de sua utilização, pois só pode ser efetuada para espécies que usam a matriz, não tendo efeito para espécies estritamente de interior (METZGER, 2003).

Outro debate sobre a implantação desta estratégia de restauração ocorreu no período de 1970 a 1990, conhecido pela sigla SLOSS (*single large or several small*), isto é, "uma grande ou várias pequenas" (METZGER, 2002). Nestes debates foram discutidas as vantagens e desvantagens de se criar uma grande reserva ou várias reservas pequenas. Para Metzger (2002), cada estratégia possui uma vantagem diferente. A escolha por várias reservas pequenas permite englobar uma maior diversidade de ecossistemas, tipos de vegetação e ambientes que resultariam em uma preservação imediata de um número maior de espécies. Em contrapartida, a existência de uma grande reserva permite a manutenção de um sistema mais íntegro, permitindo a preservação de populações com um tamanho maior, reduzindo assim o risco de extinção (METZGER, 2002; ARAÚJO, 2007). (Figura 3)









Pior		Melhor	
Ecosistema Parcialmente Protegido			Ecosistema Completamente Protegido
Área Menor			Área Maior
Área Fragmentada			Área Não Fragmentada
Área Isolada			Área Menos Isolada

Figura 3: Estratégias de restauração ecológica proposta na teoria do aumento da permeabilidade da matriz.

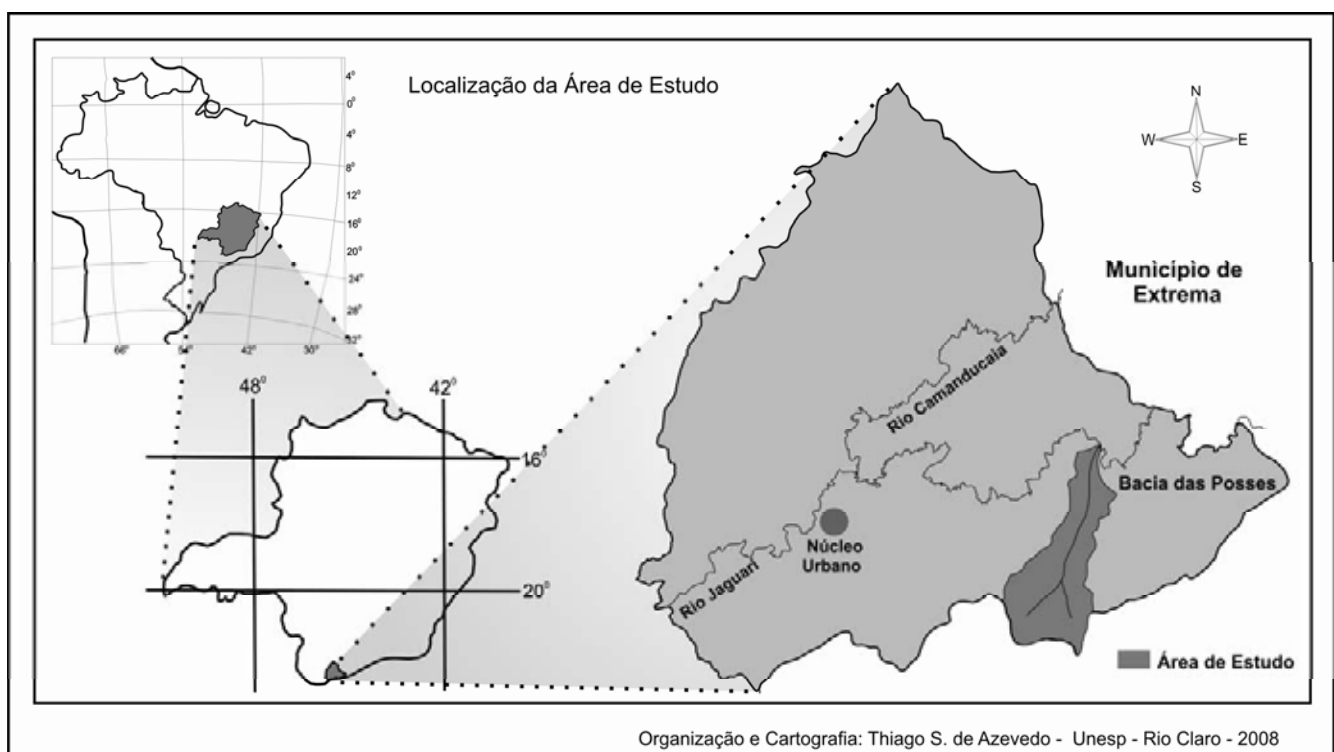
Fonte: Adaptado de Primack; Rodrigues (2001); Araújo (2007).

A melhor estratégia a ser adotada para a conservação de áreas florestais no Brasil salienta Metzger (2002), deve ser a de manter e/ou criar uma grande reserva, já que a escolha dessa estratégia minimiza os riscos de extinção, além de permitir que ocorra a conservação em longo prazo.

Entretanto, nenhuma ação de restauração tem por objetivo retomar as condições de uma paisagem não alterada pelo homem, mas sim efetuar uma conciliação de áreas agrícolas produtivas e sustentáveis com áreas de conservação biológica, garantindo a existência de um fluxo gênico mínimo entre os remanescentes florestais viabilizando a manutenção da biodiversidade de uma forma inteligente (MEZTGER, 2003; 2002).

3 Caracterização da área de estudo

O estudo de caso que se materializa neste trabalho foi realizado no Município de Extrema, situado no extremo Sul do Estado de Minas Gerais, na bacia do Córrego das Posses (Mapa 1).



Mapa 1: Localização da área de estudo.

Fonte: IBGE (1979 e 1972).

O Município de Extrema, atualmente com área de 243,7 km² tem sua origem associada à fazenda de Santa Rita de Extrema, de propriedade de José Alves, que doou terras e nelas mandou construir uma pequena capela em homenagem a Santa Rita de Cássia, o que juntamente com a atividade cafeeira da fazenda, atraiu imigrantes das regiões de Bragança Paulista e Atibaia (EXTREMA, 2005a).

A concentração de população e a divisão da fazenda Santa Rita de Extrema em pequenas áreas levou-a a transforma-se em uma vila, elevada a paróquia em 1871 e a município em 1901. O nome de Extrema foi dado ao município somente em 1915 (EXTREMA, 2005a).

Desde sua origem o município tem sua economia baseada na agropecuária (IBGE, 1959). De início e até a década de 1950, o café foi a cultura mais importante, porém, a criação de gado e, conseqüentemente, a importância espacial das pastagens sempre foi dominante na paisagem.

A figura 5 mostra a evolução espaço temporal da área agrícola do município de extrema durante o período de 1955 a 2006.

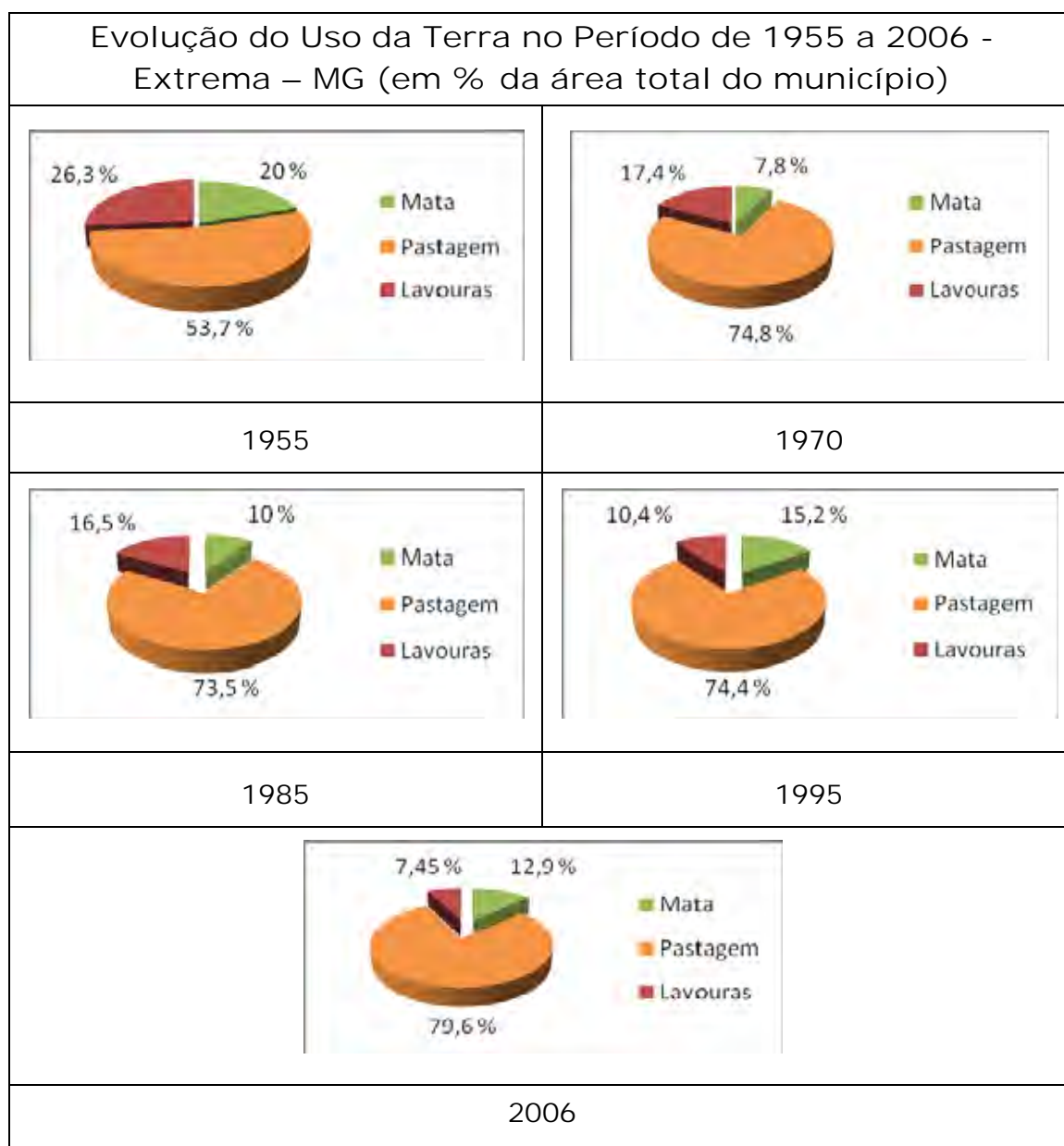


Figura 4: Evolução do uso da terra do Município de Extrema - MG no período de 1955 a 2006 (em % da área total do município).

Fonte: IBGE (1959, 1970, 1985, 1995 e 2006).

Nesta figura, além da expressividade das pastagens como uso da terra em cerca de três quartos da área do município, verifica-se a constante diminuição da área das lavouras. As matas apresentam oscilação brusca entre 1955 e 1970 e, a partir daí, variam pouco entre os períodos, mantendo percentuais em torno de 10% da área total.

A oscilação da vegetação natural, nos últimos 20 anos, está relacionada ao aumento populacional expressivo do município de Extrema que apresentou um crescimento de 78,33% neste período (HOEFFEL et al., 2008).

Segundo estes autores, o desenvolvimento econômico de Extrema, intensificado pela duplicação da Rodovia Fernão Dias, a proximidade com a Região Metropolitana de São Paulo e a especulação imobiliária, acentuou a expansão urbana e aumentou a pressão nos ecossistemas florestais.

As porcentagens da área das lavouras temporárias e permanentes podem ser observadas na tabela 2.

Tabela 2: Evolução da área cultivada com lavouras permanentes e temporárias do Município de Extrema no período de 1955 a 2006.

Culturas	Porcentagem da área das lavouras ocupadas por culturas temporárias e permanentes				
	Anos				
	1955	1970	1985	1995	2006
Arroz	12,73	4,67	5,58	1,44	0,00
Batata Inglesa	7,73	3,25	2,67	3,44	5,31
Café	31,82	5,62	2,03	5,84	2,66
Cana	0,00	0,92	1,58	2,58	2,66
Cebola	3,64	0,39	0,61	2,97	0,00
Cenoura	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00
Feijão	12,27	17,38	30,48	27,94	12,62
Laranja	0,00	1,15	1,18	0,00	2,92
Limão	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00
Mandioca	0,00	0,00	0,21	0,57	0,00
Milho	31,82	66,61	55,12	51,96	73,04
Pêra	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00
Soja	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00
Tangerina	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00
Uva	0,00	0,00	0,33	2,11	0,80
Total	100	100	100	100	100

Fonte: IBGE (1959, 1970, 1985, 1995 e 2006).

Até 1955 a divisão do uso da terra entre as culturas no Município de Extrema obedecia ao esquema tradicional das áreas cafeeiras. O café, como cultura de base econômica, ocupando as maiores extensões, seguido pelo milho para os animais e arroz e feijão para os trabalhadores.

Na década de 1970, os dados já mostram o resultado do processo de decadência da cultura cafeeira e o reforço da cultura do milho numa área cuja vocação criatória se define. O feijão amplia sua posição e percebe-se o início de uma pequena diversificação de culturas.

Nos momentos seguintes as posições apenas se consolidam, porém, em 2006 os dados mostram perda sensível de área de feijão em benefício do aumento importante da área do milho.

No período de 1980 e 2005, pode-se afirmar, sem dúvida, que a economia e a paisagem de Extrema são dominadas pelas atividades pecuaristas, favorecidas pelas condições ambientais.

O rio Jaguari é o principal curso d'água do município e corta o mesmo em toda a sua extensão, sendo responsável pelo abastecimento de toda a zona urbana. Sua nascente está localizada no município de Sapucaí Mirim, passando pelo Distrito de Monte Verde e entrando no município pelo bairro do Salto de Cima. Seus principais afluentes são o rio Camanducáia e o ribeirão do Juncal, oriundos dos municípios de Camanducáia e Itapeva e os córregos que nascem na área do município, sendo os principais o ribeirão do Salto de Cima, ribeirão dos Forjos, ribeirão das Furnas, ribeirão Tenentes, ribeirão do Matão e o córrego das Posses (EXTREMA, 2005a).

Seus interflúvios estão localizados na Serra da Mantiqueira, inserida na Província do Planalto Atlântico, caracterizado por movimentos tectônicos, com marcas de falhas, deslocamento de blocos e falhamentos. O controle estrutural é nítido sobre a morfologia atual, evidenciado pelas extensas linhas de falhas,

escarpas e relevos alinhados, ressaltando filões residentes, cristas e sulcos (BRASIL, 1983).

“Esta porção do relevo é caracterizada pela alta declividade e amplitudes acima de 300m com topos escarpados e vertentes retilíneas. As incisões da drenagem são bem pronunciadas formando vales fechados em V, sobretudo nas áreas onde a erosão regressiva é mais intensa. Nas encostas mais íngremes, há a predominância de cristas simétricas e assimétricas, escarpas e ravinas, com vales encaixados, alinhados ao longo das principais direções de fraturamento. As cristas possuem nítido alinhamento SW-NE, com altitudes que variam de 1450 a 1700m” (EXTREMA, 2005a).

Neste relevo, a vegetação nativa pode ser observada nos topos de morros, enquanto no sopé nota-se a presença de pastagens com fragmentos de vegetação natural formando um mosaico (Figura 5).



Figura 5: Configuração de mosaico da paisagem (Foto: Thiago S. de Azevedo, 04/2006).

Quanto à caracterização climática¹⁶, de acordo com Köppen, o clima predominante na bacia estudada é do tipo Cwb (tropical de altitude) definido como clima quente e úmido com inverno seco, com total de chuvas do mês mais úmido superior a 191mm e do mês mais seco inferior a 30mm, com temperatura média do mês mais quente acima de 21° e do mês mais frio abaixo de 16° (EXTREMA, 2005a).

A formação geológica do município de Extrema é constituída basicamente de granitos, granitóides, migmatitos diversos, gnaisses dolomíticos, quartzíticos e metaconglomerados. As feições geomórficas da área de estudo incluem-se no relevo de degradação em planaltos dissecados, caracterizados por terrenos baixos e planos junto às margens dos rios, constituindo planícies aluviais expressivas, predominando relevos de dissecação fluvial diferencial marcado pelo aprofundamento da drenagem que, nas cabeceiras encontram-se ramificadas e no restante da bacia os rios são mais retilíneos e encaixados, com afluentes na sua maioria de primeira ordem (EXTREMA, 2005a).

Os sistemas de relevo desenvolvidos na região congregam feições geomorfológicas resultantes da conjunção ativa de fatores morfoestruturais e morfoclimáticos que imprimem à paisagem o modelado típico do Domínio Tropical Atlântico, desenvolvido sobre rochas cristalinas com espessos mantos de alteração recobertos por floresta tropical úmida (EXTREMA, 2005a) que, na bacia das Posses, é a mais impactada, pois nota-se a presença de pastagem nas áreas íngremes e nas Áreas de Preservação Permanente.

Segundo Azevedo e Manzatto (2005), a proximidade espacial entre os remanescentes florestais presentes na bacia do córrego das Posses e as variações altitudinais têm sido destacadas como algumas

¹⁶A Pesquisa bibliográfica não detectou nenhum trabalho de climatologia associado à área ou que pudesse ser usado para a caracterização climática detalhada do município. Esta informação é corroborada ainda pelos pesquisadores Prof. Dr. Nelson Jesus Ferreira (CPTEC/INPE) e Prof. Dr. João Afonso Zavattini (UNESP - Rio Claro), consultados por escrito pelo autor.

das variáveis ambientais mais importantes da configuração florística da vegetação.

Sob esta perspectiva, as espécies de ampla distribuição nos remanescentes presentes na bacia das Posses são as mais representativas devido a sua tolerância e adaptação a uma amplitude topográfica diversificada. Dentre as espécies que se enquadram nestas características podem ser destacadas: o Tamanqueiro (*Alchornea triplinervia* e *Alchornea glandulosa*), o Capixingui (*Croton floribundus*), o Cedro (*Cedrela fissilis*), o Rabo-de-Macaco (*Lonchocarpus campestris*), O Açoita-Cavalo (*Luehea grandiflora*), o Jacarandá-do-Mato (*Machaerium villosum*), a Canelinha (*Nectandra lanceolata*), e a Azeitona-do-Mato (*Rapanea umbellata*)¹⁷.

Na área de estudo observam-se alguns problemas causados pelo uso inadequado do solo, isto é, a substituição da vegetação natural por áreas de pastagem, causando distúrbios na dinâmica das encostas e provocando o voçorocamento das mesmas. Segundo Azevedo e Manzatto (2005), estes impactos ambientais ocorrem em virtude da intrínseca relação da vegetação com as condições topográficas e de relevo.

Sendo assim, o procedimento metodológico utilizado no desenvolvimento deste trabalho mostrará de forma mais clara e objetiva os locais mais suscetíveis à esses impactos.

¹⁷ Informação dada pelo Biólogo Paulo Henrique Pereira, Gestor Ambiental da Prefeitura Municipal de Extrema – MG, consultado por escrito pelo autor.

4 Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento desta pesquisa estão sistematizados na figura 7.

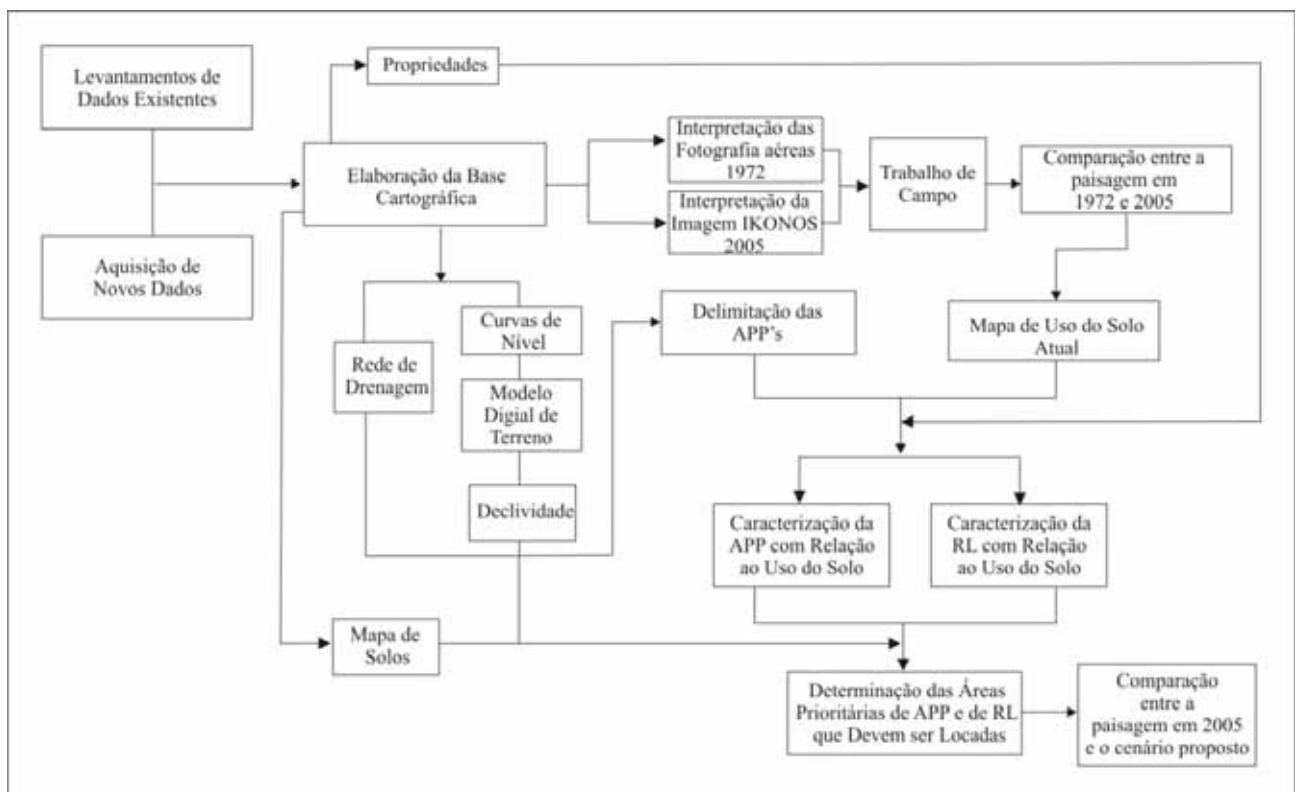


Figura 6: Seqüência metodológica empregada na pesquisa.

4.1 Cartografia

4.1.1 Uso do solo 1972 e 2005

A elaboração da base cartográfica foi efetuada através da compilação das cartas topográficas Folha Extrema (SF-23-Y-B-IV-3) e Folha Camanducáia (SF-23-Y-B-IV-4) na escala 1:50.000, onde foi selecionada a área de estudo.

Tabela 3: Material cartográfico utilizado.

TIPO	NOME	ESCALA	O.EXECUTOR	DATA
Topográfico	Extrema	1:50.000	IBGE	1972
Topográfico	Camanducáia	1:50.000	IBGE	1979




A compilação do mapa do uso do solo foi realizado inicialmente a partir da interpretação de fotografias aéreas (Tabela 4), na escala 1:25.000, no ano de 1972, utilizando-se estereoscópio de espelhos.

Tabela 4: Material fotográfico utilizado

NÚMERO	ESCALA	DATA
n° 33.201	1:25.000	1972
n° 33.202	1:25.000	1972
n° 33.203	1:25.000	1972
n° 33.943	1:25.000	1972
n° 33.944	1:25.000	1972
n° 33.945	1:25.000	1972

Depois de concluída a interpretação das fotografias aéreas, foi elaborada a legenda, com base na metodologia desenvolvida por Pereira (1989), estabelecendo as classes de uso do solo, com base nas características de cor, forma e textura, conforme mostra o quadro 1.

Quadro 1: Chave de classificação dos tipos de uso do solo na bacia da Posses – Extrema/MG, no ano de 1972.

Tipos de uso do solo	Características dos Alvos			
	Cor (Tonalidade)	Forma	Textura	Exemplo do alvo na Fotografia Aérea
Mata	Cinza escuro	Contornos irregulares	Rugosa	
Milho	Cinza claro	Contornos irregulares	Rugosa	
Pastagem	Diferentes tonalidades de cinza claro	Contornos irregulares	Lisa	

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (1989).

Concluída a interpretação visual das fotografias aéreas, foi efetuada uma saída de campo que teve a finalidade de eliminar algumas dúvidas que não puderam ser sanadas na fase de escritório, como a confusão das classes de uso das terras, devido ao efeito de sombra, permitindo uma boa percepção da textura, e sua diferenciação.

As fotografias aéreas, já interpretadas, foram justapostas formando um mosaico, no qual se insere a área de estudo.

Após este procedimento, o mapa de uso do solo do ano de 1972, foi compilado e escaneado no scanner A4 (HP PSC 1315) e exportado para o software Auto Cad Map (AUTODESK, 2000), no módulo INSERT, utilizando a função *Attach*. Após este procedimento, o mapa foi digitalizado (vetorizado) em tela, através da função *Polyline*, existente no módulo de desenho deste software.

Nesta etapa foram feitas correções no mapa de uso do solo considerando a observação de Crosta (1992) de que quaisquer fontes de dados que sejam oriundas de fotografias aéreas ou de imagem de satélite, estão sujeitas a uma série de distorções espaciais, ou seja,

estes dados não possuem precisão cartográfica quanto ao posicionamento dos objetos, superfícies ou fenômenos representados¹⁸.

Estas fontes de erros provocam mudanças na escala da imagem causando distorções, necessitando de correções. Tais correções baseiam-se no estabelecimento de propriedades de escala e de projeção no mapa digitalizado, através do georreferenciamento. Esta técnica parte do princípio de que as diferenças de posicionamento de pontos no mapa digitalizado possam ser estimados e corrigidos (D'ALGE 2001).

Para efetuar este procedimento, primeiramente foi necessário estabelecer pontos de controle (Mapa 2), baseados em feições homólogas às fotografias aéreas e às cartas topográficas onde as coordenadas foram obtidas . Após o estabelecimento dos pontos de controle e das coordenadas geográficas, o mapa de uso do solo, foi exportado para o software Auto Cad Map2000 (AUTODESK, 2000), onde foi efetuada a operação de registro geométrico, utilizando a função *Rubber Sheeting*, existente no módulo MAP.

¹⁸ Sobre distorções em mapas e suas correções ver em: Crosta (1992); Chuvielo (2000) e D'Alge (2001).



Mapa 2: Mapa de localização dos pontos de controles utilizados para o georreferenciamento.

Este procedimento consistiu na realização de ajuste da base de dados, possibilitando o georreferenciamento da mesma, em um sistema de projeção cartográfica, através da correspondência entre os pontos de controle, estabelecidos no mapa digitalizado, com as coordenadas, coletadas pelo GPS. Com isto, os conjuntos de dados registrados estão referenciados ao mesmo sistema de coordenadas e

as distorções de escala e de deslocamento existentes no mapa de uso do solo, foram corrigidos com uma precisão de 10 metros.

Após esta etapa foi efetuada a poligonalização de cada um dos tipos de uso do solo dispostos em *layers*, onde cada feição, foi armazenada em *layers* diferentes e exportados para o sistema de informação geográfica Idrisi 32 (EASTMAN, 1999), onde foram rasterizados e organizados em uma base de dados com 25 metros de resolução. Estas operações seguiram as seguintes seqüências de funções: *Data Entry > Initial > Raster-Vector Conversion*.

O produto final desta rotina computacional foi a compilação de três mapas, representando cada categoria de uso do solo (mata, milho e pastagem). Através de operações booleanas, utilizando a função *Overlay*, contida no módulo *Mathematical Operators* do Idrisi 32 (EASTMAN, 1999), os *layers* foram superpostos, gerando, no final destas operações, um mapa de uso do solo da bacia do córrego das Posses para o ano de 1972. Em seguida, foram calculados os valores de área, em ha, de cada categoria de uso do solo, utilizando a seguinte seqüência de funções: *Analysis > Database Query > Área*.

A compilação do mapa do uso do solo para 2005 foi realizada a partir da interpretação da imagem colorida IKONOS, do ano de 2005, cedida pela prefeitura municipal de Extrema - MG, com resolução de 1m, já corrigida e georreferenciada.

A interpretação visual da imagem IKONOS foi efetuada utilizando o sistema hierárquico de classificação de cobertura e uso da terra. Segundo Pereira et al. (1989), este procedimento facilita a padronização e a integração do levantamento de dados.

A metodologia utilizada neste trabalho foi proposta por Anderson et al. (1976) e classifica os tipos de uso do solo em diferentes níveis de detalhamento, isto é, relaciona cada nível de classificação aos tipos de dados de sensoriamento remoto utilizados (Tabela 5).

Tabela 5: Sistema de uso da terra e revestimento do solo para utilização com dados de sensoriamento remoto.

Nível de Classificação	Características típicas dos dados
I	Tipo de dados LANDSAT
II	Dados de grande altitude (escala menor que 1:80.000)
III	Dados de altitude média (escala entre 1:80.000 a 1:20.000)
IV	Dados de baixa altitude (escala maior que 1:20.000)

Fonte: Anderson et al. (1976).

Para Pereira et al. (1989), este sistema de classificação foi desenvolvido para a realidade americana e se adapta melhor a países de clima temperado, daí ter feito uma adaptação do sistema de classificação proposto por Anderson et al. (1976) com a metodologia empregada por Pereira et al. (1989).






Este procedimento fez-se necessário, pois sendo as chaves de interpretação a descrição do conjunto de elementos de interpretação que caracterizam um determinado alvo da superfície da terra o mais preciso e objetivo possível, a precisão da identificação e descrição varia de acordo com o produto de sensoriamento remoto utilizado, pois a resolução espacial influencia na configuração espacial dos objetos, podendo facilitar sua descrição conforme sua aparência no terreno (PEREIRA et al., 1989).

Desta forma, embora a imagem IKONOS propicie um nível de detalhe muito elevado dos tipos de uso do solo, devido à sua resolução espacial ser de 1m, foi feita uma generalização na interpretação dos dados em função da escala da base cartográfica que é 1:50.000, o que impossibilita a classificação dos tipos de uso do solo em um nível hierárquico de classificação mais detalhado. Segundo a metodologia proposta por Anderson et al. (1976), o nível hierárquico escolhido foi o III.

Assim, a legenda foi definida com base na metodologia desenvolvida por Pereira et al. (1989), estabelecendo as classes de

uso do solo com base nas características de cor (tonalidade), forma e textura dos objetos na bacia hidrográfica, conforme mostra o quadro 2.

Quadro2: Chave de classificação dos tipos de uso do solo na Bacia da Posses – Extrema/MG, para o ano de 2005.

Tipos de uso do solo	Características dos Alvos			
	Cor (Tonalidade)	Forma	Textura	Exemplo do alvo na imagem IKONOS
Café	Diferentes tonalidades de verde escuro	Contornos retilíneos	Rugosa	
Cana-de-Açúcar	Diferentes tonalidades de verde claro	Contornos retilíneos	Lisa	
Lago	Azulado a esverdeado	Contornos curvilíneos	Lisa	
Mata	Verde escuro	Contornos irregulares	Rugosa	
Pastagem	Diferentes tonalidades de verde claro	Contornos irregulares	Lisa	
Solo Exposto	Avermelhado	Contornos retilíneos	Lisa	

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (1989).

A imagem IKONOS (georreferenciada e corrigida), cedida pela Prefeitura Municipal de Extrema, já disposta no software Auto Cad Map (AUTODESK, 2000), foi classificada visualmente e cada categoria de uso do solo foi digitalizada (vetorizada), em tela em um *layer*, através da função *Polyline*, existente no módulo de desenho deste software. Após esta etapa foi efetuada a poligonalização de cada um dos tipos de uso do solo dispostos em *layers*.

Além da digitalização dos tipos de uso do solo foram digitalizadas as feições lineares do mapa, isto é, nesta fase foram identificados, digitalizados e poligonalizados os rios e as estradas que compõem a bacia do rio das Posses. Estas feições, segundo Pereira et al. (1989), “podem ser caracterizadas como linhas sinuosas contínuas de trajeto irregular com textura lisa, diferenciando-se apenas na tonalidade, onde a rede de drenagem é representada em tonalidades azuladas e as estradas possuem tonalidades vermelho-esbranquiçadas”.

Após esta etapa, cada categoria de uso do solo e as feições lineares (estradas e drenagem), armazenadas em *layers* diferentes, foram exportados para o sistema de informação geográfica Idrisi 32 (EASTMAN, 1999), onde foram rasterizados e organizados em uma base de dados com 5 metros de resolução. Estas operações seguiram as seguintes seqüências de funções: *Data Entry > Initial > Raster-Vector Conversion*.

O produto final desta rotina computacional foi a compilação de oito mapas, representando cada categoria de uso do solo (café, cana-de-açúcar, lagos, mata, pastagem e solo exposto), adicionada às duas feições lineares (drenagem e estradas). Através de operações booleanas, utilizando a função *Overlay*, contida no módulo Mathematical Operators do Idrisi 32 (EASTMAN, 1999), os *layers* foram superpostos, gerando no final destas operações, um mapa de uso do solo atual da bacia do córrego das Posses. Em seguida foram calculados os valores de área em ha, de cada categoria de uso do solo, utilizando a seguinte seqüência de funções: *Analysis > Database Query > Área*.

A comparação entre as paisagens dos dois períodos estudados foi efetuada através de métricas de paisagem. Segundo Ranieri (2004), as oito métricas mais relevantes para a comparação de paisagens são:

- a) Número de fragmentos florestais;
- b) Área do conjunto de fragmentos florestais;
- c) Área média dos fragmentos florestais;
- d) Porcentagem da área ocupada por fragmentos florestais;
- e) Número de áreas centrais dos fragmentos florestais;
- f) Área central total dos fragmentos florestais;
- g) Área central média dos fragmentos florestais;
- h) Distância média do vizinho mais próximo.

A resolução do mapa de uso do solo de 2005 foi simulada no SIG IDRISI, para 25m, utilizando a seguinte seqüência de funções: *Data Entry > Initial>, e Reformat> Raster-Vector Conversion*. Este procedimento foi efetuado com a finalidade de poder comparar os mapas de uso do solo de 1972 e 2005, pois as fontes oriundas de fotografias aéreas (resolução de 25m) e da imagem IKONOS (1m), possuem resoluções espectrais diferentes. Estas diferenças de resoluções podem alterar os valores dos parâmetros métricos utilizados para efetuar tal comparação¹⁹.

Os mapas de uso do solo de 1972 e 2005 foram exportados do SIG Idrisi para o *software* Fragstats (McGARRIGAL; MARKS, 1995), onde as métricas de ecologia de paisagem, mencionadas foram calculadas para identificar as alterações estruturais da paisagem.

4.1.2 Áreas de Preservação Permanente

O mapa das Áreas de Preservação Permanente (APP) foi embasado no Código Florestal (BRASIL,1965) e nas Resoluções CONAMA (BRASIL, 1985; 2002a; 2002b; 2006b), sendo reconhecidas as seguintes categorias: a) ao longo de rios; b) ao redor das lagoas,

¹⁹ Para maiores informações sobre a influência da resolução espacial no cálculo de métricas utilizadas em ecologia da paisagem ver em Azevedo; Ferreira (2004).

lagos ou reservatórios d'água; c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados olhos d'água, seja qual for a sua situação topográfica; d) no topo de morros, montes, montanhas, serras e linhas de cumeada; e) nas encostas ou partes destas, com declividades superiores a 45°, equivalente a 100% na linha de declive²⁰

A seqüência para a delimitação das categorias das áreas de preservação permanente foi a seguinte:

a) As Áreas de Preservação Permanente ao longo dos cursos d'água (APP 1)²¹ e ao redor dos lagos, lagoas e reservatórios (APP 2), foram delimitadas numa faixa de 30 metros às margens do córrego das Posses e seus afluentes; e de 50 metros dos lagos e lagoas da bacia. A sucessão de operações para realizar esta etapa resultou na compilação de um mapa de distância (*buffer*) da drenagem e um mapa de distância (*buffer*) dos lagos e lagoas no módulo *Distance Operators*, através da função *Distance* (EASTMAN, 1999), que tiveram a finalidade de efetuar o cálculo da área destas categorias de APP prevista pela legislação.

b) As Áreas de Preservação Permanente nas nascentes e olhos d'água (APP 3), foram delimitadas numa faixa de 50 metros de distância das nascentes dos rios e olhos d'águas da bacia do córrego das Posses, pela geração de um mapa de distância (*buffer*) das nascentes no módulo *Distance Operators*, através da função *Distance* (EASTMAN, 1999), o que permitiu efetuar o cálculo da área desta categoria de APP prevista pela legislação.

²⁰ As alíneas “f” e “g” referentes á áreas de restinga e relevo de chapadas, respectivamente, não foram consideradas, pois a área de estudo não possui estes domínios geomorfológicos. A alínea “h”, também não foi considerada, pois na área de estudo a altitude máxima da bacia das Posses é de 1500m.

²¹ A faixa marginal de 30 metros foi calculada a partir do nível mais baixo desta faixa, não considerando, desta forma o nível mais alto da mesma. Este procedimento foi efetuado, pois a escala das fotografias aéreas não permitiram a identificação das feições fluviais características do leito maior dos corpos d'água com clareza, devido as características do relevo da área de estudo, que se apresenta como vales encaixados. Mapeamento compilado pela Profa. Dra. Iandara Alves Mendes – Departamento de Planejamento Regional e Geoprocessamento – IGCE/UNESP – Campus de Rio Claro.

c) As Áreas de Preservação Permanente nos topos de morros, montes, montanhas, serras e linhas de cumeada (APP 4), foram baseadas nos procedimentos metodológicos descritos por Nascimento et al. (2005) e Soares et al. (2007). Nesta etapa, foram delimitadas as áreas de APP de topos de morro e linhas de cumeada a partir do mapa de curvas de nível em formato digital, com equidistância de 20m, disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Extrema. Primeiramente foi gerado um Modelo Digital de Terreno (MDT) com grade regular no sistema de informação geográfica SPRING (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2001). Em seguida, através da função extração de topos, procedeu-se o mapeamento do terço superior das elevações de acordo com a legislação brasileira. Neste procedimento foram determinados a base e o topo da elevação e em seguida esta rotina computacional delimita automaticamente o terço superior do morro (Figura 7).

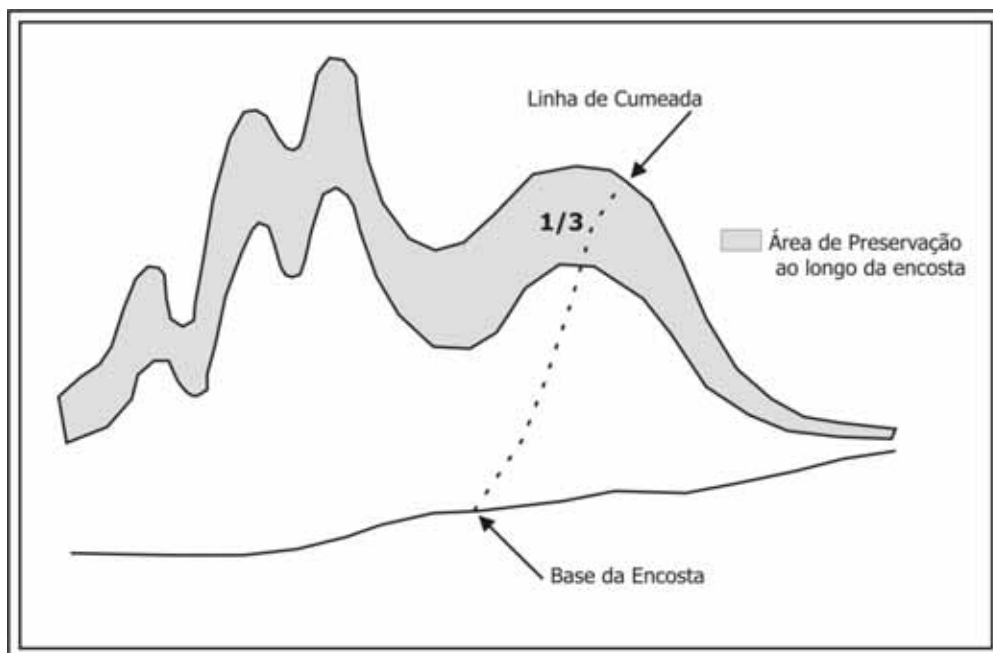


Figura 7: Identificação do terço superior dos morros.
Fonte: Ribeiro et al. (2005).

Após esta etapa, o mapa das APP de topos de morro e linhas de cumeada foi exportado para o sistema de informação geográfica Idrisi 32 (EASTMAN, 1999), onde foi rasterizado e organizado em uma base de dados com 5 metros de resolução. Estas operações seguiram as seguintes seqüências de funções: *Data Entry > Initial > Raster-Vector Conversion*.

d) As Áreas de Preservação Permanente referente às encostas com declividades superiores a 45° (APP5), foram elaboradas a partir do mapa de curvas de nível em formato digital, com eqüidistância de 20m, disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Extrema, que foi exportado para o sistema de informação geográfica Idrisi 32 (EASTMAN, 1999) onde foi rasterizado e organizado em uma base de dados com 5 metros de resolução. Estas operações seguiram as seguintes seqüências de funções: *Data Entry > Initial > Raster-Vector Conversion*. O modelo digital de terreno foi elaborado, no módulo SURFACE ANALISYS, através da interpolação do mapa reasterizado das curvas de nível, utilizando a função *TIN interpolation*. O mapa de declividade bacia das Posses foi compilado no módulo Operações de Contexto do sistema de informação geográfica Idrisi, utilizando a função SURFACE. Após este procedimento, as declividades foram reclassificadas, pela função RECLASS, tendo como produto final um mapa onde são apresentadas as áreas de APP, onde a declividade é maior do que 45° .

Para totalizar as áreas de preservação permanente, foi executada a surperposição dos mapas APP 1, APP 2, APP 3, APP 4 e APP 5, obtendo-se um mapa que representa todas as Áreas que deveriam ser de Preservação Permanente (APP Total) da bacia das Posses. Este procedimento foi efetuado através de operações de álgebras de mapas, contida no módulo Mathematical Operators, do Idrisi 32 (EASTMAN, 1999).

4.2 Quantificação dos desvios de uso das Áreas de Preservação Permanente e das Reservas Legais

A quantificação do uso indevido das áreas de preservação permanente por atividades agrícolas e pecuárias foi elaborada através de operações de tabulação cruzada entre o mapa de uso da terra e o mapa da total das Áreas de Preservação Permanente. Estas operações seguiram as seguintes seqüências de funções: *Analysis > Database Query > Crosstab*. As informações obtidas geraram subsídios para mostrar quais são as áreas que não tem uso de acordo com a Legislação Ambiental vigente.

A quantificação do uso indevido das áreas de preservação permanente por atividades agrícolas e pecuárias, individualizada no nível de propriedades, foi elaborada através de operações de tabulação cruzada entre o mapa de uso da terra, o mapa das propriedades (APÊNDICE A) e o mapa das Áreas de Preservação Permanente. Estas operações seguiram as seguintes seqüências de funções: *Analysis > Database Query > Crosstab*. O resultado final destas operações estão dispostas no apêndice B na forma de tabela.

As áreas de Reserva Legal foram verificadas do ponto de vista formal, isto é, não há na bacia das Posses nenhuma propriedade com RL averbada²², porém o mapa foi construído tomando por base as determinações legais que puderam ser aferidas na paisagem.

Assim, as áreas de Reserva Legal, definidas pela Lei Federal no Código Florestal, florestas e outras formas de vegetação nativas, ressalvadas as situadas em área de preservação permanente, a título de reserva legal no mínimo 20% da propriedade rural, foram reconhecidas na imagem e permitiram o mapeamento das propriedades que “supostamente” estão de acordo com a legislação condizente a RL com a utilização do SIG ArqView (ESRI, 1996).

²² Informação dada pelo Biólogo Paulo Henrique Pereira, Gestor Ambiental da Prefeitura Municipal de Extrema – MG, consultada por escrito pelo autor.

O procedimento metodológico proposto utilizou a base espacial das propriedades rurais da bacia do rio das Posses, município de Extrema – MG, exportada para o Sig ArqView e organizada no formato *shapefile*.

Este sistema de informação geográfica possui um formato de armazenamento de dados vetoriais baseados em arquivos, isto é, os atributos dos elementos geográficos são armazenados em um banco de dados denominado de tabela de atributos. Cada linha desta tabela contém as informações descritivas de uma única feição e as colunas ou campos definidos na tabela são as mesmas para cada linha (CÂMARA; MONTEIRO, 2004).

A ligação entre as feições geográficas e a tabela de atributos é garantida pelo modelo geo-relacional, isto é, um identificador único efetua a ligação entre ambos, mantendo uma correspondência entre o registro espacial e o registro de atributos. Segundo Câmara e Monteiro (2004), uma vez que esta conexão é estabelecida, podem-se apresentar informações descritivas sobre o mapa e armazenar outras.

Nesta fase do trabalho, a tabela de atributos foi alimentada com os dados originados através de operações de tabulação cruzada entre o mapa de uso da terra, o mapa das propriedades. O resultado final deste procedimento foi a elaboração de um mapa temático que contém a localização das propriedades que estão de acordo com a legislação no que se diz respeito às Reservas Legais.

4.3 Determinação das áreas prioritárias para a implantação da RL nas propriedades da bacia das Posses

O método utilizado para determinar as áreas prioritárias para a implantação das Reservas Legais foi proposto por Ranieri (2004). Este método foi utilizado por ser aplicável em situações reais de paisagens fragmentadas, pois respeita o que é estabelecido pela

legislação e seus critérios de determinação são baseados em dados de fácil aquisição e de fácil atualização.

Este método permite a identificação das áreas prioritárias para a conservação, na forma de Reservas Legais, a partir da combinação de critérios que geram um tipo de zoneamento ambiental (RANIERI 2004).

A seqüência para a delimitação dos critérios propostos por Ranieri (2004) foi a seguinte:

a) *Manutenção dos fragmentos existentes*: A determinação das áreas para a manutenção dos fragmentos de vegetação foi elaborada através do mapeamento dos fragmentos florestais. Para efetuar este procedimento gerou-se um mapa, no sig Idrisi (EASTMAN, 1999), contendo os fragmentos florestais com área igual ou superior a 10 ha. A partir deste mapa, foi compilada uma imagem binária onde foi atribuído o valor 1 para as áreas com vegetação e o valor 0 para as demais áreas. Esta operação foi efetuada através da função *RECLASS* do SIG Idrisi 32.

b) *Áreas com Maior suscetibilidade a erosão*: O mapa de susceptibilidade à erosão foi elaborado considerando a declividade e os tipos de solos. O procedimento metodológico para a compilação do mapa de declividade está descrito na seção 3.1.2d sendo que para esta etapa as declividades foram reclassificadas, pela função *RECLASS*, adotando as seguintes classes: 0-2%, 2-5%, 5-10%, 10-20% e >20%.

O mapeamento das unidades pedológicas foi efetuado seguindo os procedimentos metodológicos encontrados em Jesus (2004). Esta técnica, delimita os tipos de solos baseando-se nas características fisiográficas, hipsométricas e de declividade da área de estudo. Associado a este procedimento metodológico, foram coletadas amostras de solo no trabalho de campo.

As amostras foram levadas ao Laboratório de Física do Solo da UFSCar, localizado na cidade de Araras – SP, onde os parâmetros físico-químicos do solo (fertilidade aparente, profundidade efetiva, drenagem interna e textura) foram determinados (APÊNDICE C).

A partir destes parâmetros e com o auxílio das cartas topográficas Extrema e Camanducáia, as unidades pedológicas foram mapeadas (APÊNDICE D). Cada categoria de tipo de solo foi digitalizada (vetorizada), em tela em um *layer*, através da função *Polyline*, existente no módulo de desenho do software Auto Cad Map (AUTODESCK, 2000), onde posteriormente foi efetuada a poligonalização de cada um dos tipos de solo disposta em *layers*.

O mapa de solos foi exportado para o sistema de informação geográfica Idrisi 32 (EASTMAN, 1999), sendo rasterizado e organizado em uma base de dados com 5 metros de resolução. Esta operação seguiu a seguinte seqüência de funções: *Data Entry > Initial > Raster-Vector Conversion*.

O mapa de suscetibilidade à erosão foi elaborado através de operações de tabulação cruzada entre o mapa de solos e o mapa de declividade. Esta operação seguiu a seguinte seqüência de funções: *Analysis > Database Query > Crosstab*. Posteriormente, este mapa foi reclassificado, no sig Idrisi 32, utilizando a matriz de determinação contida no quadro 3 (RANIERI, 2004).

Quadro 3: Matriz de decisão para a determinação de suscetibilidade à erosão.

Solos	Declividade				
	0-2%	2-5%	5-10%	10-20%	>20%
Latossolo Roxo	B	B	B	MA	MA
Latossolo Vermelho Escuro	B	B	B	MA	MA
Latossolo Vermelho Amarelo	B	B	M	MA	MA
Argissolo Vermelho Amarelo	M	A	A	MA	MA
Terra Roxa Estruturada	B	B	M	MA	MA
Neossolo Litólito	M	M	A	MA	MA
Areia Quartizosa	M	A	MA	MA	MA
Hidromórfico	NA	NA	NA	NA	NA

B = baixa suscetibilidade; **M** = média suscetibilidade; **A** = alta suscetibilidade; **MA** = muito alta suscetibilidade e NA não se aplica.

Fonte: Ranieri (2004).

A partir deste mapa, foi criada uma imagem binária onde foi atribuído o valor 1 para as áreas de alta e muito alta suscetibilidade a erosão e o valor 0 para as demais áreas. Esta operação foi efetuada através da função *RECLASS* do SIG Idrisi 32.

c) *Aumento da área dos fragmentos existentes*: O aumento da área dos fragmentos florestais foi delimitado, numa faixa de 60m ao redor dos fragmentos florestais localizados fora da área de APP. Para realizar esta tarefa foi compilado um mapa de distância (*buffer*) dos fragmentos no módulo *Distance Operators*, através da função *Distance* (EASTMAN, 1999). A partir deste mapa, gerou-se uma imagem binária onde foi atribuído o valor 1 para as áreas de expansão da vegetação e o valor 0 para as demais áreas. Esta operação foi efetuada através da função *RECLASS* do SIG Idrisi 32.

d) *Alargamento das faixas de vegetação ao longo dos corpos d'água*: O alargamento das faixas de vegetação ao longo dos corpos d'água foi delimitado, numa faixa de 60m além das Áreas de Preservação. Para efetuar esta conduta metodológica, foi compilado um mapa de distância (*buffer*) dos fragmentos no módulo *Distance Operators*, através da função *Distance* (EASTMAN, 1999). A partir deste mapa, gerou-se uma imagem binária onde foi atribuído o valor 1 para as áreas de expansão a vegetação ao longo dos corpos d'água e o valor 0 para as demais áreas. Esta operação foi efetuada através da função *RECLASS* do SIG Idrisi 32.

e) *Proteção das cabeceiras das bacias*: Nesta fase foram mapeadas as bacias sem canais tributários, isto é de primeira ordem, pela classificação de *STRAHLER* (STRAHLER, 1952; CHRISTOFOLETTI, 1980). Estas bacias foram identificadas nas cartas topográficas Extrema e Camanducáia e digitalizadas (vetorizadas), em tela em um *layer*, através da função *Polyline*, existente no módulo de desenho do

software Auto Cad Map (AUTODESCK, 2000). Posteriormente foi efetuada a poligonalização de cada uma das bacias de primeira ordem. O mapa de bacias de primeira ordem foi exportado para o sistema de informação geográfica Idrisi 32 (EASTMAN, 1999), sendo rasterizado e organizado em uma base de dados com 5 metros de resolução. Esta operação seguiu a seguinte seqüência de funções: *Data Entry > Initial > Raster-Vector Conversion*. Às bacias de primeira ordem foi dado o valor 1 e às demais áreas foi dado o valor 0.

f) *Redução das distâncias entre os fragmentos*: O limite máximo que pode ser considerado para evitar o isolamento dos fragmentos florestais é de 1000m. A condução desta tarefa se baseou na compilação de um mapa de distância (*buffer*) superiores a 1000m dos fragmentos existentes no módulo *Distance Operators*, através da função *Distance* (EASTMAN, 1999). A imagem binária, gerada a partir deste mapa, foi atribuído o valor 1 para as áreas com distâncias superiores a 1000m e o valor 0 para as demais áreas. Esta operação foi efetuada através da função *RECLASS* do SIG Idrisi 32.

Após a compilação dos seis mapas, foi efetuada a sobreposição dos mesmos, através de operações de tabulação cruzada entre eles. Estas operações seguiram as seguintes seqüências de funções: *Analysis > Database Query > Crosstab*. Para Ranieri (2004), todos os critérios têm importância equivalente, isto é, todos possuem o mesmo peso para a locação das áreas prioritárias de Reserva Legal. Segundo o mesmo autor, a sobreposição de dois critérios já é suficiente para considerar esta área como prioritária, entretanto quanto maior for a quantidade de fatores sobrepostos, maior será a sua prioridade de locação. Porém, em virtude da localização geográfica da área de estudo e da escala de abordagem adotada,

foram consideradas relevantes as áreas prioritárias de Reserva Legal em que houve a sobreposição de pelo menos três critérios.

O produto final destas operações foi um mapa que mostra as áreas prioritárias para a locação das Reservas Legais na bacia do córrego das Posses que, juntamente com o mapeamento das áreas de APP, permitiu desenhar um cenário ideal do meio ambiente da bacia das Posses que, quando comparado à situação de 2005, mostra os desvios e indica caminhos para o atendimento da legislação e requalificação do meio ambiente.

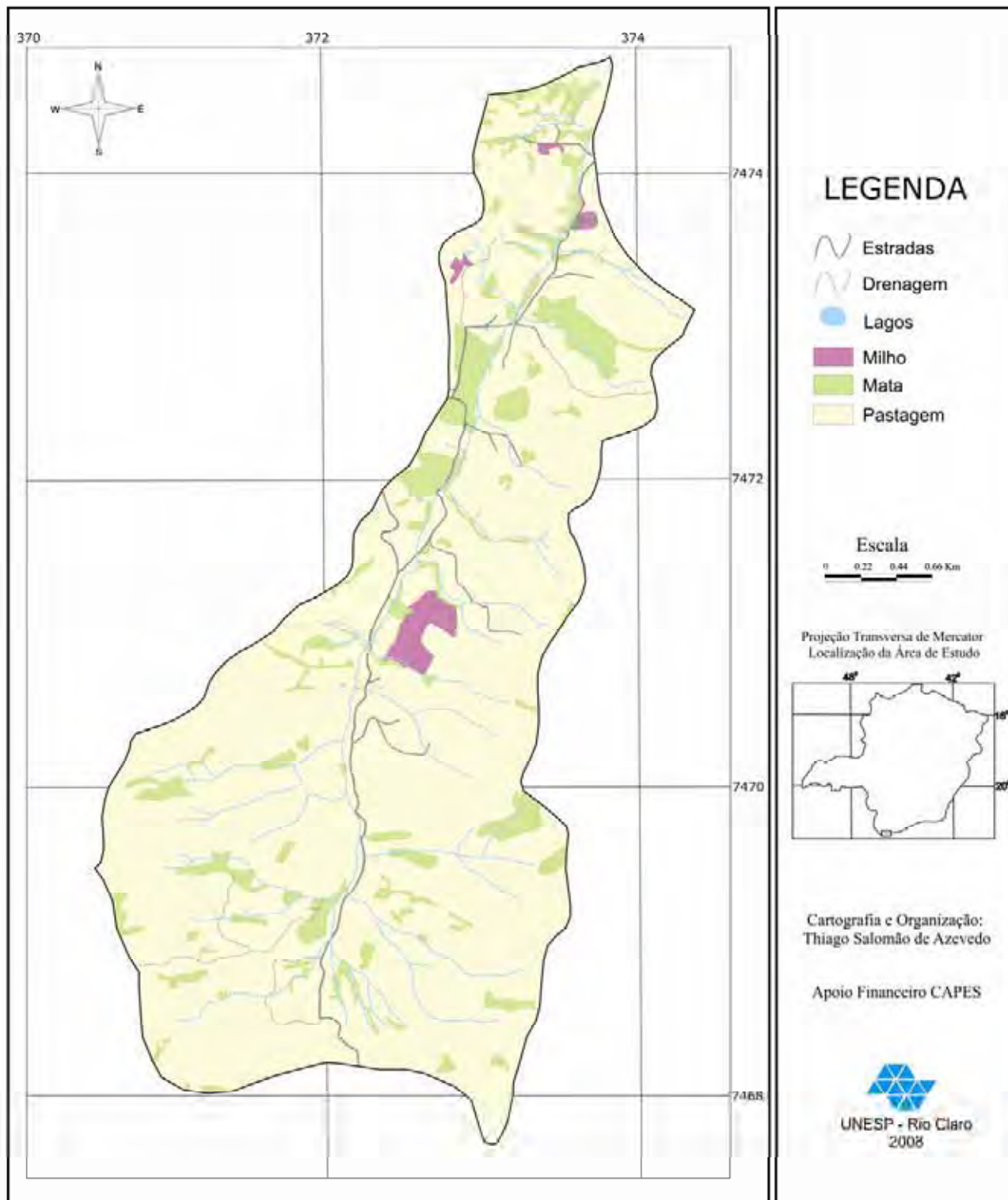
4.4 Comparação entre a paisagem da bacia das Posses no ano de 2005 e o cenário proposto pela determinação das áreas prioritárias para a implantação de APP e da RL

O procedimento metodológico para efetuar a comparação entre a paisagem no ano de 2005 e o cenário proposto foi o mesmo utilizado no item 4.1.1. (página 74).

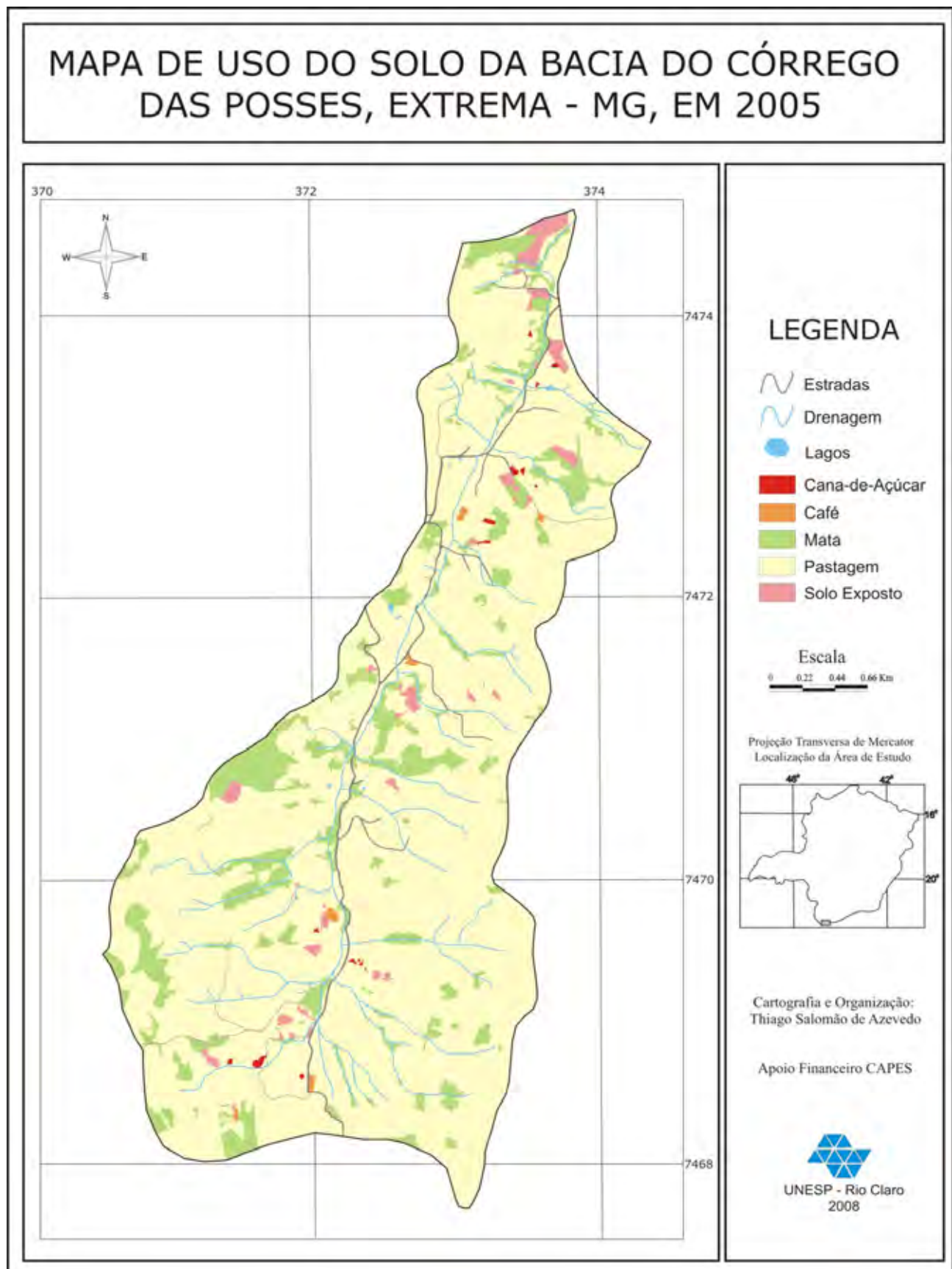
5- Resultados

O resultado do mapeamento do uso do solo da bacia do córrego das Posses para os anos de 1972 e 2005 pode ser observado nos mapas 3 e 4, respectivamente e na tabela 6.

MAPA DE USO DO SOLO DA BACIA DO CÓRREGO DAS POSSES, EXTREMA - MG, EM 1972



Mapa 3: Mapa de uso do solo da bacia do córrego das PosSES - MG no ano de 1972.



Mapa 4: Mapa de uso do solo da bacia do córrego das Posses - MG no ano de 2005.

Tabela 6: Uso do solo na bacia do córrego das Posses.

Uso do Solo	1972		2005	
	Área (ha)	Área em %	Área (ha)	Área em %
Lago	0,55	0,04	0,55	0,04
Cana-de-açúcar	0	0	1,89	0,16
Café	0	0	1,58	0,13
Estrada	10,45	0,87	10,45	0,87
Solo Exposto	0	0	20,35	1,7
Mata	123,97	10,32	151,97	12,64
Pastagem	1051,9	87,52	1015,12	84,46
Milho	15,04	1,25	0	0
Total	1202,91	100	1201,91	100

Fonte: Medições automáticas feitas pelo autor a partir das figuras 10 e 11.

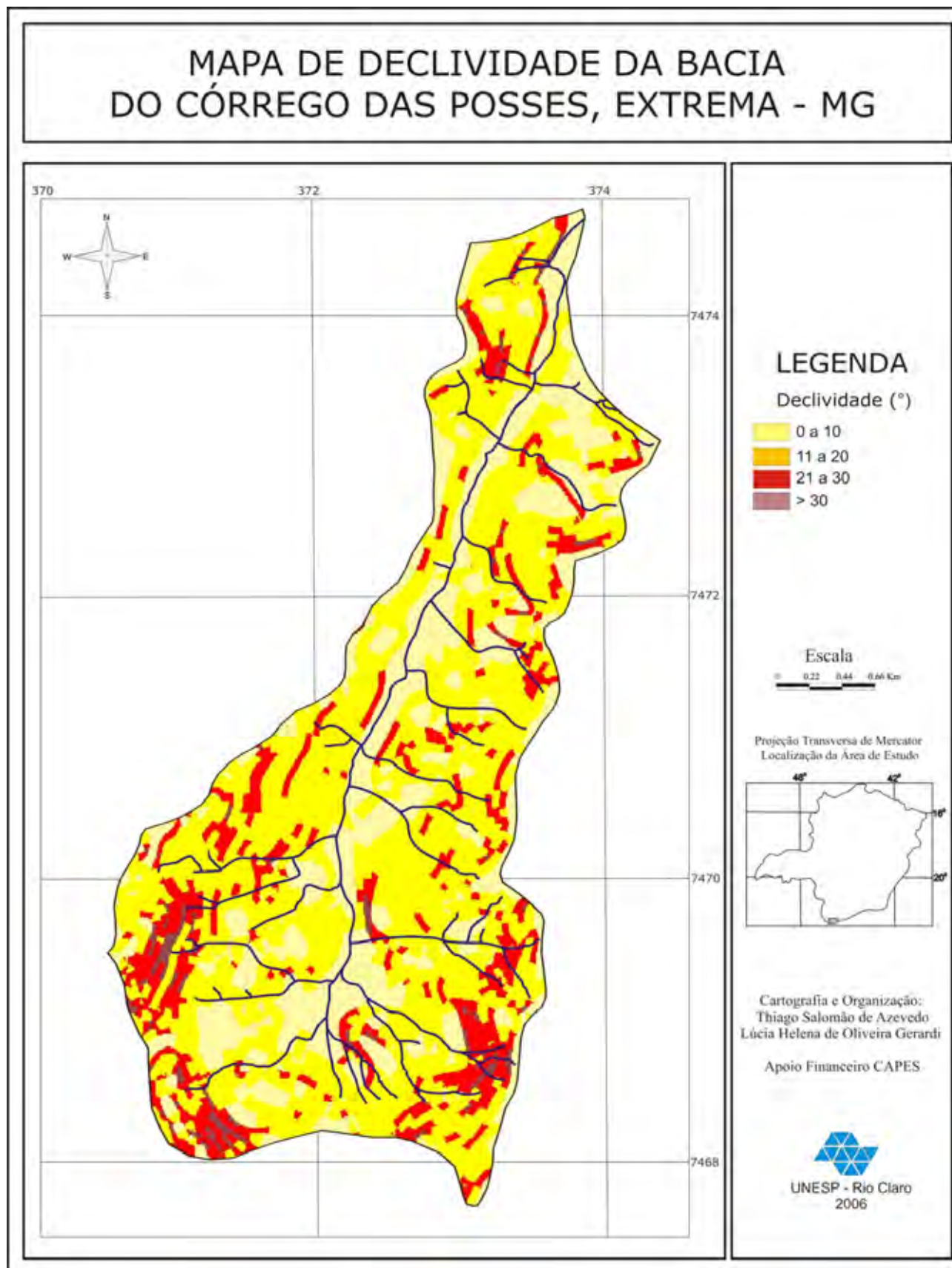
O uso do solo na bacia das Posses pouco se modificou percentualmente entre 1972 e 2005. A categoria pastagem era e continua sendo o uso dominante, com mais de 80% da área, seguida pelas matas com pouco mais de 10% do total. Os outros usos são irrelevantes, não chegando a 1% a maioria deles.

Este fato pode ser explicado pelo relevo da área (SERRA, 1993; ROSTAGNO, 1999). Na tabela 7 e mapa 5 se pode observar que apenas 28,99% da bacia do córrego das Posses apresentam um relevo suave a ondulado, que não apresentam fortes restrições às atividades agrícolas. Entretanto, cerca de 55% da área possui declividade entre 11 a 20% de inclinação, apresentando relevo ondulado a montanhoso em que a utilização do solo para atividades agrícolas, exige práticas de conservação mais complexas. Por fim, aproximadamente 15% da bacia das Posses possui um relevo extremamente movimentado, com declividades acima de 20°, que impossibilitam qualquer atividade agrícola, podendo causar sérios problemas de erosão.

Tabela 7: Classes de declividade da bacia do córrego das Posses.

Declividade (°)	Área (ha)	Área em %
0 a 10	348,20	28,99
11 a 20	665,78	55,39
21 a 30	167,15	13,90
> 30	20,78	1,72
Total	1201,91	100

Fonte: Medições automáticas feitas pelo autor.



Mapa 5: Mapa de declividade da bacia das Posses.

Os remanescentes florestais estão distribuídos por toda bacia, sendo representadas pelos fragmentos de florestas semi-decíduas, matas de encosta e matas ciliares, totalizando 123,97 ha (10,32%) em 1972 e 151,97 ha (12,64%) em 2005, isto é no período de 1972 a 2005 há um crescimento da vegetação nativa de 1,32% (Tabela 8).

Tabela 8: Comparação das métricas de ecologia de paisagem na bacia do córrego das Posses entre 1972 e 2005.

Métricas da Paisagem	1972	2005
Número de fragmentos florestais	85	110
Área do conjunto de fragmentos florestais (ha)	123,97	151,97
Área média dos fragmentos florestais (ha)	1,45	1,28
Porcentagem da área ocupada por fragmentos florestais	10,32	12,64
Número de áreas centrais dos fragmentos florestais	83	109
Área central total dos fragmentos florestais (ha)	97,81	110,74
Área central média dos fragmentos florestais (ha)	1,15	1,006
Distância média do vizinho mais próximo (m)	80,7	71,52

Fonte: Medições automáticas feitas pelo autor a partir das figuras 10 e 11.

O número de fragmentos, que era 85 em 1972, em 2005 aumentou para 110, entretanto, a área média dos fragmentos florestais diminuiu. Ou seja, pode-se inferir que houve uma fragmentação da paisagem devido ao aumento do número de fragmentos florestais com até um hectare (Figura 8).

Pelos dados pode-se constatar que a vegetação da bacia das Posses, no período de 1972 a 2005, sofreu pequena regeneração que é comprovada, na tabela 8, pelo índice de área central dos fragmentos²³, que aumentou de 97,81 ha em 1972 para 110,74 ha em 2005.

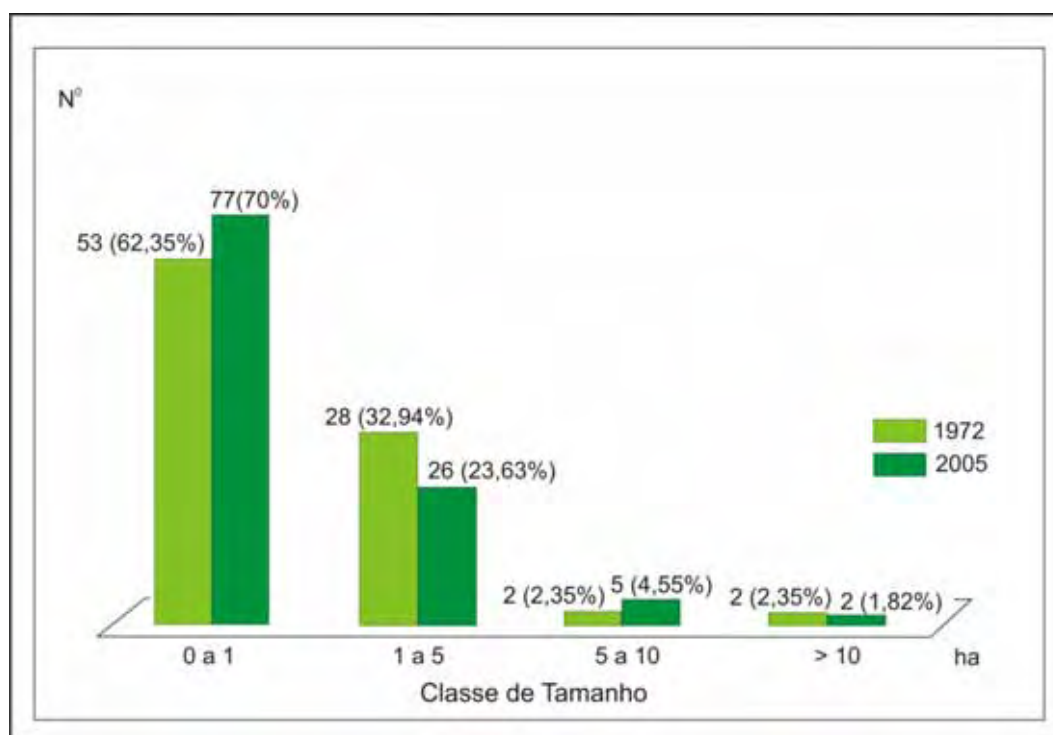


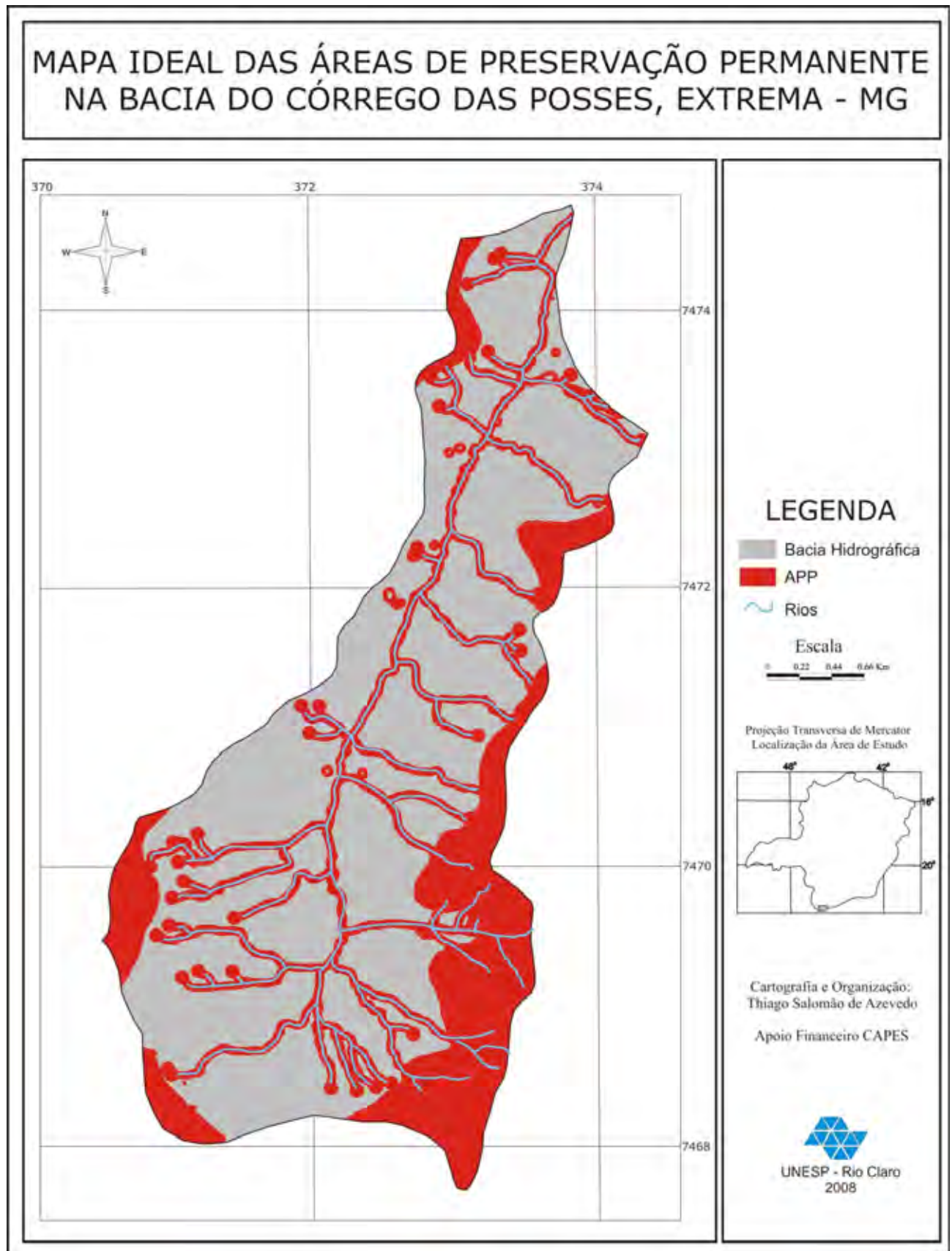
Figura 8: Evolução dos fragmentos florestais entre 1972 e 2005 em % e número na bacia das Posses.

Outro fator que reforça a constatação do processo de regeneração dos fragmentos florestais na bacia das Posses é o grau de isolamento médio dos fragmentos, que em 1972 era de 80,7 metros e em 2005 é de 71,52 metros, isto é, a distribuição espacial dos fragmentos florestais está mais agrupada.

²³ A área central de um fragmento florestal é a área do fragmento quando é descontada a sua borda. O aumento das áreas centrais evidencia o processo de regeneração (McGARRIGAL et al., 1995). A largura da borda de um fragmento é um assunto controverso, pois não existe um consenso na literatura, sobre a sua extensão (MURCIA, 1995; ANDERSON; JENKINS, 2005; HILTY et al., 2006). Por exemplo, Murcia (1995) aponta a extensão da borda dos fragmentos em 20 metros, Rodrigues (1998) e Laurence (2000) apud Ranieri (2004) apontam que o efeito de borda ocorre em distâncias que variam de 35 metros a 10 quilômetros de distância respectivamente. Desta forma, nesta pesquisa, o valor adotado do efeito de borda foi calculado de acordo com as sugestões de Ranieri (2004), que efetuou o cálculo do efeito de borda de acordo com a resolução espacial das imagens de satélite Landsat. Assim, o efeito de borda foi estimado respeitando a resolução mínima das fotografias aéreas que é de 25 metros.

Porém, embora o número de fragmentos florestais tenha aumentado na bacia das Posses, no período de 1972 a 2005, sua área ainda não é suficiente para atingir a proporção mínima para que se mantenha a conectividade da paisagem que deveria ser de 59% da área total (METZGER, 2002).

De acordo com o que estabelece o Código Florestal, 38,19% da área da bacia hidrográfica do córrego das Posses são considerados Área de Preservação Permanente (Mapa 6).



Mapa 5: Mapa das APP's da bacia do córrego das PosSES.

Embora a porcentagem de ocorrência de vegetação nativa da bacia do córrego das Posses esteja acima da média das bacias hidrográficas mineiras, as Áreas de Preservação Permanente encontram-se bem degradadas, ou seja, apenas 12,66% (56,41 ha), da área de APP estão cobertos com vegetação nativa, como previsto pelo Código Florestal (Tabela 9).

Na tabela 9, verifica-se que 385,01 ha (86,37%), da Área de Preservação Permanente estão ocupados por pastagens e menos de um por cento está ocupado por estradas, solo exposto e cultivos agrícolas, representados por cana-de-açúcar e café.

Tabela 9: Uso do solo nas APP's da bacia do córrego das Posses.

Uso do solo	Uso do solo nas APP's		Uso do solo fora das APP's	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Pastagem	388,37	86,49	627,30	83,31
Mata	56,41	12,56	95,56	12,68
Solo Exposto	1,61	0,35	18,74	2,48
Estrada	2,4	0,53	8,05	1,06
Cana	0,3	0,066	1,59	0,21
Café	0,02	0,004	1,56	0,26
Total	449,11	100	752,80	100

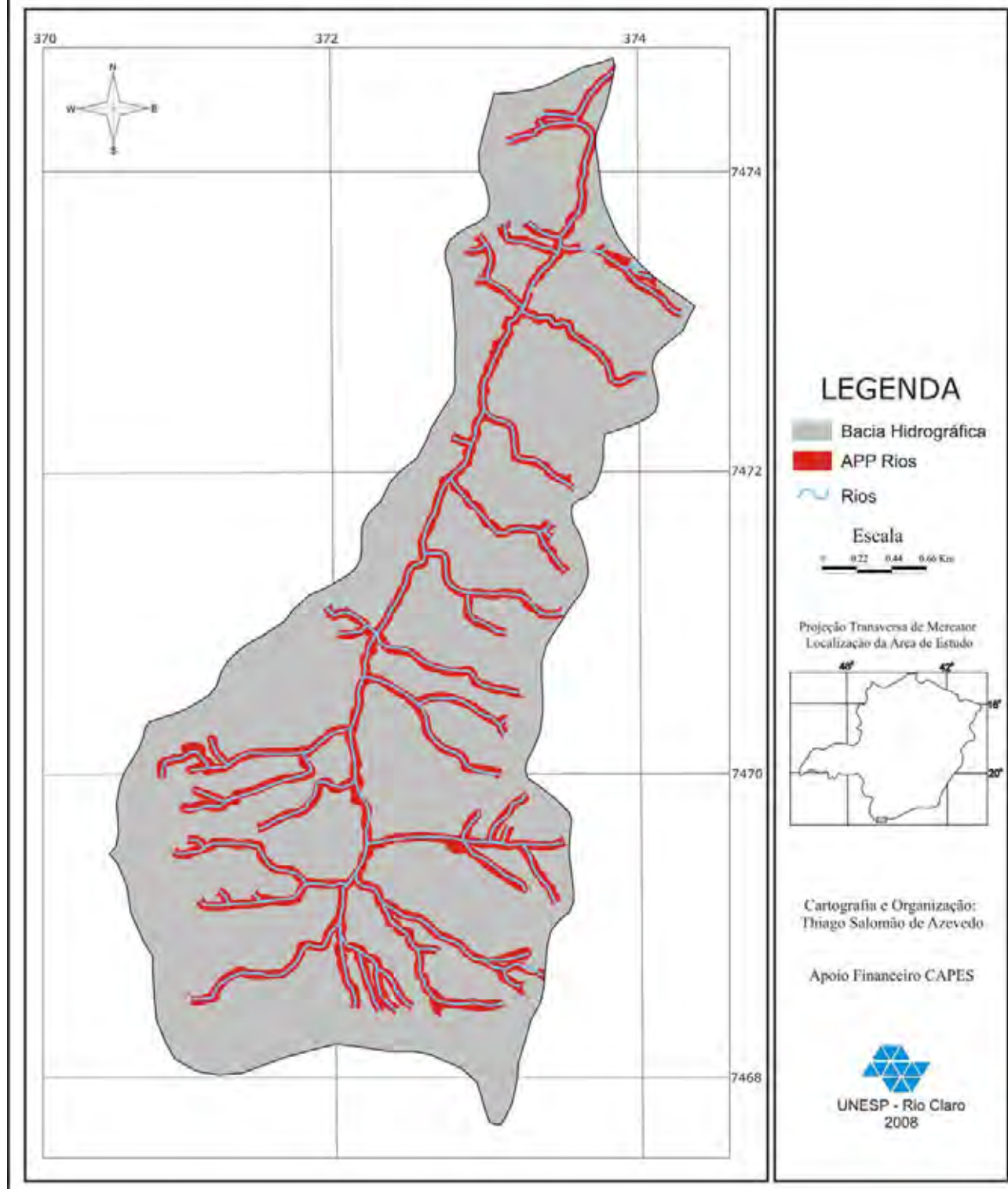
No mapa 5, percebe-se, também, que se implantadas, haveria coalescência natural entre as APP's formando corredores ecológicos ao longo da bacia hidrográfica do córrego das posses. O que seria muito importante pela facilitação da movimentação de agentes de dispersão de sementes, proporcionando a recuperação da vegetação nativa. Resultados parecidos foram encontrados por Ribeiro et al. (2005), que encontraram padrões paisagísticos parecidos muito semelhantes na bacia hidrográfica do córrego Paraíso, situado no município de Viçosa, MG.

O mapeamento das APP's por alínea do Código Florestal e suas métricas podem ser observadas na tabela 10 e nos mapas 7, 8, 9, 10 e 11.

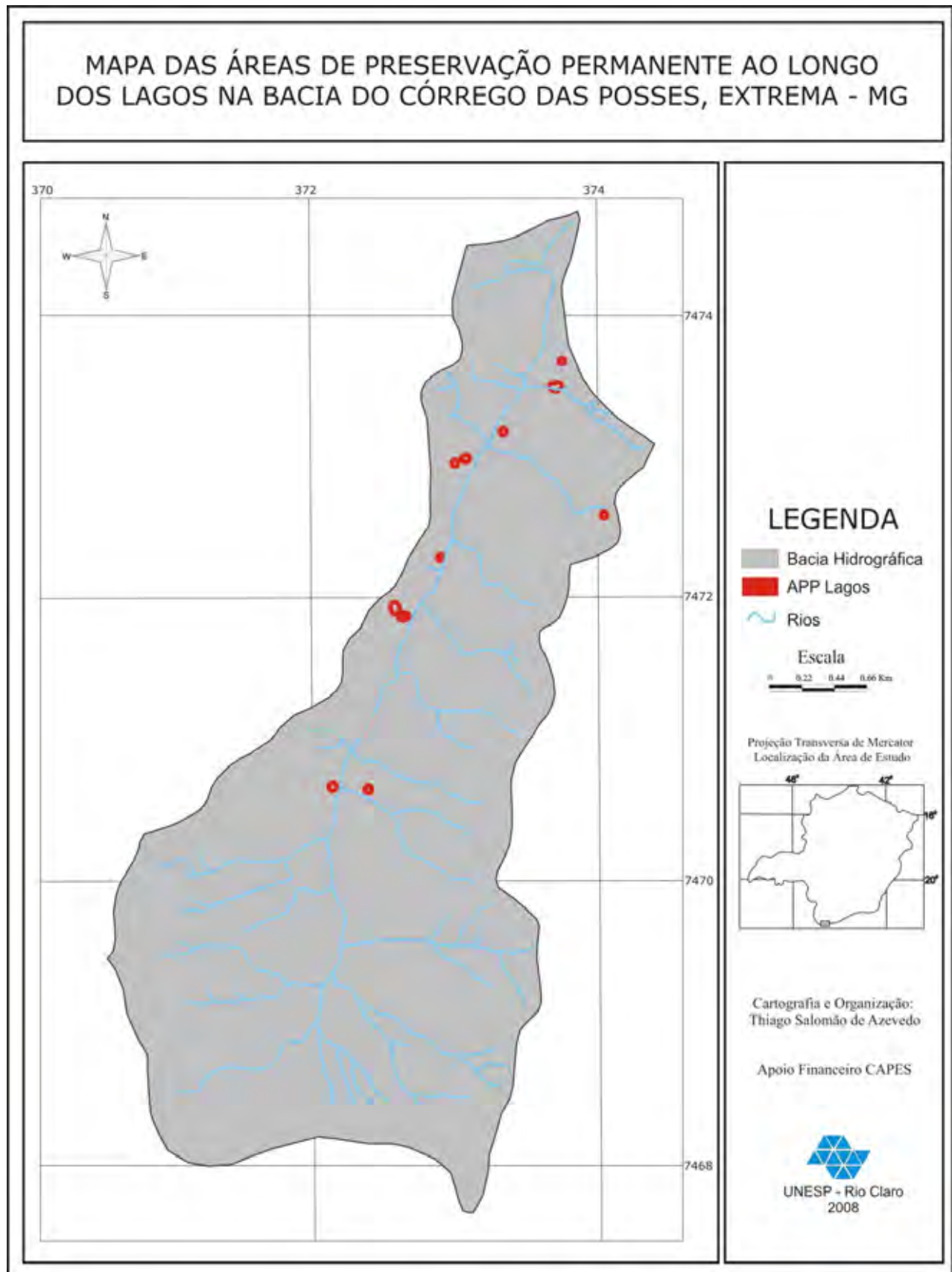
Tabela 10: Categorias de APP's da bacia do córrego das Posses.

Uso do solo	Áreas de Preservação Permanente Alíneas da Lei N° 4.771, DE 15 DE SETEMBRO DE 1965									
	a Rios (APP 1)		b Lagos (APP 2)		c Nascentes (APP 3)		d Topo de Morros (APP 4)		e Declividade > 45° (APP 5)	
	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%
Pastagem	157,205	79,53	7,68	91,31	40,152	92,77	182,473	91,75	0,86	75,44
Mata	36,315	18,51	0,29	3,44	3,108	7,18	16,417	8,24	0,28	24,56
Solo Exposto	1,48	0,75	0,13	1,55	0	0	0	0	0	0
Cana	0,17	0,09	0,13	1,55	0	0	0	0	0	0
Café	0,02	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
Estrada	2,2	1,11	0,18	2,15	0,02	0,05	0	0	0	0
Total	197,39	100	8,41	100	43,28	100	198,89	100	1,14	100

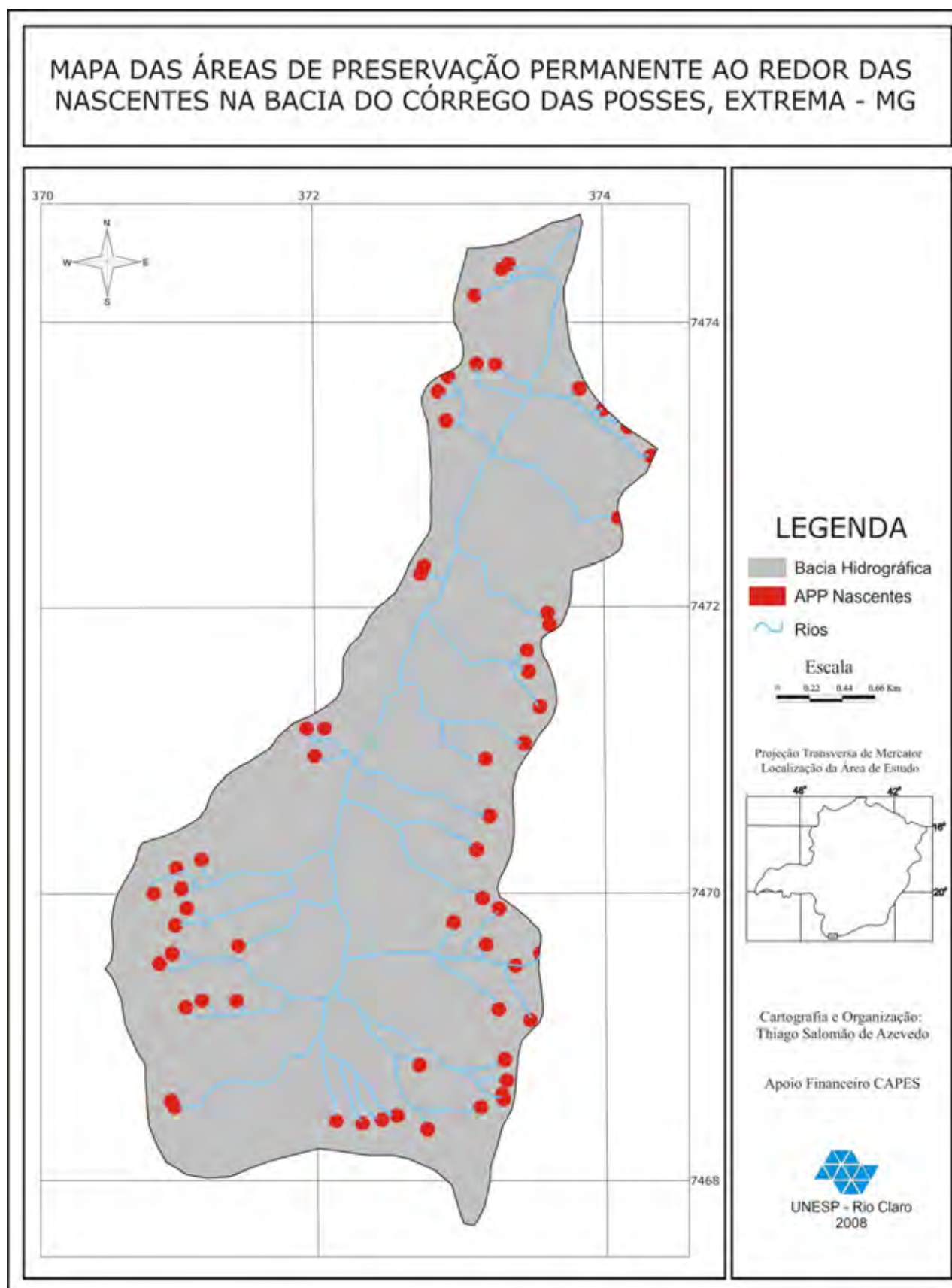
MAPA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE AO LONGO DOS RIOS NA BACIA DO CÓRREGO DAS POSSES, EXTREMA - MG



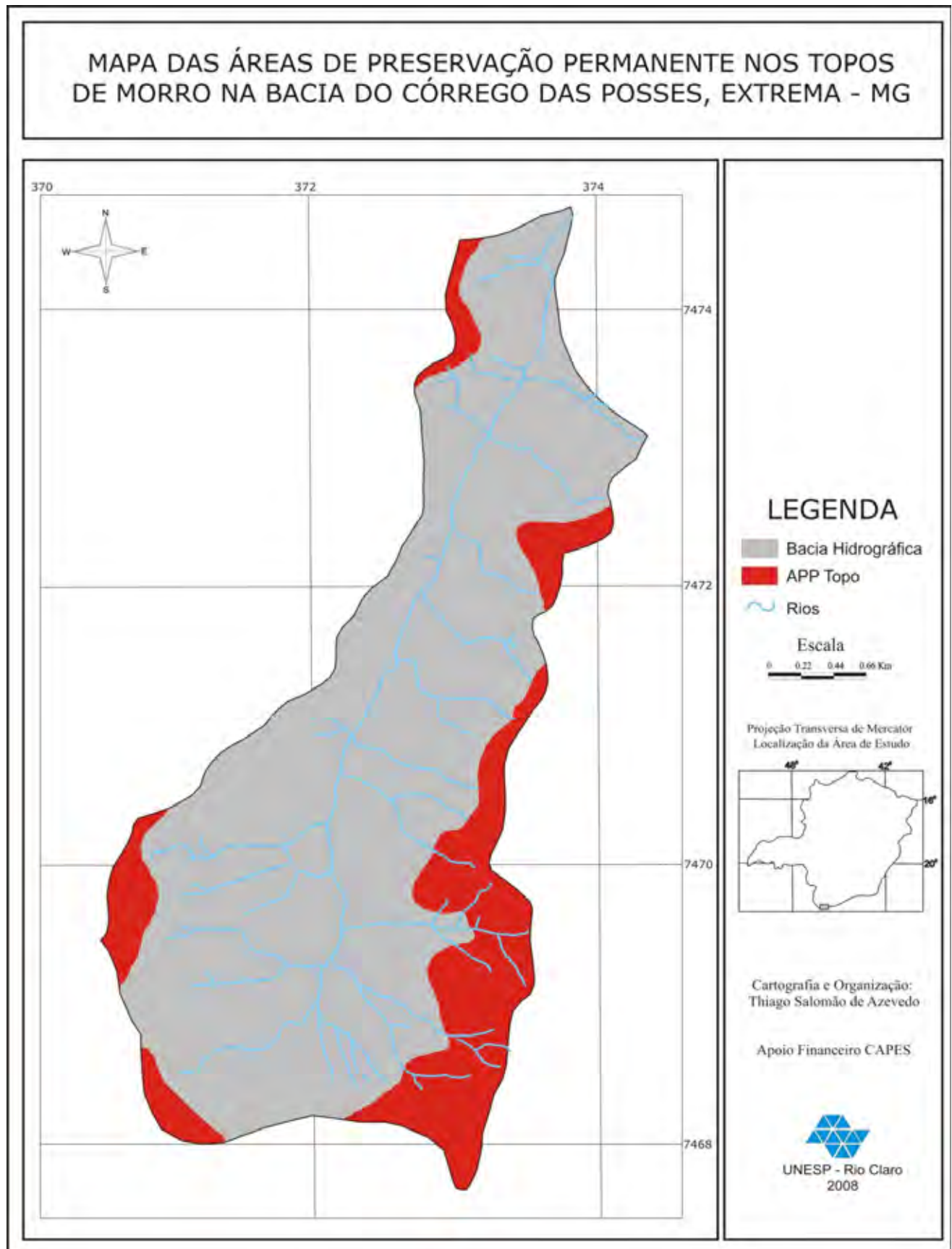
Mapa 7: Mapa das APP's ao longo dos Rios da bacia do córrego das Poses.



Mapa 8: Mapa das APP's no entorno dos Lagos da bacia do córrego das PosSES.

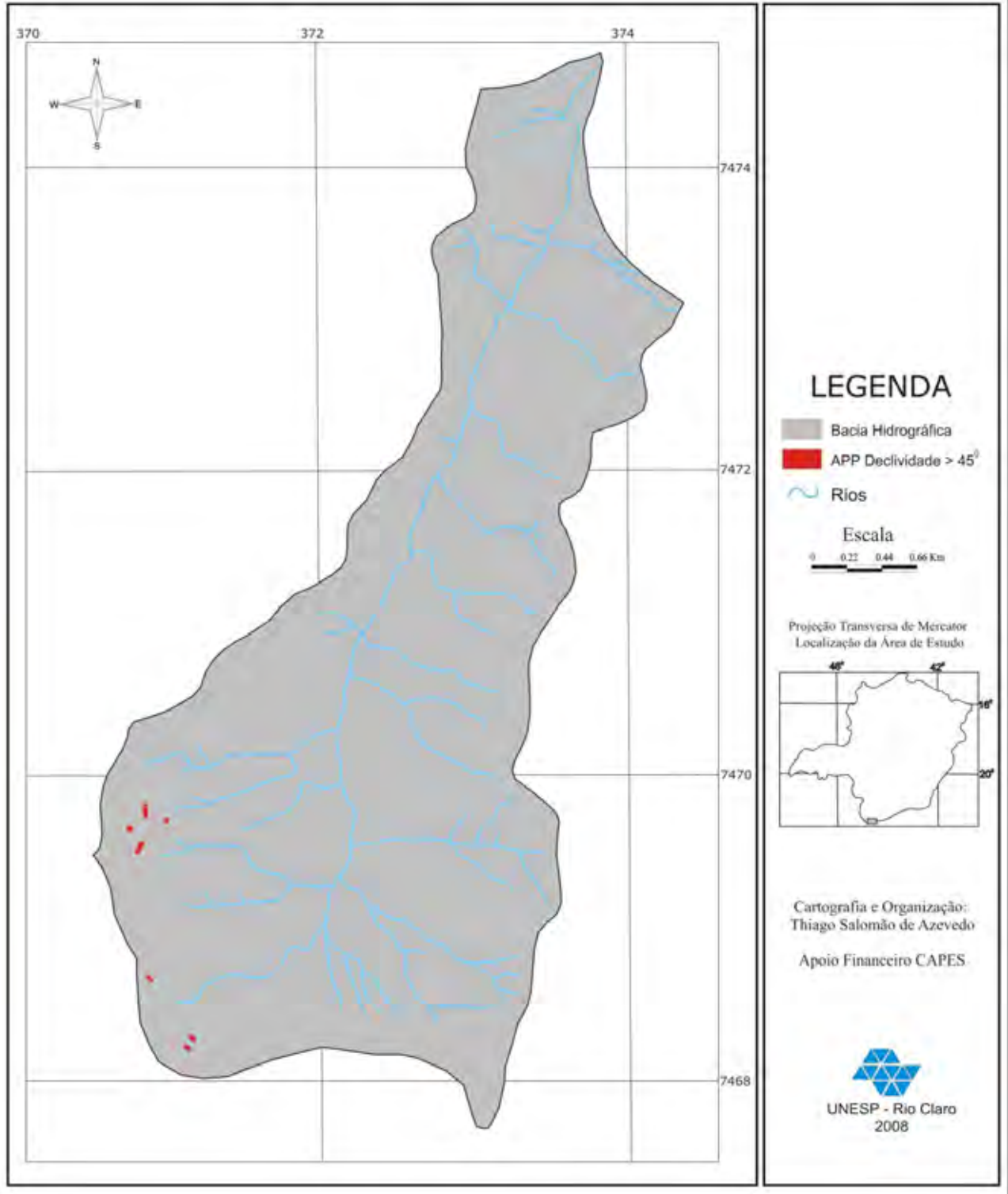


Mapa 9: Mapa das APP's no entorno das Nascentes da bacia do córrego das PosSES.



Mapa 10: Mapa das APP's nos Topos de Morros da bacia do córrego das PosSES.

MAPA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE COM DECLIVIDADE SUPERIOR A 45° NA BACIA DO CÓRREGO DAS POSSES, EXTREMA - MG



Mapa 11: Mapa das APP's em Declividade maior do que 45° da bacia do córrego das Poses.

A quantificação do uso do solo conflitante, das cinco categorias de APP, mostra que apenas nas APP's com declividade maior do que 45°, o percentual de matas atinge mais que 20% (24,56%) da área que deveria ser florestada. Em nenhuma das outras situações, o percentual de matas atinge mais que 20% da área que deveria ser florestada.

Apesar do cultivo agrícola (cana-de-açúcar e café), ocupar apenas 0,1% das áreas de APP ao longo dos córregos e 1,55% ao longo dos lagos este tipo de uso conflitante pode provocar contaminação dos mesmos, pela lixiviação de insumos agrícolas, ou provocar o assoreamento dos rios e lagos devido a existência de solo exposto que ocupa um pouco mais que 3% da área de APP, nestas categorias.

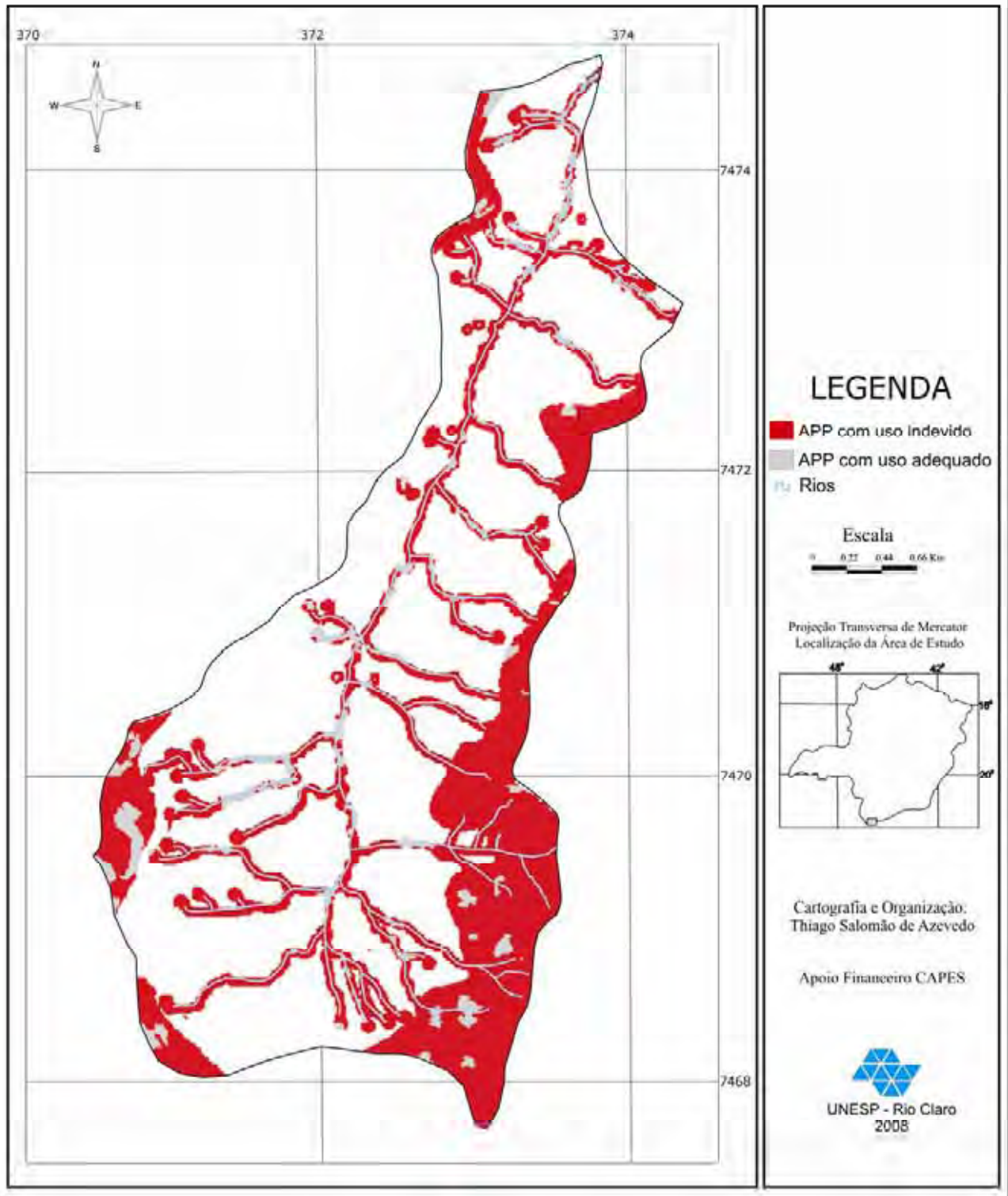
As estradas também contribuem para a degradação das áreas de APP. Este uso é mais proeminente na categoria de APP ao redor dos lagos em que 3,56% da área são ocupados por estradas.

O principal problema de invasão de áreas que deveriam ser de Preservação permanente na bacia das Posses ocorre pelo avanço das pastagens, que ocupam 92,77% das áreas de nascentes, 91,75% das áreas de topos de morro, 85,55% das áreas ao redor dos lagos, 79,53% das áreas marginal dos rios e 75,44% nas áreas onde a declividade é superior a 45%.

Segundo Pinto (2005), este tipo de uso pode ser considerado um grande agente de degradação, devido ao impacto negativo das pastagens mal manejadas sobre a regeneração da vegetação natural, a compactação do solo, o voçoracamento, o deslizamento das encostas e principalmente a contaminação das nascentes.

O mapa 12 mostra as áreas onde a recuperação das APP's deve ser feita.

MAPA DAS ÁREAS DE RECUPERAÇÃO RECOMENDADA NAS APP'S NA BACIA DO CÓRREGO DAS POSSES, EXTREMA - MG



Mapa 12: Mapa dos locais onde as APP's, da bacia do córrego das PosSES, devem ser recuperadas.

No trabalho de campo realizado no começo do ano de 2007, foram observados, e registrados na figura 9, os impactos provocados pelo deslizamento das encostas devido à retirada da vegetação natural nas Áreas de Preservação Permanente nos topos de morro (Figura 21 A) e nas margens dos rios (Figura 21 B e 21 C).

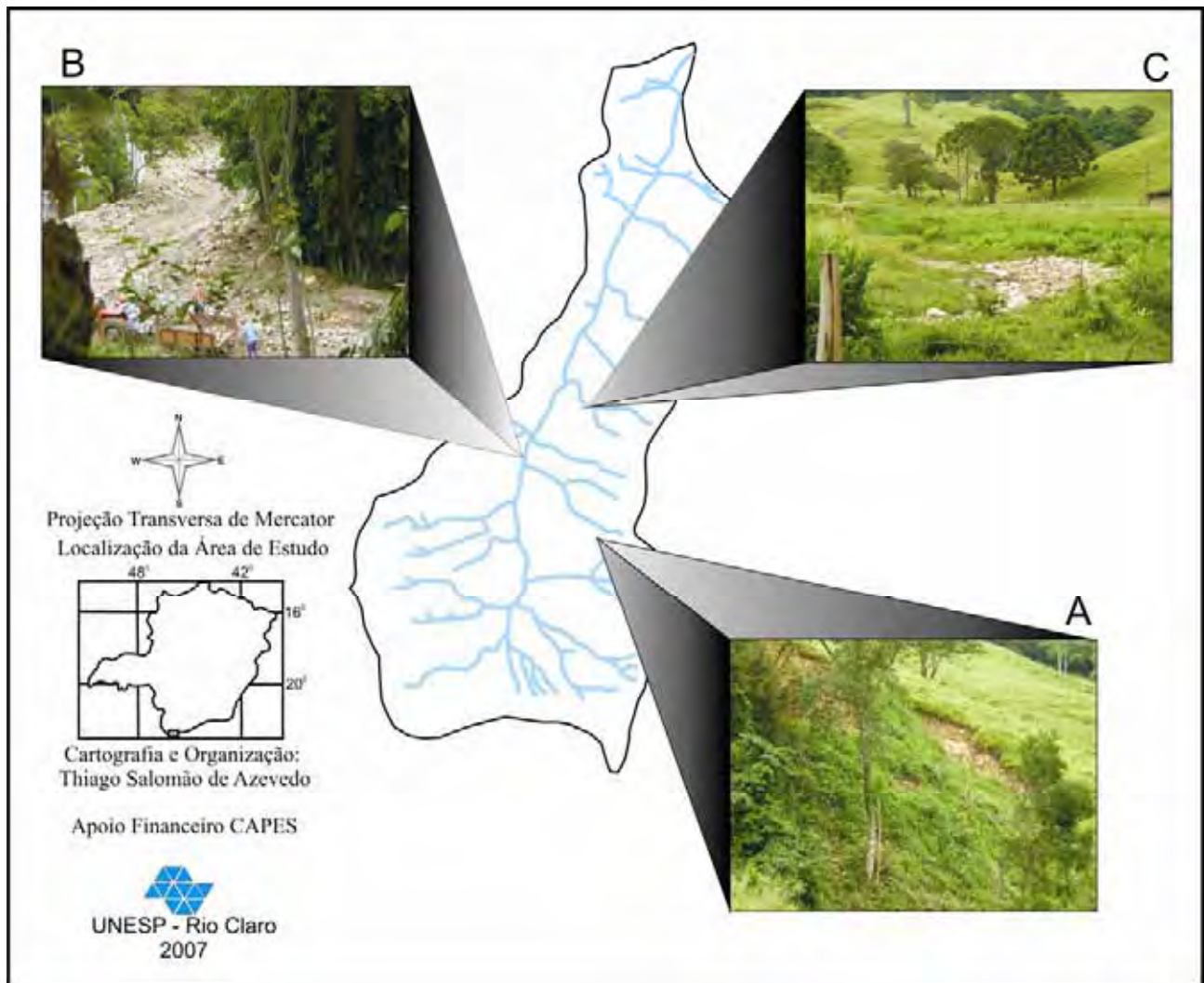


Figura 9: Locais em que ocorreram os impactos negativos na bacia do córrego das Posses: (A) Deslizamento da encosta, (B e C) Assoreamento e entulhamento dos rios (Fotos: Thiago S. de Azevedo, 10/2007).

Estes resultados mostraram que a bacia do córrego das Posses está em um estágio de degradação muito elevado, havendo a necessidade de efetuar a restauração ecológica da paisagem através do reflorestamento das áreas de APP's.

Face aos impactos mencionados e apoiada na Lei 9.433/97, que Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a prefeitura do Município de Extrema, por meio do Projeto-Lei 2001/05 denominado Projeto Conservador das Águas propõe medidas para que seja feita a recomposição da cobertura vegetal nas áreas de APP do município (EXTREMA, 2005b).

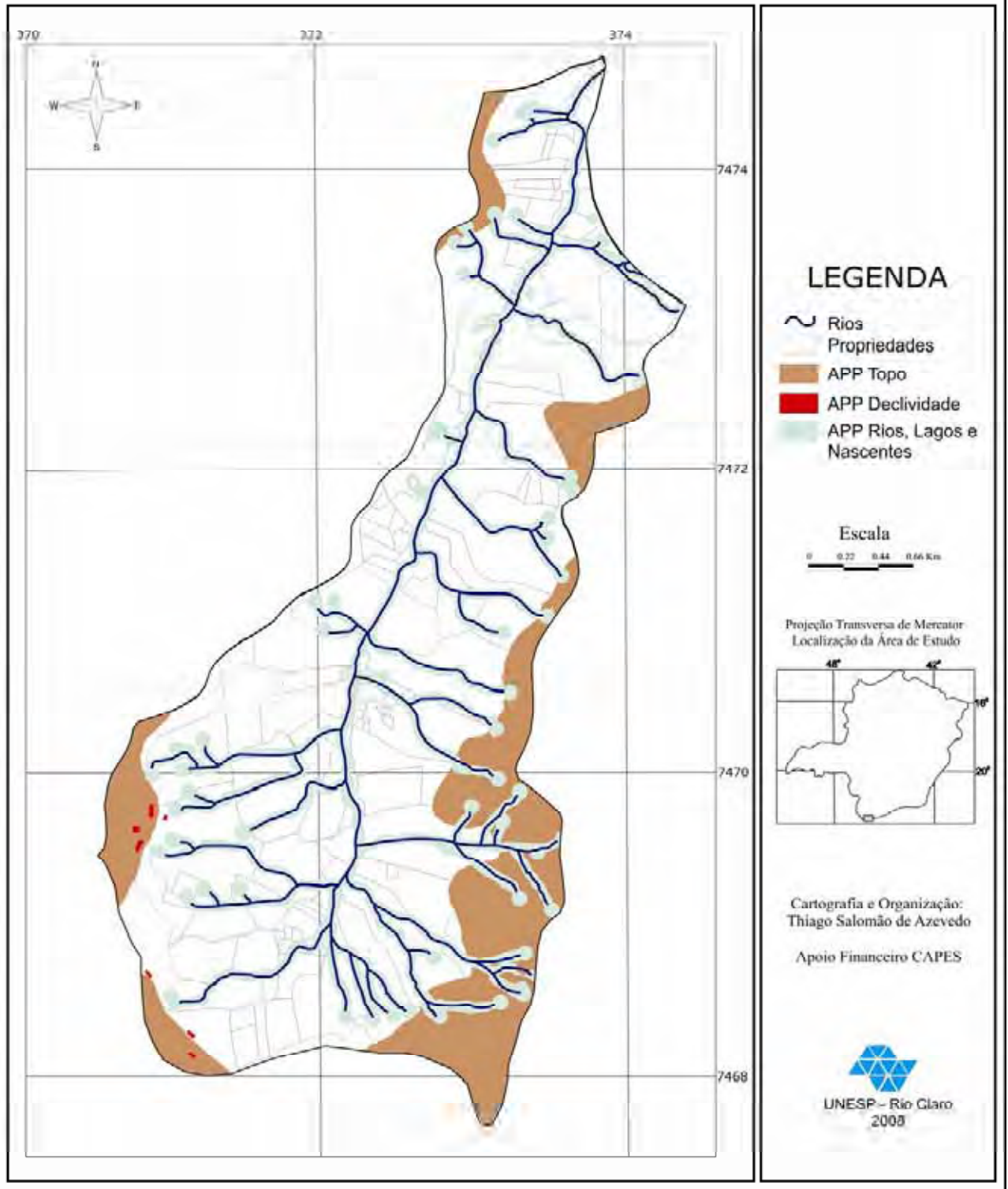
Além disso, esta lei proporciona o cumprimento do Plano Diretor, Lei N° 1574 de 15 de Janeiro de 2001 (EXTREMA, 2001), que, no capítulo III, artigo 5°, inciso IV, estabelece uma Zona de Preservação Ambiental (ZPA) correspondente.

“As áreas da Serra do Lopo (Serra da Mantiqueira), com cobertura vegetal original pertencente à Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, de grande beleza cênica e importante para a preservação de mananciais e da qualidade ambiental do município” (EXTREMA, 2001, p. 3) .

No inciso IV, parágrafos 6° e 7° desta Lei, o Município deverá proceder ao tombamento das áreas situadas na serra da Mantiqueira como patrimônio natural, impedindo qualquer tipo de uso que viole a sua preservação, estabelecendo assim diretrizes para a ocupação da ZPA, respeitando legislação Estadual e Federal, inclusive a APA FERNÃO DIAS.

O mapeamento das APP's na base cartográfica das propriedades existentes na bacia do córrego das Posses pode ser observado no mapa 13 e as métricas extraídas deste mapeamento aparecem na figura 10.

MAPA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA DO CÓRREGO DAS POSSES, EXTREMA - MG



Mapa 13: Mapa das APP's nas propriedades da bacia do córrego das Posses.

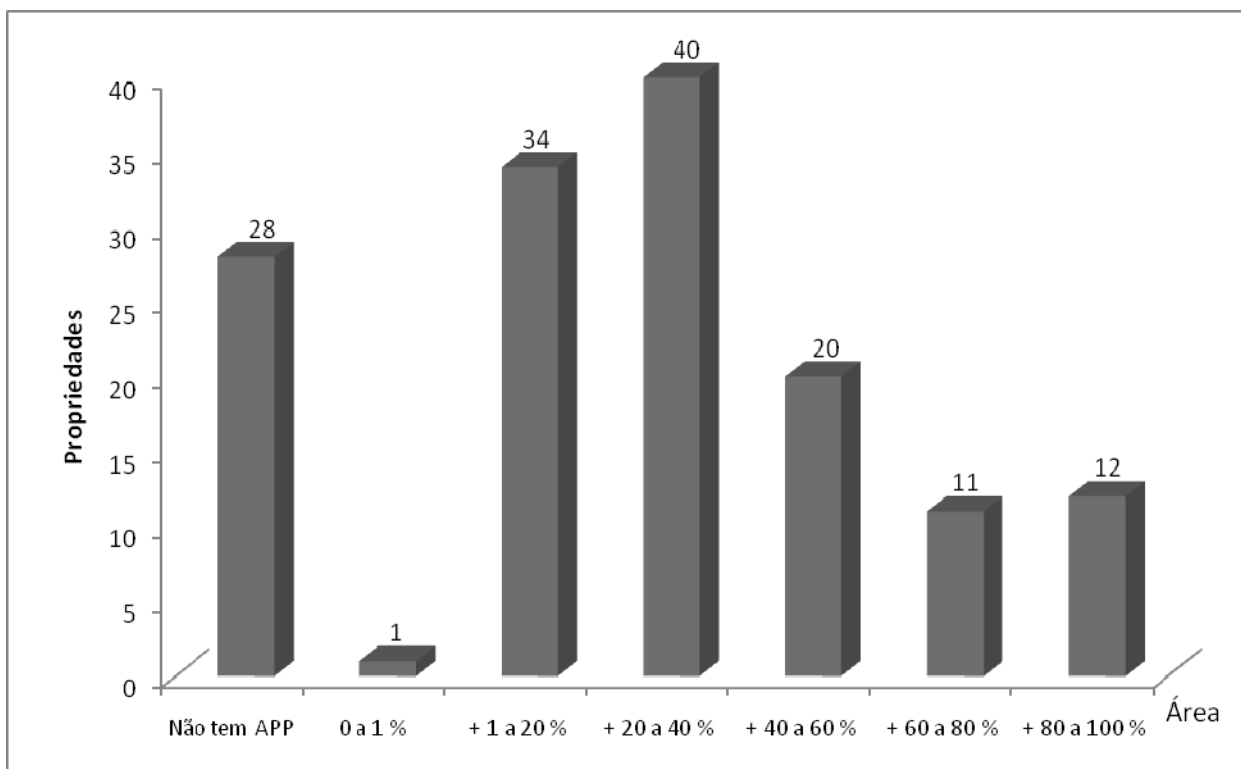


Figura 10: Porcentagem da Área de Preservação Permanente nas propriedades do córrego das Posses.

No mapa 13 e na figura 10 verifica-se que das 146 propriedades que compõem a bacia das Posses apenas 28 propriedades (19,18%) não possuem APP's dentro de seus limites.

As propriedades que apresentam Áreas de Preservação Permanente nos seus limites possuem amplitude que vai desde 1% até 100% da área da propriedade. A maioria delas tem entre 1 e 40% da área em APP, mas é importante salientar que 12 propriedades (8,22%) tem mais que 80% de sua área em situação de APP.

A figura 11 mostra que das 146 propriedades que compõem a bacia das Posses, 19,18% não possuem APP's dentro de seus limites e das outras 80,82% apenas 3 propriedades (2,05%) estão de acordo com a legislação vigente no que se refere as áreas de preservação permanente.

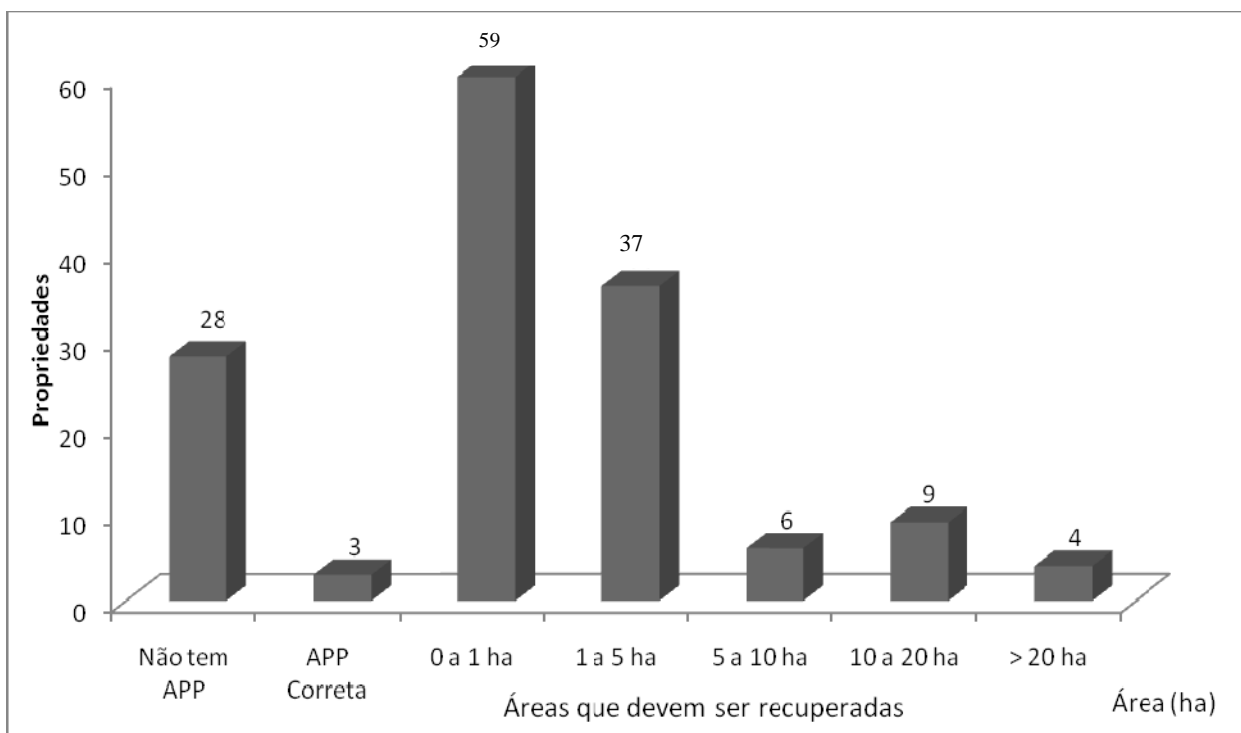


Figura 11: Situação da recomposição das APP's nas propriedades do córrego das Posses.

As 118 propriedades restantes apresentam estágios diferentes de degradação das APP's, sendo que 59 propriedades (39,62%) necessitam efetuar a recuperação das APP's em até 1 ha, 37 propriedades (26,12%) têm que recuperar de 1 a 5 ha, 6 propriedades (4,1%) têm que recuperar de 5 a 10 ha, 9 (6,16%) propriedades têm que recuperar de 10 a 20 ha e por fim 4 propriedades (2,73%) têm que recuperar mais que 20 ha de vegetação nativa na área de APP (Figura 11).

O mapeamento das APP's nas propriedades da bacia do córrego das Posses efetuado segundo as alíneas do Código Florestal e o cálculo de áreas relacionado (Figura 12) mostra que 46 propriedades (31, 51%) não possuem APP ao longo dos rios nos seus limites administrativos e apenas 3 propriedades (2,05%) estão de acordo com o Código Florestal nesta categoria.

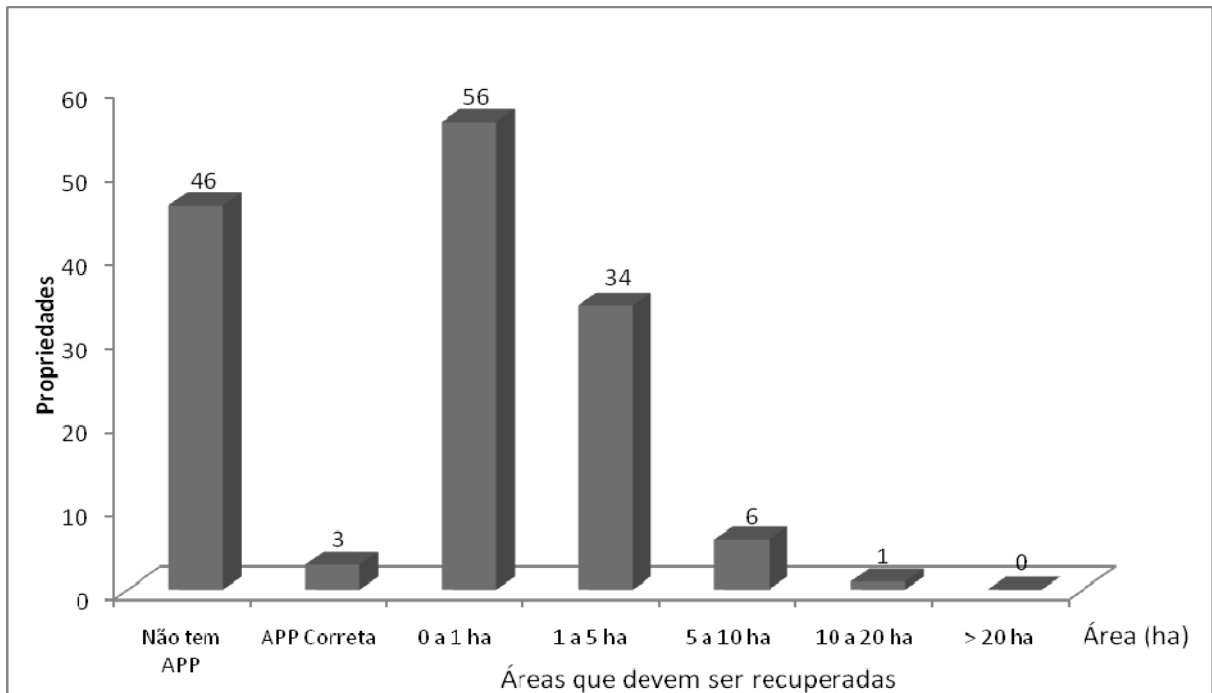


Figura 12: Situação da recomposição das APP's ao longo dos Rios nas propriedades do córrego das Posses.

As 97 propriedades restantes necessitam fazer a recuperação das áreas de APP ao longo dos rios, sendo que 56 propriedades (31,51%) têm que recuperar até 1 ha, 34 propriedades (23,29%) têm que recuperar de 1 a 5 ha, 6 propriedades (4,11%) têm que recuperar de 5 a 10 ha e apenas 1 propriedade (0,68%) têm que recuperar de 10 a 20 ha na área de APP.

A figura 13 mostra a situação da APP nos topos de morros nas propriedades da bacia das Posses.

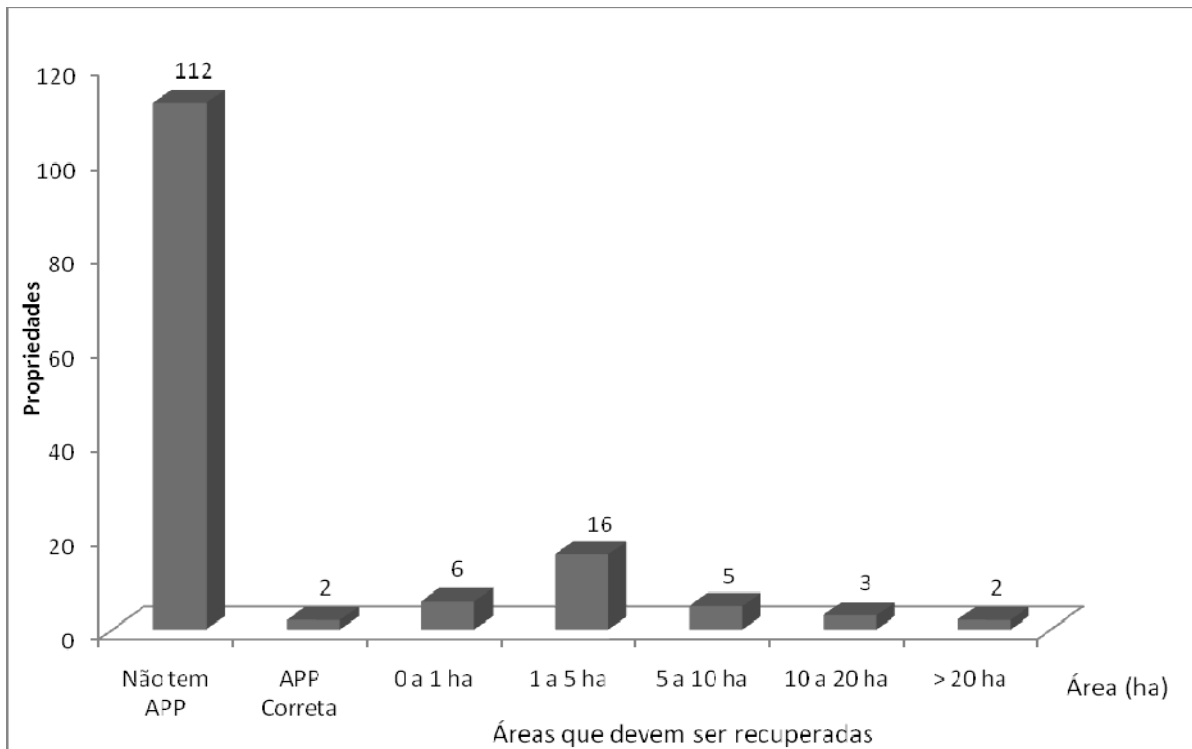


Figura 13: Situação da recomposição das APP's nos Topos de Morros nas propriedades do córrego das Posses.

Na figura 13 observa-se que 112 propriedades (76,71%) não possuem Áreas de Preservação Permanente desta categoria em seus limites. Esta categoria de APP possui apenas 2 propriedades (1,37%) de acordo com a legislação ambiental vigente. Ou seja, As 32 propriedades restantes necessitam fazer a recuperação das áreas de APP nos topos de morro, sendo que 6 propriedades (4,11%) têm que recuperar até 1 ha, 16 propriedades (3,42%) têm que recuperar de 1 a 5 ha, 5 propriedades (3,42%) têm que recuperar de 5 a 10 ha e apenas 3 propriedades (2,05%) têm que recuperar de 10 a 20 ha na área de APP e 2 propriedades (1,37%) têm que recuperar mais que 20 ha na Área de Preservação Permanente.

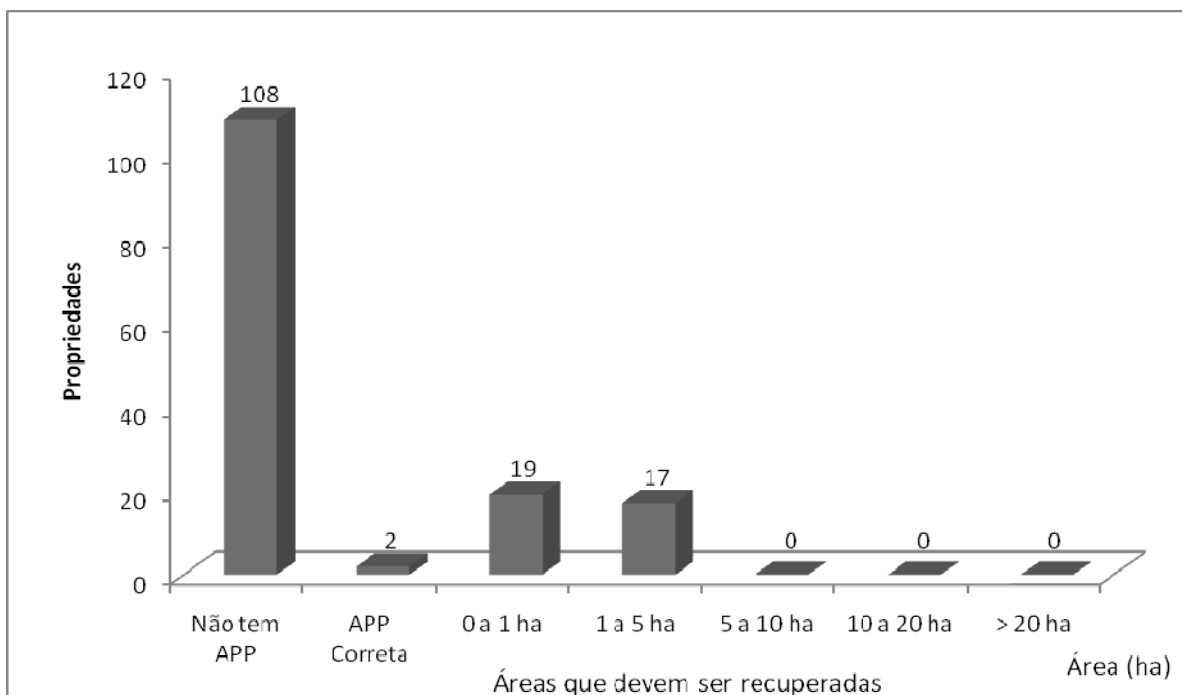


Figura 14: Situação da recomposição das APP's no entorno das Nascentes nas propriedades do córrego das Posses.

A figura 14 mostra a situação das Áreas de Preservação Permanente ao redor das nascentes das propriedades do córrego das Posses. Esta figura mostra que 108 propriedades (76,03%) não possuem áreas de preservação permanente desta categoria. Esta categoria de APP possui 2 propriedades (1,37%) que estão de acordo com a legislação ambiental vigente. As 36 propriedades restantes necessitam fazer a recuperação das áreas de Nascentes, sendo que 19 propriedades (13,01%) devem recuperar até 1 ha e 17 propriedades (11,64%) têm que recompor de 1 a 5 ha de área de APP.

Nas APP's ao redor dos lagos 131 propriedades (89,73%) não possuem áreas de APP nesta categoria. Todas as 15 propriedades (10,27%) restantes necessitam efetuar a recuperação das Áreas de Preservação Permanente, sendo que 14 propriedades (9,49%) devem recuperar até 1 ha e somente 1 gleba (0,68%) tem que recompor de 1 a 5 ha (Figura 15).

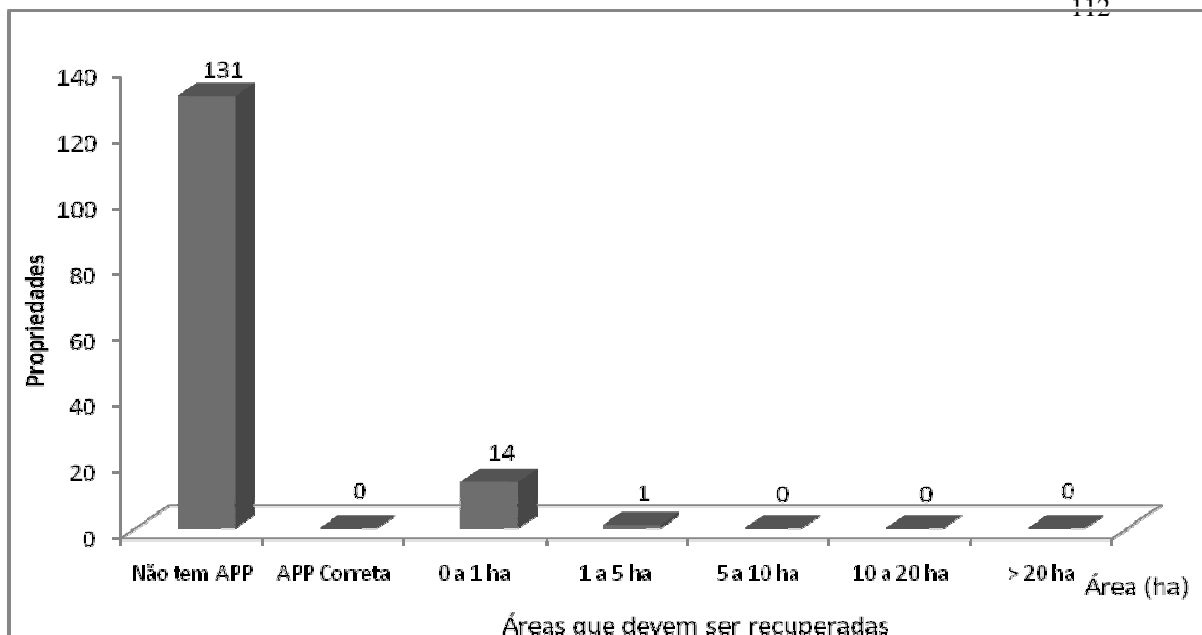


Figura 15: Situação da recomposição das APP's Lagos nas propriedades do córrego das Posses.

Nas Áreas de Preservação Permanente com declividade maior do que 45° (Figura 16) 7 propriedades (4,79%) necessitam efetuar a recomposição da vegetação em até 1 ha. As 139 propriedades restantes não possuem APP's desta categoria dentro dos seus limites.

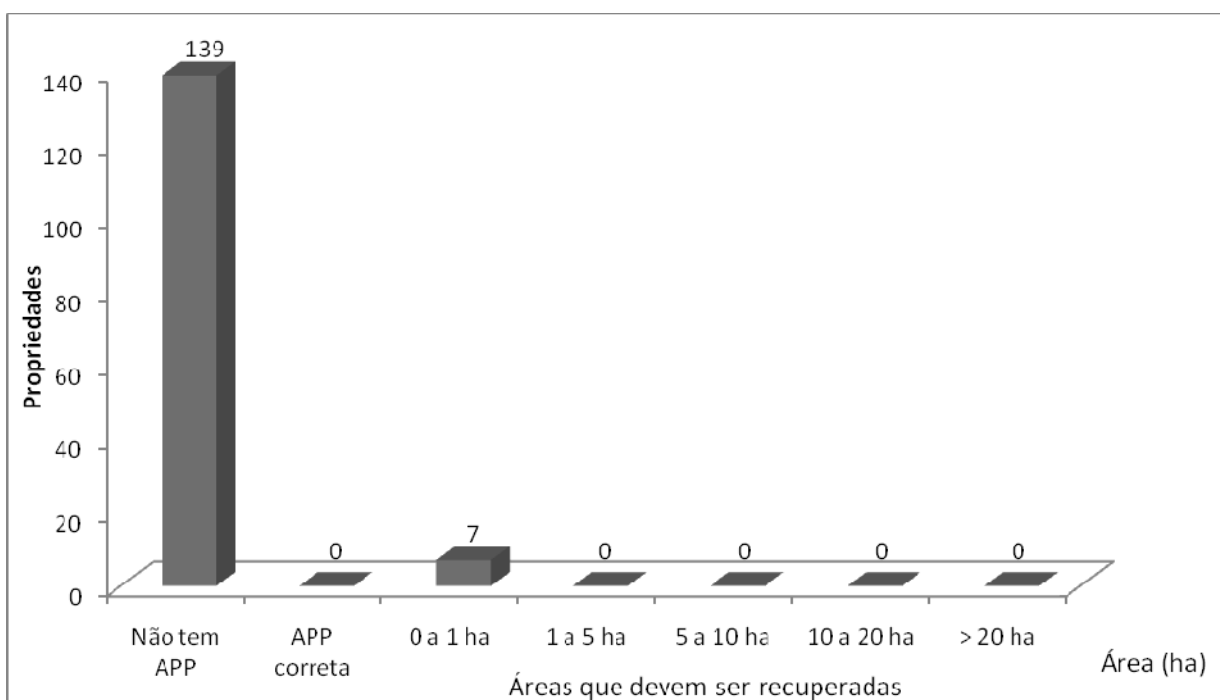
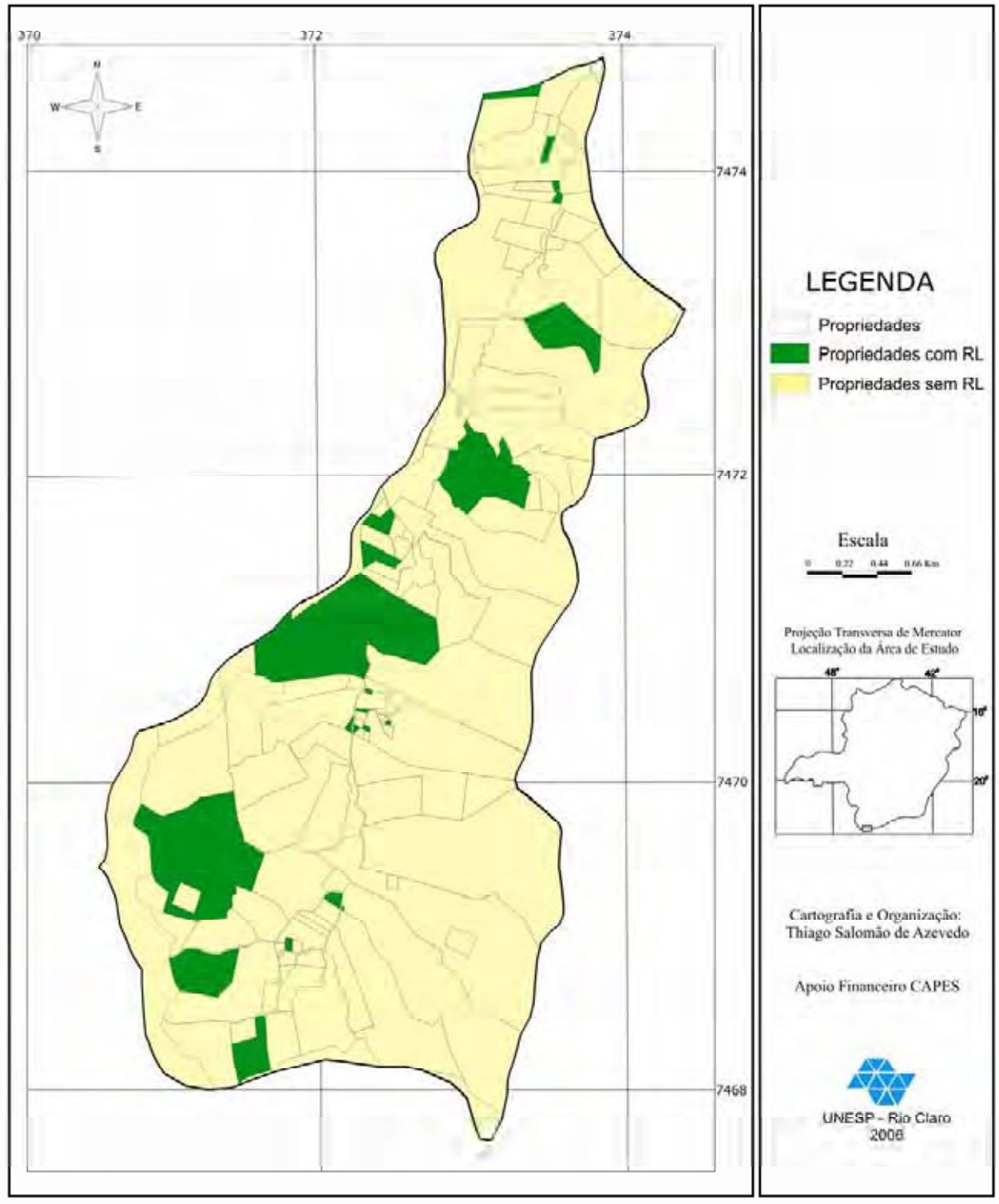


Figura 16: Situação da recomposição das APP's com Declividade maior do que 45° nas propriedades do Córrego das Posses.

Das cinco categorias de Áreas de Preservação Permanente observadas (Figuras 12, 13, 14, 15 e 16), as APP's ao longo dos rios, no entorno das nascentes e nos topos de morros são as únicas categorias que possuem propriedades em acordo com o Código Florestal.

O mapeamento e os dados das Reservas Legais nas propriedades rurais existentes na bacia do córrego das Posses pode ser observado no mapa 14 e na figura 17.

MAPA DAS DAS PROPRIEDADES COM RESERVA LEGAL NA BACIA DO CÓRREGO DAS POSSES, EXTREMA - MG



Mapa 14: Mapa das RL's nas Propriedades da Bacia do Córrego das PosSES.

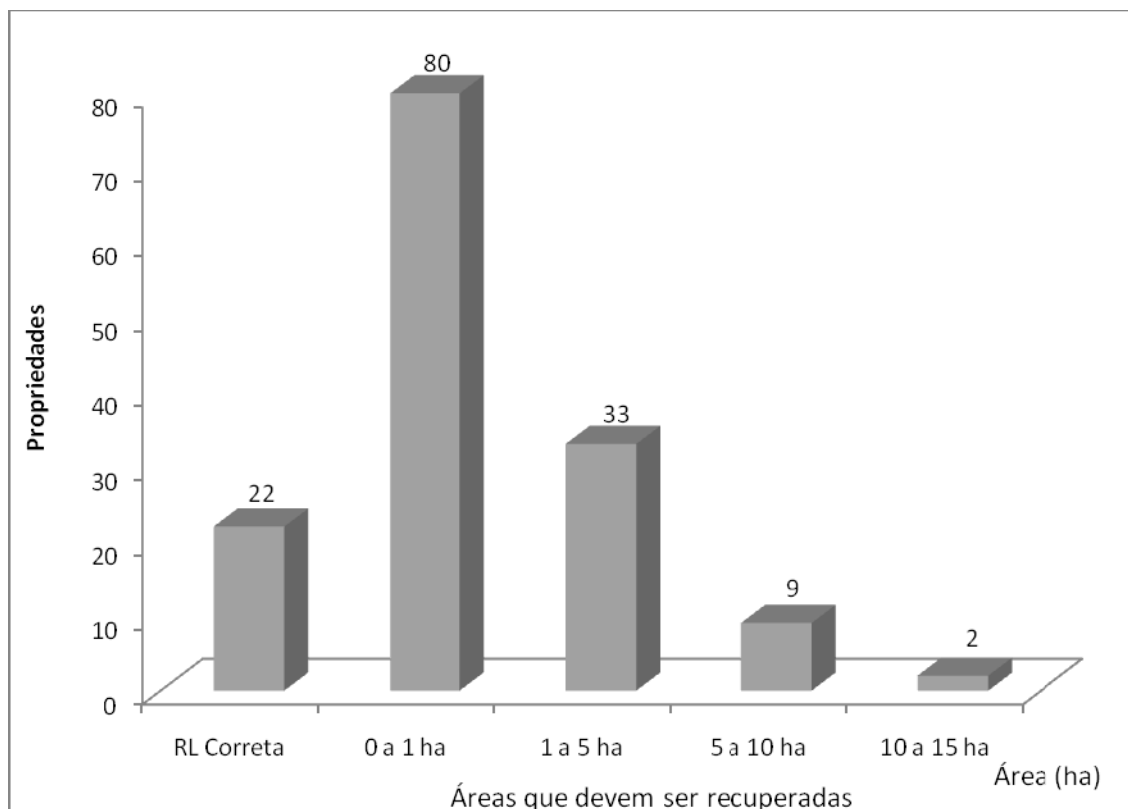


Figura 17: Situação da recomposição das RL's nas propriedades do córrego das Posses.

A figura 17 mostra que das 146 propriedades que compõem a bacia das Posses 22 propriedades (15,07%) estão de acordo com a legislação vigente no que se refere às Reservas Legais (do ponto de vista formal), pois possuem vegetação nativa suficiente para averbar a Reserva Legal dentro de seus limites administrativos. As 124 propriedades restantes têm que efetuar a recomposição das RL's, sendo que 80 propriedades (54,79%) necessitam efetuar a recuperação das RL's em até 1 ha, 33 propriedades (22,60%) têm que recuperar de 1 a 5 ha, 9 propriedades (6,16%) têm que recuperar de 5 a 10 ha e apenas 2 propriedades (1,37%) têm que recuperar de 10 a 20 ha.

Com base nos dados expostos, constatam-se quais as propriedades rurais da bacia do córrego das Posses que necessitam restaurar imediatamente as Áreas de Preservação Permanente e as Reservas Legais, em estágio elevado de degradação. Contudo, as

estratégias de restauração das APP's e das RL's devem ser efetuadas levando-se em conta um tratamento diferenciado para as propriedades, pois há um histórico de oposição entre a produção agropecuária e a conservação ambiental nesta bacia hidrográfica. Segundo Kageyama et al. (2007), não basta ter somente instrumentos de comando e controle, devem existir outros mecanismos educativos e de desenvolvimento territorial.

Embora já se saiba que as APP's e as RL's são reconhecidas por diversos setores da sociedade como dispositivos legais que possuem um relevante papel no resgate e na preservação da biodiversidade, assim como na proteção do solo e da água, a ação meramente coerciva e repressiva do Estado tem se mostrado insuficiente para garantir, de forma mais generalizada, o cumprimento da legislação ambiental pelos proprietários rurais (RAMOS FILHO, 2007). Na bacia do córrego das Posses, que apresenta um estágio de degradação elevado nestas áreas, mesmo existindo penalidades impostas pela Lei 14.309 de 19 de junho 2002 (MINAS GERAIS, 2002), que prevê no seu artigo 54 uma multa de R\$ 1.000 reais para cada hectare de vegetação desmatado ou danificado, a situação de degradação continua grave.

Segundo Kageyama et al. (2007), a grande dificuldade de se efetuar a recuperação e a restauração das áreas de APP's e de RL's está na relação entre o modo de produção rural e a conservação ambiental pois, para os proprietários rurais, a conservação e a recuperação destas áreas é vista como barreira econômica e cultural, sendo considerada como um dispositivo legal punitivo e não um dispositivo legal de ordenamento territorial.

O trabalho efetuado por Joels (2002) no Distrito Federal, mostrou que 35% dos proprietários rurais convencionais²⁴

²⁴Segundo Joels (2002) os proprietários rurais convencionais são os produtores que utilizam o modelo de produção embasado no crescimento e na prosperidade, voltada à economia de mercado livre, ao direito de propriedade e a visão de que a natureza tem que ser dominada e tornada útil.

manifestaram-se contra o tamanho da Reserva Legal ser 20% da área da propriedade, sendo que nenhum destes proprietários é favorável ao aumento desta porcentagem. De todo universo amostral estudado, 59% dos proprietários rurais convencionais não possuem a Reserva Legal nas suas propriedades. Entretanto, quando esta variável foi projetada somente para os produtores rurais que têm a atividade agropecuária como única fonte de renda, como ocorre na bacia das Posses, a porcentagem de propriedades que não possuem a Reserva Legal aumenta para 76%. Estes resultados mostram que a reserva legal, para os produtores convencionais, é um impecilho ao desenvolvimento agrícola.

Para Ramos Filho (2007) a quase inexistência de incentivos econômicos para a recomposição e conservação destas áreas também é vista como uma barreira econômica.

Segundo Ranieri (2004); Ahrens (2005) a única iniciativa governamental brasileira para estimular os proprietários rurais a conservar as áreas de APP e de RL foi a isenção do imposto territorial rural sobre essas áreas. Contudo este dispositivo normativo não é aplicado em pequenas glebas rurais²⁵ (BRASIL, 2007) e na bacia do córrego das Posses, esta iniciativa legal só pode ser adotada em propriedades com mais de 30 ha.

O valor do desconto do ITR depende muito do tamanho da propriedade e de que proporção de Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal cada propriedade possui. Entretanto, as propriedades que regularizarem os dispositivos normativos legais referentes às estas áreas, terão um considerável desconto no valor do imposto territorial rural. Na figura 18 observa-se, para fins de apuração do ITR, o quanto do valor, em reais, deste imposto seria

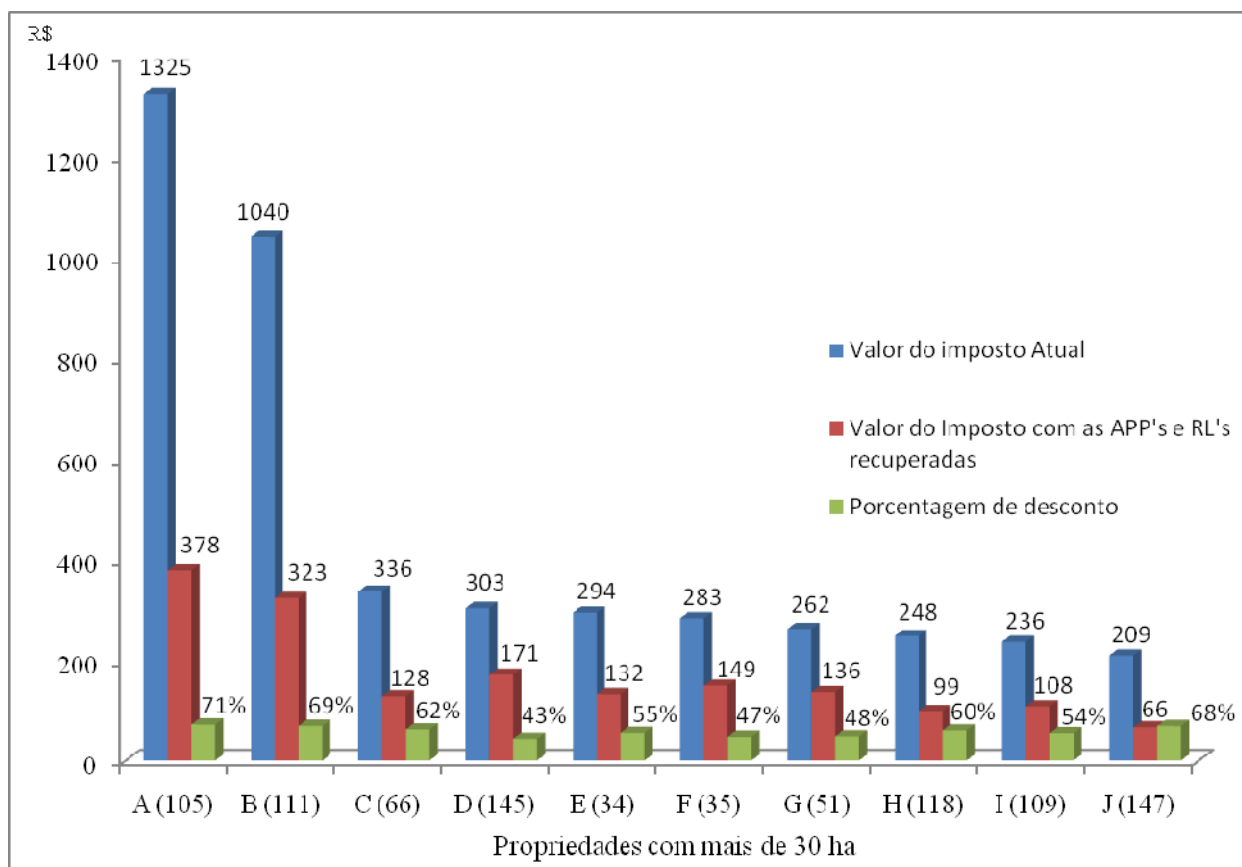
²⁵ São consideradas pequenas glebas rurais as propriedades com área inferior a:

“a) 100 ha, se localizado em município compreendido na Amazônia Ocidental ou no Pantanal mato-grossense e sul-mato-grossense;

b) 50 ha, se localizado em município compreendido no Polígono das Secas ou na Amazônia Oriental;

c) 30 ha, localizado em qualquer outro município” (BRASIL, 2007).

descontado se as glebas rurais (maior do que 30 ha) estivessem de acordo com a legislação ambiental vigente.



A nomenclatura das propriedades A (105), B (111), C (66), D (145), E (34), F (35), G (51), H (118), I (109) e J (147) é a mesma do Apêndice A.

Figura 18: Simulação do cálculo do ITR das propriedades rurais maiores do que 30 ha, da bacia do córrego das Posses, quando as APP's e as RL's estão de acordo com o Código Florestal.

Na figura 18, a propriedade "A" (105), por exemplo, possui 73,03 ha (APÊNDICE B), o valor do ITR, sem as APP's e a RL recuperadas é R\$1325,00 reais, contudo se esta gleba rural tivesse estes dispositivos normativos regularizados, o valor do ITR seria de R\$ 323,00 reais, isto é há um desconto de 71% no valor deste imposto. Já a propriedade "D" (145) possui 45,76 ha (APÊNDICE B), o valor do ITR com o uso atual do solo, é de R\$ 303,00 reais, porém se esta gleba rural regularizar a recuperação das APP's e da Reserva Legal, o valor do ITR seria R\$ 171,00 reais, ou seja este proprietário teria um desconto de 43%.

Como já observado, este incentivo legal de desconto do ITR só beneficia as propriedades rurais com mais de 30 ha. Os pequenos proprietários, por sua vez, são contemplados pelos incentivos especiais contidos na Resolução CONAMA 369 de 28 de março de 2006 (BRASIL, 2006b) e na Lei 14.309 de 19 de junho de 2002 (MINAS GERAIS, 2002), que prevê que o Poder Público, deva prestar todo o apoio técnico e jurídico, garantindo gratuitamente a averbação da Reserva Legal.

No Estado de Minas Gerais este tipo de fomento é realizado pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) através do repasse de insumos (mudas, mourões, arame, grampo e adubo) e assistência técnica para o plantio e manutenção, permitindo a recuperação da área degradada. Desta forma, o proprietário rural interessado em participar deste programa deve ir até o escritório do Instituto Estadual de Florestas, no seu município realizar um cadastro e aguardar a visita técnica do funcionário desta instituição²⁶.

Contudo, estes dispositivos legais ainda são incipientes para promover a restauração das áreas de APP e RL, assim como também são insuficientes para fornecer uma estabilidade econômica a estas glebas rurais, já que nas pequenas propriedades, as barreiras econômicas tendem a se agravar devido a pouca disponibilidade de área para a produção e sobrevivência da família (RANIERI, 2004; RAMOS FILHO, 2007).

Desta forma, o que se deve fazer para que os proprietários rurais efetuem a restauração das áreas de APP e de RL? Quais as estratégias de restauração mais apropriadas para as glebas rurais da bacia do córrego das Posses?

Ranieri (2004) salienta que as principais estratégias de recuperação das Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal devem ser adotadas em parceria, isto é, os instrumentos de

²⁶ Informação dada pelo Engenheiro Florestal Carlos Jose Andrade Silveira – Analista Ambiental do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais, consultada por escrito pelo autor.

comando e controle existentes na legislação devem atuar em conjunto com instrumentos econômicos que resultou na conservação e na preservação destas áreas.

Kageyama et al. (2007) salientam que antes de implementar qualquer estratégia de recuperação, se deve levar em consideração que proporção as APP's e as RL representam nas propriedades rurais, isto é, qual é a extensão destes dispositivos legais nas glebas rurais.

Segundo estes autores, esta consideração é relevante, pois é a partir deste ponto que as estratégias de recuperação e restauração das APP's e de RL's devem ser fundamentadas.

A figura 19 mostra a porcentagem da área ocupada por APP's e RL's que devem ser implantadas e/ou recuperadas nas propriedades da bacia do córrego das Posses. Nesta figura observamos que das 146 glebas rurais que compõem a bacia das Posses, apenas 7 propriedades (4,79%) não necessitam efetuar a recuperação das suas APP's e das suas RL's. Entretanto, as 139 propriedades restantes têm que estabelecer APP's e RL's, sendo que 40 propriedades (27,40%) necessitam efetuar a recuperação em até 20% de sua área, 29,45% têm que recuperar de 20 a 40 %, 19,86%, têm que recuperar de 40 a 60%, 8,90% têm que recuperar de 60 a 80%, 9,59% têm que recuperar de 80 a 100% de sua área com Áreas de Preservação Permanente e com Reservas Legais.

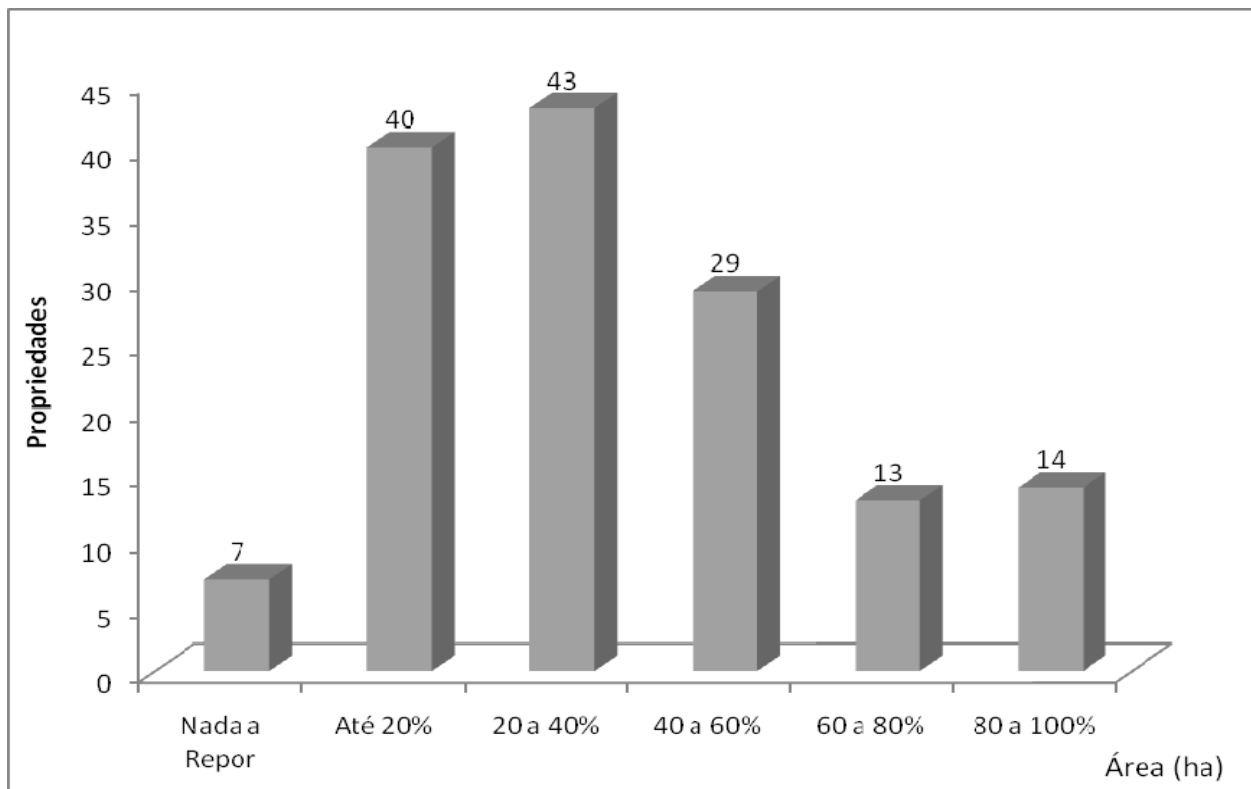


Figura 19: Porcentagem da área das propriedades que devem ter APP e/ou RL implementadas na bacia do córrego das Posses.

A figura 19 permite avaliar a importância destas informações para o estabelecimento de estratégias de recuperação das áreas de APP e RL e para o estabelecimento dos mecanismos de compensação dos proprietários rurais. *Qual será o rendimento econômico, por exemplo, das propriedades que possuem mais de 80% de seus limites com áreas de APP e RL? Como estes proprietários rurais vão conseguir sustentar as suas famílias, já que a sua propriedade é impedida juridicamente de praticar qualquer atividade agropastoril?*

Uma possibilidade para tentar diminuir os conflitos econômicos dos instrumentos legais é o “regime de condomínio entre mais de uma propriedade, respeitando o percentual legal em relação a cada imóvel” (BRASIL, 2000a). Este sistema possibilita que uma propriedade rural que não tenha área de vegetação nativa suficiente para atingir o percentual mínimo para compor a Reserva Legal prevista pela legislação, possa recuperar este déficit em outras

propriedades desde que estejam localizadas na mesma bacia e sejam do mesmo ecossistema.

Para Ranieri (2004), o mecanismo de locação representa um estímulo à recuperação e à conservação da vegetação nativa, pois o proprietário rural que possuir áreas naturais excedentes pode negociar com outros proprietários garantindo um rendimento adicional sobre a sua área de mata.

Entretanto salienta Joels (2002) que o mecanismo de condômino florestal é considerado, por algumas entidades ambientalistas, como inadequado, pois deixa margem a uma interpretação dúbia da legislação, concebendo a existência de vastas áreas agrícolas como as monoculturas de soja ou de a cana-de-açúcar, características da agricultura convencional, ao invés de incentivar a alocação da Reserva Legal como elemento chave para a diversificação da paisagem rural e para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável.

Do ponto de vista jurídico, não há nada na lei que estabeleça de quem é a responsabilidade de monitorar as áreas que estão em regime de condomínio, ou seja, não se define se a responsabilidade de zelar pela conservação das florestas é do proprietário do imóvel rural que estabeleceu as RL's em seus domínios ou do proprietário que, não tendo vegetação em sua propriedade, estabeleceu a Reserva Legal em outra gleba rural (RANIERI, 2004).

Para a realidade encontrada na área de estudo, somente o regime de condomínio florestal, não é suficiente para garantir a restauração total da bacia das Posses, pois este mecanismo de compensação somente pode ser implantado para a instituição da Reserva Legal, não podendo ser expandido, segundo a legislação ambiental, para as Áreas de Preservação Permanente.

Face a este impedimento, Kageyama et al. (2007) salientam que o pagamento por serviço ambiental (PSA) seria a estratégia mais apropriada, já que suplementa o regime de compensação florestal,

possibilitando que os proprietários de terras efetuem a manutenção das áreas de vegetação natural dentro das áreas de APP's e de RL's, já que recebem uma compensação financeira por este serviço.

Face às possibilidades mencionadas e apoiada na Lei 2001 de 21 de dezembro de 2005, denominada Projeto Conservador das Águas, a prefeitura do Município de Extrema, estabeleceu incentivos para o proprietário rural que preservar e conservar os mananciais, sob o princípio de que as boas práticas adotadas para melhorar a oferta e a qualidade de recursos hídricos devem ser remuneradas como fator de estímulo e de renda. (EXTREMA, 2005b).

Desta forma, por meio do Decreto n° 1.703 de 06 de abril de 2006²⁷ e do Decreto n° 1801 de 01 de setembro de 2006²⁸, a prefeitura implantou o pagamento por serviços ambientais. Este sistema promove a "implantação e manutenção da cobertura vegetal das Áreas de Preservação Permanente, e da Reserva Legal através da averbação em cartório, ambos conforme consta do Código Florestal e Legislação Estadual de Minas Gerais" (EXTREMA, 2006a).

A primeira fase de implantação deste projeto está sendo realizada (Figura 20), com o plantio de mudas e o cercamento das Áreas de Preservação Permanente da bacia das Posses.

Assim, o proprietário rural habilitado fica responsável pela manutenção das APP's, recebendo da prefeitura municipal um benefício de apoio financeiro que se estenderá por, no mínimo, quatro anos, sendo o valor de referência (VR) de 100 Unidades Fiscais de Extrema (UFEX) por hectare (ha) por ano, que equivale a R\$.146,00²⁹, divididas em 12 parcelas (EXTREMA, 2006a).

²⁷ EXTREMA (2006a) – DECRETO n° 1703 de 06 de ABRIL de 2006

²⁸ EXTREMA (2006b) – DECRETO n° 1801 de 01 de SETEMBRO de 2006

²⁹ Informação Pessoal dada pelo Biólogo Paulo Henrique Pereira – Gestor Ambiental da Prefeitura Municipal de Extrema.



Figura 20: Área de Preservação Permanente cercada, exemplo da estratégia de PSA na bacia do córrego das Posses (Foto: Thiago S. de Azevedo, 04/2006).

O Decreto nº 1703-06 ainda prevê, no seu segundo parágrafo, que o proprietário rural habilitado é considerado “aquele que tem seu domicílio na propriedade rural ou inserida na sub-bacia hidrográfica trabalhada no projeto, tenha propriedade com área igual ou superior a dois hectares, desenvolva atividade agrícola com finalidade econômica na propriedade rural e que o uso da água na propriedade rural esteja regularizado” (EXTREMA, 2006a).

A figura 21 mostra uma simulação do rendimento proposto pelo pagamento por serviços ambientais mediante a recuperação das Áreas de Preservação Permanente e das Reservas Legais na bacia do córrego das Posses.

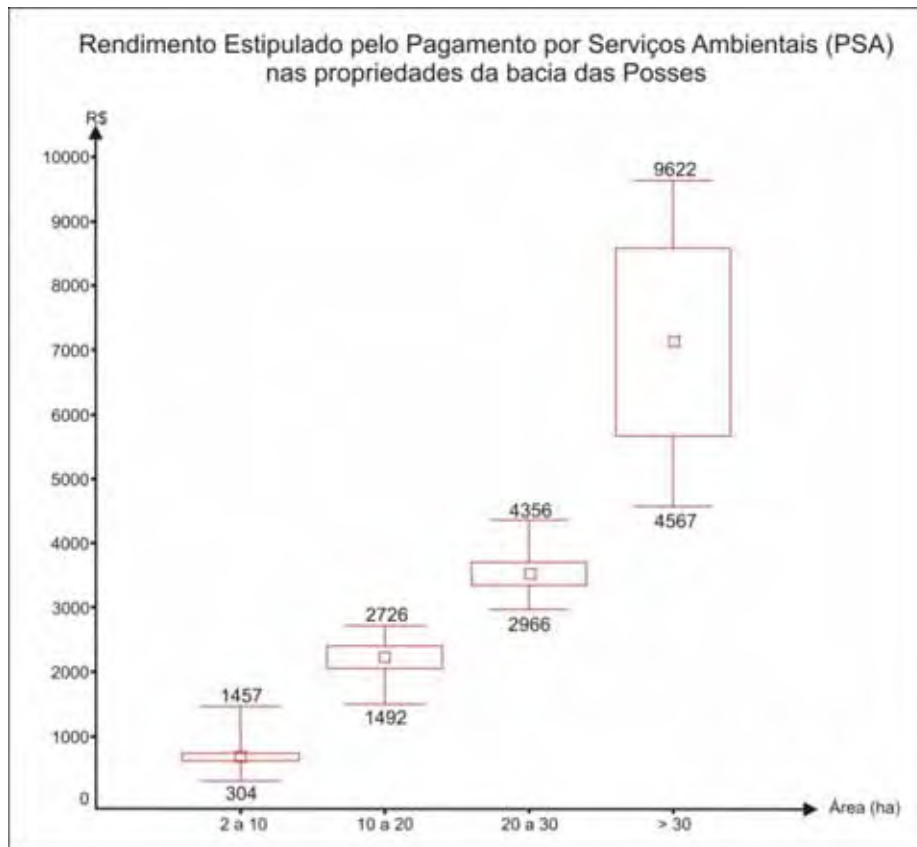


Figura 21: Simulação do rendimento proposto pelo PSA nas propriedades da bacia das Posses.

Nesta figura verifica-se que o valor pago pela da PSA é proporcional ao tamanho da área ocupada pelas APP's e RL's, por exemplo, as propriedades com áreas de APP e RL entre 2 a 10 ha receberão benefícios financeiros que atingem valores entre R\$304 e R\$1.457 reais por ano. As propriedades com áreas de APP e RL maiores do que 30 ha receberão R\$4.567 a R\$9.622.

Esta estratégia proporcionaria um subsídio para os proprietários rurais que possuem grandes porções de suas terras tanto dentro da área de APP quanto nas RL, pois teriam rendimentos econômicos, proporcionais ao tamanho destas áreas, que supririam suas necessidades econômicas e compensariam, de certa forma, os rendimentos não aferidos pela impossibilidade de práticas agropecuárias nestas áreas.

Entretanto, a aplicação desta estratégia não beneficiaria os proprietários rurais com propriedades menores do que 2 ha (59 proprietários que representam 3,9% da área da bacia do córrego das Posses).

Para estes proprietários, os conflitos entre as normas legais e a viabilidade socioeconômica através da recomposição das áreas de APP e de RL seriam solucionados com a incorporação do uso de sistemas agroflorestais (SAF's) (ARMANDO, 2006; RAMOS FILHO, 2007).

Este sistema de cultivo pode ser aplicado desde que sejam "computados os plantios de árvores frutíferas ornamentais ou industriais, compostas por espécies exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas" (BRASIL, 2006b).

Estudos realizados por Ramos Filho (2007) mostram que os SAF's possuem boa viabilidade econômica trazendo vários benefícios ambientais, pois cumprem a função de proteção e melhoria dos corpos d'água e do solo, assim como ampliam significativamente a biodiversidade, principalmente quando comparados à situação original de degradação encontrado atualmente em áreas de APP e de RL.

Assim, as soluções dos usos conflitantes das APP's e nas RL's, na bacia do córrego das Posses, estão fundamentadas em estratégias de gestão de áreas protegidas que incorporam programas de manejo que agrupam várias atividades, que efetuem a contemporização da situação existente, estabelecendo procedimentos que minimizem os impactos sobre a paisagem.

Por fim, solucionados os problemas econômicos, a última estratégia de recomposição da paisagem é a alocação das áreas prioritárias de Reservas Legais, isto é, onde devem ser localizadas as áreas das quais as propriedades devem abdicar para se regularizar perante a esta norma jurídica (RAMOS et al. 2003).

A legislação ambiental vigente prevê no artigo 16 parágrafo 4º do Código Florestal (BRASIL, 1965), que a localização das RL's deve

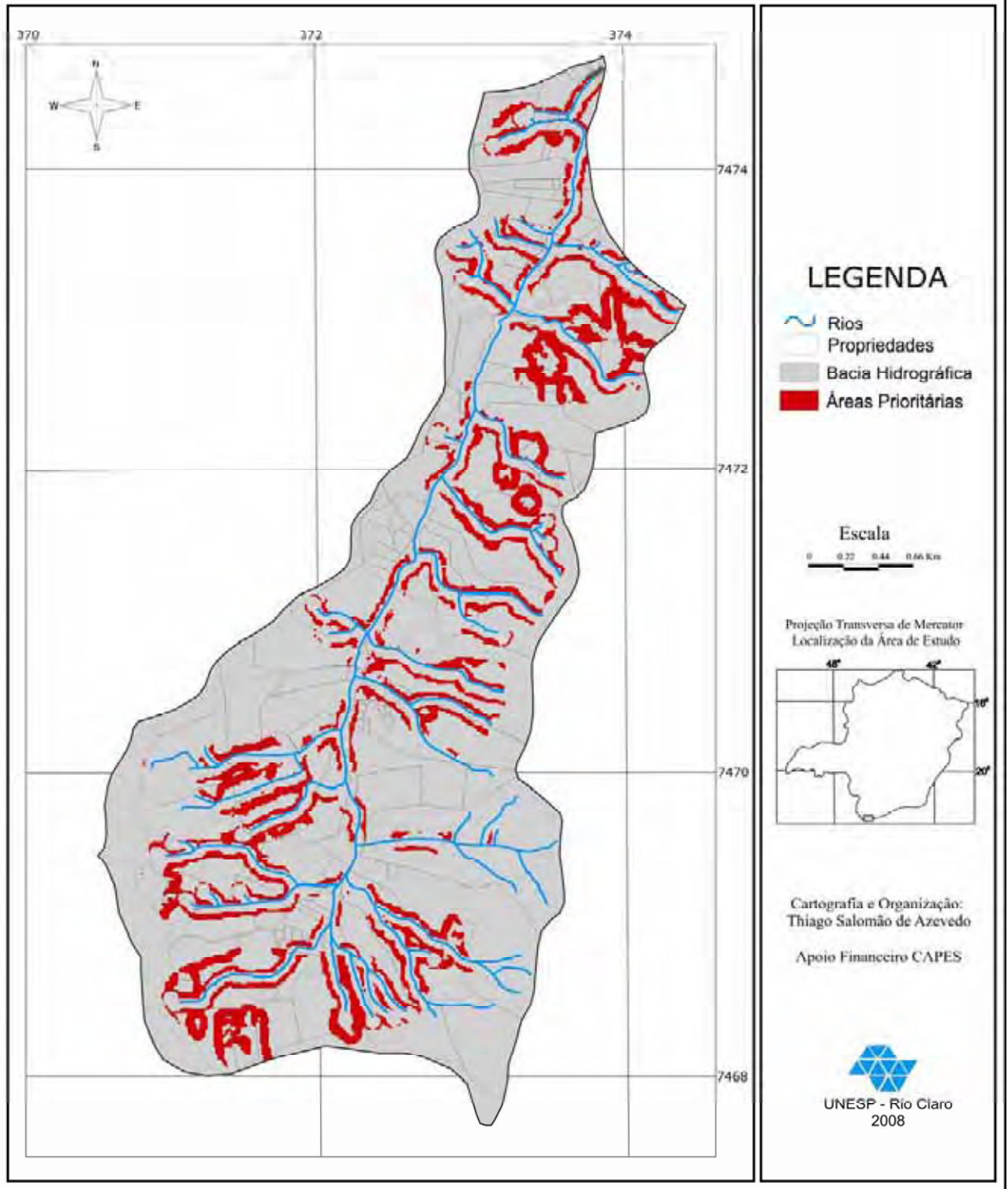
considerar hierarquicamente o plano de bacia hidrográfica, ou o plano diretor municipal, ou ainda o zoneamento ecológico ambiental. Caso a área onde a alocação de RL não tenha nenhum destes instrumentos a alocação deve ser efetuada considerando a proximidade com outra Reserva Legal, Área de Preservação Permanente, unidade de conservação ou outra área legalmente protegida.

Contudo na bacia das Posses a grande dificuldade em cumprir o que a legislação ambiental propõe, na alocação das áreas de RL, levando em consideração conectividade dos fragmentos florestais está na conveniência e na permissão do proprietário rural, para que o técnico do Instituto Florestal de Minas Gerais (IEF) delimite as áreas prioritárias para alocação da RL promovendo corretamente a conectividade.³⁰

Na tentativa de solucionar este impasse, a aplicação do método proposto por Ranieri (2004) pode complementar as diretrizes do PSA propostas pela Prefeitura Municipal de Extrema, pois delimita as áreas prioritárias para a alocação da Reserva Legal através de critérios que consideram a proteção dos componentes biológicos com a conservação de solos e dos recursos hídricos (Mapa 15).

³⁰ Informação dada pelo Engenheiro Florestal Carlos Jose Andrade Silveira – Analista Ambiental do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais, consultada por escrito pelo autor.

MAPA DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A RECUPERAÇÃO DA
RESERVA LEGAL NA BACIA DO CÓRREGO DAS POSSES,
EXTREMA - MG



Mapaa 15: Mapa das áreas prioritárias para a alocação de Reserva Legal.

O mapa 15 identifica as áreas prioritárias para a alocação da Reserva Legal. Estas áreas representam 14,96% (179,86 ha) da bacia do córrego das Posses.

A determinação das áreas prioritárias de APP e RL permite identificar o quanto a estrutura da paisagem pode mudar e assim fornecer importantes subsídios para a tomada de decisões sobre a ocupação do território.

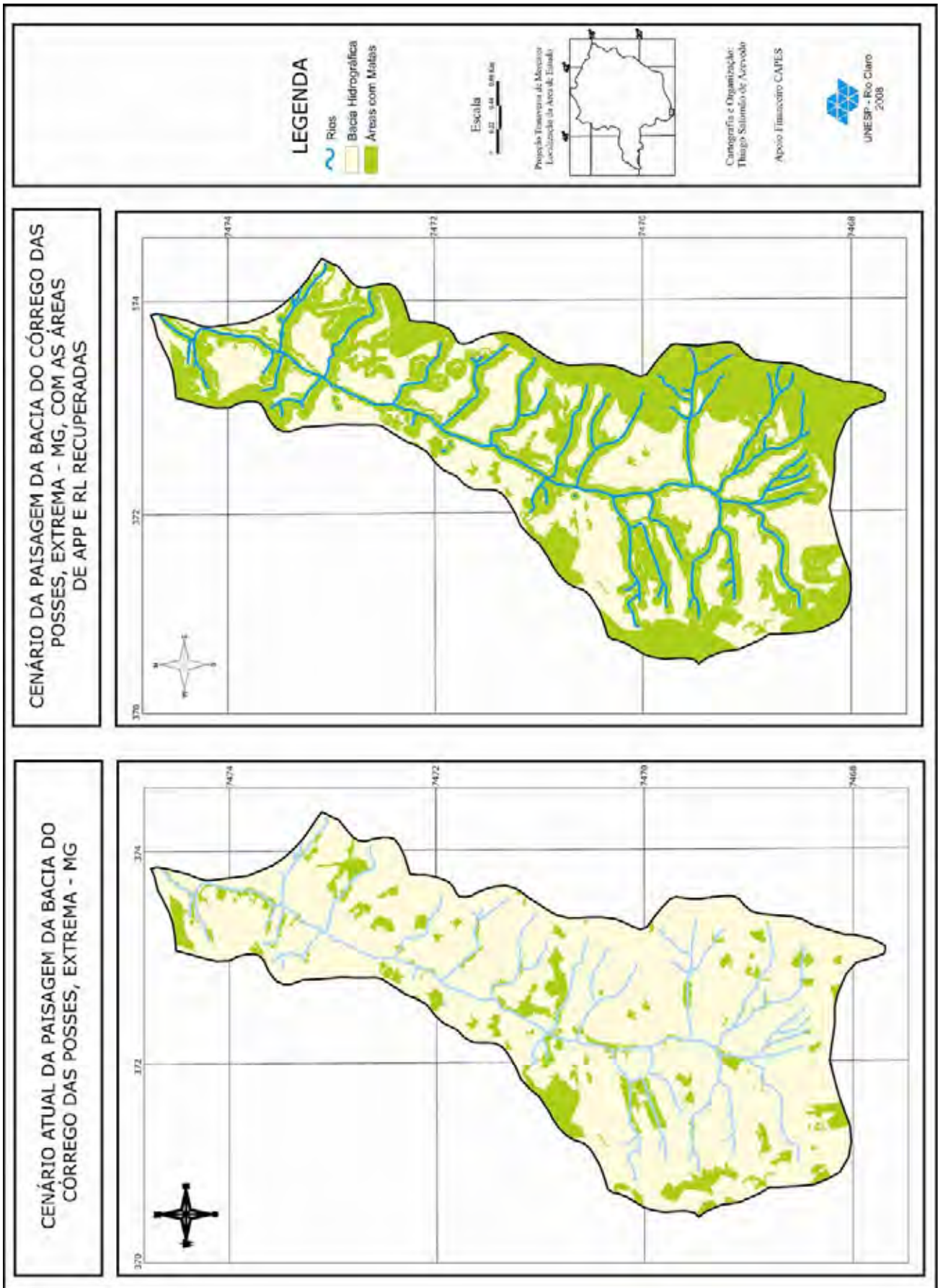
As comparações entre a paisagem atual e a paisagem com as áreas de APP e RL, recompostas podem ser observadas na tabela 11

Tabela 11: Comparação das métricas de ecologia de paisagem na bacia do córrego das Posses entre a paisagem atual e a paisagem com as áreas de APP e RL recuperadas.

Métricas da Paisagem	Cenário Atual	Cenário com APP e RL recuperadas
Número de fragmentos florestais	110	25
Área do conjunto de fragmentos florestais (ha)	151,97	691,11
Área média dos fragmentos florestais (ha)	1,28	136,12
Porcentagem da área ocupada por fragmentos florestais	11,74	57,84
Número de áreas centrais dos fragmentos florestais	109	8
Área central total dos fragmentos florestais (ha)	110,74	550,19
Área central média dos fragmentos florestais (ha)	1,006	68,27
Distância média do vizinho mais próximo (m)	71,52	58,5

Fonte: Medições automáticas feitas pelo autor.

No cenário atual (2005) os remanescentes florestais estão distribuídos por toda bacia, totalizando 151,97 ha (12,64%), a paisagem com as APP's e RL's recuperadas totalizariam 691,11 ha (57,84%) (Mapa 16)



Mapa 16: Cenários da paisagem restaurada

Em 2005, o número de fragmentos florestais é de 110. No cenário proposto para efetuar a recuperação da paisagem o número de fragmentos é de apenas 25. Neste contexto a área média destes fragmentos florestais aumenta para 691,11 ha enquanto que em 2005 registra-se a média de 151,97 ha.

Esta técnica comprova a eficiência da restauração da paisagem, onde os aspectos positivos são o aumento da área central dos fragmentos que passariam de 110,74 para 550,19 m², a diminuição do grau de isolamento dos mesmos que seria 58,5 m e a reestruturação da conectividade estrutural da paisagem.

No mapa 16, observa-se que, no cenário proposto, a paisagem florestal apresenta-se contínua, ou seja, é possível verificar que as florestas não estão segmentadas desde a montante até a jusante da bacia.

Estas constatações permitiriam supor que uma espécie pudesse atravessar a bacia do córrego das Posses de uma ponta a outra da paisagem locomovendo-se somente dentro de áreas de vegetação nativa.

Entretanto, mesmo que a recuperação da vegetação nativa nas áreas de APP e de RL propicie a regularização das propriedades com relação ao Código Florestal, estes instrumentos normativos de comando e controle, ainda são insuficientes para manter a conectividade biológica e o grau de fragmentação pequeno da paisagem, pois a porcentagem mínima de vegetação, de 59,29%, exigida para permitir a percolação dos fluxos biológicos (METZGER, 2002), ainda não é atingida pelo cenário proposto, que apresenta 57,84%.

Assim, considerando o enfoque da conservação da biodiversidade, apenas o estabelecimento de uma rede de fragmentos florestais, distribuídos adequadamente pela bacia do córrego das Posses, ainda não é suficiente para estabelecer um alto nível de fluxo biológico nesta bacia hidrográfica, sendo necessário efetuar o manejo

da paisagem de maneira adequada para propiciar uma conectividade biológica maior.

Embora o valor mínimo de 59,29% do total da paisagem (desde que a mesma possua conectividade estrutural) seja um valor teórico, estas constatações já são suficientes para contestar o projeto de lei do Sr. Deputado João Eduardo Dado (BRASIL, 2008b), que está em trâmite no Congresso Nacional, o qual pretende alterar e acrescentar dispositivos ao Código Florestal, passando a vigorar no § 6º, se for aprovado pelo órgão ambiental competente, o cômputo das áreas de vegetação existentes em APP no cálculo do percentual de RL, desde que a APP esteja preservada ou recomposta.

Por exemplo, se este projeto for aprovado, a bacia hidrográfica do córrego da Posses, que legalmente teria que possuir 691,11 ha (57,84%) de vegetação nativa, passaria a ter apenas 449,11 ha (35,58%) de florestas, o que comprometeria não só a biodiversidade da bacia, assim como todo seu geossistema.

6- Considerações Finais

Os resultados mostram que, mesmo com um histórico de regeneração da vegetação entre 1972 e 2005, a bacia hidrográfica do córrego das Posses ainda não está de ajustada às determinações do Código Florestal, pois, dos 445,75 ha de Áreas de Preservação Permanente previstos, apenas 56,41 ha estão cobertos com matas.

O mapeamento das Áreas de Preservação Permanente pelas alíneas do Código Florestal mostrou que as APP's ao redor dos lagos e lagoas são as mais degradadas com 94,25% de sua área sendo usada indevidamente. As categorias nascentes, topo de morros, rios e declividade maior do que 45° apresentam um estágio de degradação de 92,82%, 91,75%, 81,49% e 75,44% respectivamente.

Contudo, vale a pena ressaltar que, devido ao uso inadequado do solo, a área de estudo já está apresentando pouca resistência à ação antrópica, manifestando a ocorrência de impactos ambientais, explícitos pelo deslizamentos das encostas e o pelo entulhamento dos rios.

A análise do estágio de degradação das Áreas de Preservação Permanente, escalonado pelas propriedades da bacia do Córrego das Posses mostra que, das glebas rurais que possuem APP's dentro dos seus limites, apenas três estão com suas Áreas de Preservação

Permanente de acordo com o que a Legislação Ambiental prescreve. O restante, apresenta transgressões ao Código Florestal.

Em relação as Reservas Legais, o quadro de degradação ainda continua grave, cerca de 15% das propriedades apresentam condições de averbarem a RL imediatamente. Os 85% restantes se encontram em estágios distintos de fomento de recuperação e de implantação de Reserva Legal.

Estes dados mostraram que apesar da existência das normas legais de comando e controle, estabelecidas pelo Código Florestal, os agentes de fiscalização ainda são em número insuficiente para conter e reverter o processo de degradação das florestas.

O grande empecilho para que estas normas jurídicas sejam cumpridas são as barreiras econômicas e culturais impostas pelos proprietários.

Sendo assim, além dos instrumentos de comando e controle, devem existir outros mecanismos de desenvolvimento e organização territorial baseados em incentivos à preservação destas áreas através da implementação de novos mecanismos econômicos.

Dentre as inúmeras estratégias implantadas para romper estas barreiras, o pagamento por serviços ambientais (PSA) mostra-se a mais aceitável, pois possibilita que os proprietários rurais efetuem a manutenção da cobertura florestal nativa, sem impedimento à ocorrência de práticas agro-pecuárias. Contudo vale a pena salientar que o pagamento por serviços ambientais não pode ser considerado como indenização e sim como uma negociação privada.

Entretanto, para conseguir atrelar as atividades agropecuárias das propriedades rurais com a paisagem, é imprescindível que a discussão para a implantação do PSA seja integrada aos aspectos geográficos, econômicos, ambientais e jurídicos, já que há informações ambientais suficientes para estabelecer as ações prioritárias de restauração e conservação.

O método proposto por Ranieri (2004), associado à utilização de geotecnologias, mostrou-se muito eficaz na delimitação, na quantificação e a caracterização das APP's e das RL's, sendo fundamental para a identificar as possíveis variações da estrutura da paisagem, permitindo a visualização de cenários futuros que podem ser utilizados na tomada de decisões sobre a ocupação do território.

A partir deste procedimento metodológico, o mapeamento das APP's e das RL's pode se apoiar em instrumentos baseados em critérios ecológicos e jurídicos que minimizam a subjetividade, aumentando a transparência no processo de gestão por parte dos proprietários rurais e os órgãos de fomento.

Entretanto, para a bacia das Posses, a regularização das propriedades com relação ao Código Florestal é suficiente para manter a conectividade estrutural da paisagem, contudo não é suficiente para manter a conectividade biológica da mesma, pois mesmo tornando-a conectada da montante à jusante, ainda assim a área de matas não atingiria o limite mínimo estatisticamente definido para que houvesse percolação de uma maneira eficiente e satisfatória.

Contudo, do ponto de vista prático, a possibilidade persuasiva das medidas de comando e controle influenciarem e reestruturarem a ocupação do uso da terra, dentro de uma perspectiva territorial sustentável, ainda fica fadada aos interesses econômicos que se apresentam praticamente como o único fator determinante na organização do espaço rural.

7- Referências

AHRENS, S. Sobre a legislação aplicável à restauração de florestas de preservação permanente e de reserva legal. In: GALVÃO, A. P. M.; PORFÍLIO-DA-SILVA, V. (Ed) Restauração Florestal: fundamentos e estudos de caso, Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p. 13-26.

ANDRESEN, T. Análise orientada a objetos de dados de sensoriamento remoto para a obtenção de parâmetros aquáticos / terrestres. In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Ed.) Sensoriamento remoto e sig avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores, São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 225-234.

ANDERSON, J. R. et al. A land use classification system for use with remote sensor data. Washington D.C.: Geological Survey Professional Paper. n. 671. 1976. 29p.

ANDERSON, A. B.; JENKINS, C. N. Applying nature's design: corridors as strategy of biodiversity conservation. New York: Columbia University Press, 2005. 229 p.

ARAÚJO, M. A. R. Unidades de conservação no Brasil: da república à gestão de classe mundial. Belo Horizonte: SEGRAC, 2007. 272p.

ARMANDO, M. S. Sistemas agroflorestais na adequação ambiental de propriedades rurais Agrosoft Brasil. 2006. Disponível em: <www.agrosoftbrasil.org.br/?q=node/20738>. Acesso em: 17 junho 2008.

ASNER, G.P. et al. Canopy shadow in IKONOS satellite observations of tropical forests and savannas. *Remote Sensing of Environment*, v. 87, p. 521–533, 2003.

AUTODESK MAP 5, Inc. AutoCad Map Release 5: user's guide, EUA. 2000.

AZEVEDO, T. S. Análise espaço temporal da dimensão fractal das matas ciliares na alta bacia do rio Passa Cinco – Centro Leste do Estado de São Paulo. 2003. 161f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP.

AZEVEDO, T. S.; FERREIRA, M.C. Efeitos da resolução espacial na quantificação de métricas da paisagem utilizadas em ecologia da paisagem: um caso de estudo para paisagens ripárias. *Geografia. Rio Claro*, v.29, n.3, p. 411-430, 2004.

AZEVEDO, T. S.; MANZATTO, A. G. Caracterização fitogeográfica de seis bacias hidrográficas localizadas no município de Extrema (MG). In: VII Congresso de Ecologia do Brasil, 2005, Anais... Caxambú: 2005 – cd rom.

BAATZ, M.; MILMLER, M. Objetos de imagem iniciais como suporte para a extração de objetos de interesse. In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Ed.) *Sensoriamento remoto e sig avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores*, São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 185-192.

BARROS, E. K. E. et al. Mapeamento do conflito de uso em áreas de preservação permanente na microbacia Santa Cruz, município de Porto Nacional- Tocantins- Brasil. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Anais... Florianópolis: 2007. p. 3739 – 3745.

BLASCHKE, T. et al. Processamento de imagens num ambiente integrado sig / sensoriamento remoto – tendências e conseqüências In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Ed.) *Sensoriamento remoto e sig avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores*, São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 11-18.

BRASIL CÓDIGO FLORESTAL Lei Nº 4.771, DE 15 DE SETEMBRO DE 1965. Diário Oficial da União, Brasília: 18 de Setembro de 1965. 1965. Disponível em: <<http://legislacao.planalto.gov.br>>. Acesso em: 15 de Abril de 2005.

BRASIL Projeto Radam Brasil: levantamento de recursos naturais Folhas SF.23/24 (Rio de Janeiro/Vitória). Rio de Janeiro: 1983. v. 32. 775p.

BRASIL RESOLUÇÃO CONAMA Nº 004, DE 18 DE SETEMBRO DE 1985. Diário Oficial da União, Brasília: 20 de Janeiro de 1986. 1985. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legi.efm>>. Acesso em: 15 de Abril de 2005.

BRASIL RESOLUÇÃO CONAMA Nº 020, DE 18 DE JUNHO DE 1986. Diário Oficial da União, Brasília: 30 de Julho de 1986. 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legi.efm>>. Acesso em: 15 de Abril de 2005.

BRASIL LEI FEDERAL Nº 8.171 DE 17 DE JANEIRO DE 1991 Diário Oficial da União, Brasília: 18 de Janeiro de 1991. 1991. Disponível em: <<http://legislacao.planalto.gov.br>>. Acesso em: 15 de Abril de 2005.

BRASIL DECRETO Nº 1.922, DE 4 DE JUNHO 1996. Diário Oficial da União, Brasília: 5 de Junho de 1996. 1996a. Disponível em: <<http://legislacao.planalto.gov.br>>. Acesso em: 15 de Abril de 2005.

BRASIL LEI FEDERAL Nº 9.393, DE 19 DE DEZEMBRO DE 1996. Diário Oficial da União, Brasília: 20 de Dezembro de 1996. 1996b. Disponível em: <<http://legislacao.planalto.gov.br>>. Acesso em: 15 de Abril de 2005.

BRASIL MEDIDA PROVISÓRIA Nº 1.956-50, DE 26 de MAIO de 2000. Diário Oficial da União, Brasília: 26 de Maio de 2000. 2000a. Disponível em: <<http://legislacao.planalto.gov.br>>. Acesso em: 15 de Abril de 2005.

BRASIL LEI FEDERAL Nº 9.985 DE 18 DE de JULHO DE 2000. Diário Oficial da União, Brasília: 19 de Julho de 2000. 2000b. Disponível em: <<http://legislacao.planalto.gov.br>>. Acesso em: 15 de Abril de 2005.

BRASIL MEDIDA PROVISÓRIA Nº 2166-67 DE 24 DE AGOSTO DE 2001. Diário Oficial da União, Brasília: 25 de Agosto de 2001. 2001. Disponível em: <<http://legislacao.planalto.gov.br>>. Acesso em: 15 de Abril de 2005.

BRASIL RESOLUÇÃO CONAMA Nº 302, DE 20 DE MARÇO DE 2002. Diário Oficial da União, Brasília: 13 de Maio de 2002. 2002^a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legi.efm>>. Acesso em: 15 de Abril de 2005.

BRASIL RESOLUÇÃO CONAMA Nº 303, DE 20 DE MARÇO DE 2002. Diário Oficial da União, Brasília: 13 de Maio de 2002. 2002^b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legi.efm>>. Acesso em: 15 de Abril de 2005.

BRASIL LEI FEDERAL Nº 11.284, DE 2 DE MARÇO DE 2006. Diário Oficial da União, Brasília: 3 de Março de 2006. 2006^a. Disponível em: <<http://legislacao.planalto.gov.br>>. Acesso em: 10 de Outubro de 2007.

BRASIL RESOLUÇÃO CONAMA Nº 369, DE 28 DE MARÇO DE 2006. Diário Oficial da União, Brasília: 29 de Março de 2006. 2006^b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legi.efm>>. Acesso em: 10 de Outubro de 2007.

BRASIL Ministério de Fazenda Imposto sobre a propriedade rural: manual de preenchimento da declaração. 2007. 52p. Disponível em: <www.receita.fazenda.gov.br>.. Acesso em: 12 de Janeiro de 2008.

BRASIL DECRETO Nº 6.514, DE 22 DE JUNHO 2008. Diário Oficial da União, Brasília: 23 de Junho de 2008. 2008^a. Disponível em: <<http://legislacao.planalto.gov.br>>. Acesso em: 30 de Novembro de 2008.

BRASIL PROJETO DE LEI do Senhor Deputado João Eduardo Dado. Câmara dos Deputados, Brasília: 2008. 2008^b. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/552525.pdf>>. Acesso em 30 de Novembro de 2008.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. Conceitos básicos em ciência da geoinformação. In: CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; D'LGE, J. C. L. (Eds) Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos: INPE. 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livros.html>>. Acesso em: 15 de Janeiro de 2007.

CATELANI et al. Adequação do uso da terra em função da legislação ambiental In: XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2003, Anais... Belo Horizonte: 2003. p. 559 - 566.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher, 2^a Ed., 1980. 188p.

CHUVIELO, E. Tratamiento digital de imágenes: Correcciones y Realces. In:_____ Fundamentos de Teledetcción Espacial. Madrid: Rialp, 2000. p. 207–318.

CLARK, D. B. et al. Quantifying mortality of tropical rain forest trees using high-spatial-resolution satellite data. *Ecology Letters*, v. 7, p. 52–59, 2004.

COSTA, T. C. C. Delimitação de Áreas de Preservação Permanente, por meio de um sistema de informações geográficas (SIG) In: VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 1996, Anais... Salvador: 1996. p. 121 - 127.

CROSTA. A. P. Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto. Campinas: Editora da Unicamp, 1992. 170p.

D'ALGE, J. C. L. Cartografia para Geoprocessamento. In: CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; D'LGE, J. C. L. (Eds) Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos: INPE. 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser300/referências.html>>. Acesso em: 28 de novembro de 2007.

DELALIBERA H.C. et al. Alocação de Reserva Legal em propriedades rurais: do cartesiano ao holístico *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande: v. 12, n3, p. 286-292, 2008.

DIAL, G. et al. IKONOS satellite, imagery, and products. *Remote Sensing of Environment*, v. 88, p. 23-36, 2003.

DLUGOGZ F. L. Uso da segmentação por crescimento de regiões em imagem Ikonos na discriminação de tipologias da Floresta Ombrófila Mista In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Anais... Goiânia: 2005. p. 16-21.

DOREMUS, H. A policy portfolio approach to biodiversity protection on private lands. *Environmental Science and Policy*, v. 6, p. 217-232, 2003.

EHLERS, M. Sensoriamento remoto para usuários em SIG In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Ed.) Sensoriamento remoto e sig avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores, São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 19-32.

EASTMAN, J. R. *Idrisi for windows: user's guide*. Worcester: Department of Geography of Clark University, 1999 v.2.

ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: J.A. KAGEYAMA, P. Y. et al (Ed.) Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais, Botucatu: FEPAF, 2003 p. 1– 27

ESRI Using ArcView GIS Redlands: Esri, 1996, 350p.

EXTREMA (Cidade) Departamento de meio ambiente. Projeto água é vida: diagnóstico sócio ambiental em sub bacias hidrográficas no município de Extrema: 2005a. Disponível em: <<http://www.extrema.mg.gov.br/meioambiente/index.php>>. Acesso em: 14 de Fevereiro de 2006.

EXTREMA (Cidade) Departamento de meio ambiente. Projeto Conservador das Águas Lei Municipal 2.001/05: 2005b. Disponível em: <<http://www.camaraextrema.mg.gov.br/html/legislacao>>. Acesso em 14 de Fevereiro de 2006.

EXTREMA (Cidade) EXTREMA Plano Diretor Lei Municipal 1574/01: 2001, 77 p. Disponível em: <<http://www.camaraextrema.mg.gov.br/html/legislacao>>. Acesso em 14 de Fevereiro de 2006.

EXTREMA (Cidade) DECRETO n° 1703 de 06 de ABRIL de 2006 (2006a). Disponível em: <<http://www.camaraextrema.mg.gov.br/html/legislacao>>. Acesso em 14 de Fevereiro de 2006.

EXTREMA (Cidade) DECRETO n° 1801 de 01 de SETEMBRO de 2006 (2006b). Disponível em: <<http://www.camaraextrema.mg.gov.br/html/legislacao>>. Acesso em 14 de Fevereiro de 2006.

FAO Forest Resources Assessment 2000: Main Report. Rome: FAO Forestry Paper. 2001, 140p.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. Landscape Ecology. New York: Wiley, 1986. 619p.

FORMAN, R. T. T. Land Mosaics: the ecology of landscapes and regions. New York: Cambridge University Press, 1995. p. 43–142.

FRANCISCO, C. E. S. et al. Espacialização de análise multicriterial em SIG: prioridades para recuperação de áreas de preservação permanente In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Anais... Florianópolis: 2007. p.2643 - 2650.

FRANCO, J. G. O. Direito Ambiental Matas Ciliares. Curitiba: Juruá, 2005. 192p.

FUSHITA, A. T. et al. Dinâmica da vegetação natural e das áreas de preservação permanente em função das ações desenvolvidas na paisagem In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Anais... Florianópolis: 2007. p.3937 - 3944.

GERDENITS, A. et al. Cenários de ocupação do solo fundamentados no Código Florestal Brasileiro em um fragmento contínuo de Mata Atlântica localizado na divisa estadual de Minas Gerais e São Paulo mediante aplicação de técnicas de geoprocessamento In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Anais... Florianópolis: 2007. p.2673 - 2680.

HANLEY, H. B.; FRASER, C. S. Geopositioning accuracy of ikonos imagery: indications from two dimensional transformations. Photogrammetric Record, v. 17, n. 98, p. 317-329, 2001.

HEROLD, M. et al. The spectral dimension in urban land cover mapping from high resolution optical remote sensing. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF URBAN AREAS, 2002, Anais... Istanbul: 2002. p. 77 - 84.

HILTY, J. A. et al. Corridor ecology: the science and practice of linking landscapes for biodiversity conservation. Washington: Island Press, 2006. 324p.

HOEFFEL, J. L. M et al. Área de Proteção Ambiental (APA) Fernão Dias/MG – Transformações socioambientais na bacia hidrográfica do rio Jaguary. Climep, Rio Claro. v. 3, n.1, p. 30 – 60, 2008.

HOTT et al. Um método para a determinação automática de áreas de preservação Permanente em topos de morro para o Estado de São Paulo. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Anais... Goiânia: 2005. p. 3061 - 3068.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – Enciclopédia dos Municípios Brasileiros. Rio de Janeiro: 1959. v. 25. 474p. Disponível em:
<http://biblioteca.ibge.gov.br/coleção_digital_publicacoes.php>.
Acesso: 12 de Dezembro de 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – Censo Demográfico de Minas Gerais. Rio de Janeiro: 1970. Disponível em:
<http://biblioteca.ibge.gov.br/coleção_digital_publicacoes.php>.
Acesso: 12 de Dezembro de 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – Carta Topográfica: Folha Extrema. Escala 1:50.000 Rio de Janeiro: 1972.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – Carta Topográfica: Folha Camanducáia. Escala 1:50.000 Rio de Janeiro: 1979.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – Censo Demográfico de Minas Gerais. Rio de Janeiro: 1985. Disponível em:

<http://biblioteca.ibge.gov.br/coleção_digital_publicacoes.php>. acesso: 12 de Dezembro de 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – Censo Demográfico de Minas Gerais. Rio de Janeiro: 1995. Disponível em:

<http://biblioteca.ibge.gov.br/coleção_digital_publicacoes.php>. Acesso: 12 de Dezembro de 2007

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – Censo Agropecuário de Minas Gerais. Rio de Janeiro: 2006. Disponível em:

<www.ibge.gov/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/defout.shtm>. Acesso: 12 de Dezembro de 2007

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) - Divisão de Processamento de Imagens. Introdução ao SPRING: apresentação. São José dos Campos: INPE. 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manuais.html>>. Acesso em: 15 de Abril de 2007.

JANOTH, J. et al. Procedimentos baseados em segmentação para a análise de mudanças e classificação florestais com dados de satélite de alta resolução. In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Ed.) Sensoriamento remoto e sig avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores, São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 110-114.

JESUS, N. Inter-relação entre geologia/relevo/solo/vegetação e atuação dos processos morfodinâmicos da unidade paisagem serra do japi: uma contribuição à conservação. 2004. 189f. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP.

JOELS, L. M Reserva Legal e gestão ambiental da propriedade rural: um estudo comparativo da atitude e comportamento de agricultores orgânicos e convencionais do distrito federal. Planeta Orgânico. 2002. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/trabjoels2.htm>>. Acesso em 13 de Dezembro de 2007.

KAGEYAMA, P. Y. et al. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In: KAGEYAMA, P. Y. et al (Ed.) Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais, Botucatu: FEPAF, 2003 p. 49 – 76.

KAGEYAMA, P. Y et al. Carta de Piracicaba: I fórum sobre APP e RL na paisagem e propriedade rural. Piracicaba: ESALQ/USP.2007. Disponível em: <<http://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/repositorio/126/documentos/carta20%de20%piracicaba.pdf>>. Acesso em maio de 2008.

KOK, R. et al. Design de projeto modular na análise orientada a objetos. In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Ed.) Sensoriamento remoto e sig avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores, São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 41-50.

LANG, S. A utilização do conceito de totalidade (holismo) na geração de planos de segmentação regionalizados em conjuntos de imagens de altíssima resolução. In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Ed.) Sensoriamento remoto e sig avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores, São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 33-40.

LAURENCE, R.; Edge effects in tropical forest fragments: application of model for the design of nature reverses. Biological Conservation, Cambridge, v. 57, p. 205–219, 1991.

LEUKERT, K. Utilização da dados de sig para obtenção de objetos. In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Ed.) Sensoriamento remoto e sig avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores, São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 139-146.

LI, BAI-LAN Fractal geometry applications in description and analysis of patch patterns and patch dynamics. Ecological Modeling, Copenhagen, v. 132, p. 33–50, 2000.

MACHADO, P. A. L. Direito Ambiental Brasileiro, São Paulo: 15ª Edit., Malheiros, 2006. p. 1094.

MaCARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. The theory of island biogeography New Jersey: Princeton University Press, 1967. p.203.

MAIA, J. S.; VALERIANO, D. M. Transgressão do código florestal no município de Piquete – SP. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2001, Anais... Foz do Iguaçu: 2001. p.611 - 616.

MANGABEIRA, J.A C. et al. Utilização de imagem Ikonos II para a identificação de uso da terra em área com alta estrutura. XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Anais... Goiânia: 2005. p. 165-167.

MARTINI, A. J. O plantador de Eucaliptos: A questão da preservação florestal no Brasil e o resgate documental do legado de Edmundo Navarro de Andrade. 2004. 320f., Dissertação (Mestrado em História Social), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humana, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

McGARRIGAL, k.; MARKS, B. J. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland: U. S. Department of Agriculture Forest Service. 1995, 122p.

MEHNER, H. et al. Remote sensing of upland vegetation: the potential of high spatial resolution satellite sensors. *Global Ecology and Biogeography*, v. 13, p. 359–369, 2004.

METZGER et al. *Os caminhos da biodiversidade*. *Ciência Hoje*, v. 25, n.146, p. 62-64, 1999.

METZGER, J. P. Bases biológicas para a “reserva legal”. *Ciência Hoje*, v. 31, n.183, p. 48-49, 2002.

METZGER, J. P. Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas In: J.A. KAGEYAMA, P. Y. et al (Ed.) *Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais*, Botucatu: FEPAF, 2003 p. 49-76.

MINAS GERAIS (Estado) LEI ESTADUAL Nº 14.309, DE 19 DE JUNHO DE 2002. Disponível em: <<http://www.semad.mg.gov.br>>. Acesso em: 17 de Janeiro de 2008.

MÖLLER, M. Estudos de quidade e aplicações práticas de dados de scanner com altíssima resolução. In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Ed.) *Sensoriamento remoto e sig avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores*, São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 212-224.

MONTGOMERY, R. D.; GRANT, G. E.; SULLIVAN, K. – Watershed analysis as a framework for implementing ecosystem management. *Water Resources Bulletin*, v. 31, n. 3, p. 369 – 386, 1995.

MOREIRA, A. A. et al. Determinação de áreas de preservação permanente em uma microbacia hidrográfica a partir de fotografia aérea de pequeno formato In: XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2003, Anais... Belo Horizonte: 2003. p.1381 - 1389.

MOREIRA, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. São José dos Campos: Instituto de pesquisas Espaciais (INPE), 2001. 250 p.

MUMBY P. J.; EDWARDS A. J. Mapping marine environments with IKONOS imagery: enhanced spatial resolution can deliver greater thematic accuracy. *Remote Sensing of Environment*, v. 82, p. 248–257, 2003.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

N-BARBOSA, K. M. et al. Classificação de imagens Ikonos e comparação por meio de segmentação e fotointerpretação da área amostral In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Anais... Goiânia: 2005. p. 281-283.

NARUMALANI, S. et al. Change detection and landscape metrics for inferring anthropogenic processes in the greater EFMO area, *Remote Sensing of Environment*, v. 91 p. 478–489, 2004.

NASCIMENTO, L. A. et al. Delimitação automática de áreas de preservação permanente (APP) e identificação de conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Alegre. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Anais... Goiânia: 2005. p.4081 - 4087.

NASCIMENTO, L. A. et al. Diagnóstico da Reserva legal e Área de Preservação Permanente em uma propriedade rural Estação Experimental Canguiri da Universidade Federal do Paraná In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Anais... Florianópolis: 2007. p.4081 - 4087.

NEUBERT, M.; MEINEL, G. Análise de dados do satélite ikonos baseada em segmentação – utilização do software de análise de dados eCognition para diferentes áreas-testes. In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Ed.) Sensoriamento remoto e sig avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores, São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 115-125.

NOGUCHI, et al. Accuracy assessment of QuickBird stereo imagery The Photogrammetric Record , v. 19, p. 128-137, 2004.

NOVO, E. M. L.M. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. São Paulo: Edigar Blucher, 1989. 308p.

OLIVEIRA, M.Z. et al. Delimitação de áreas de preservação permanente: um estudo de caso através de imagem de satélite de alta resolução associada a um sistema de informação geográfica (SIG) In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Anais... Florianópolis: 2007. p.4119 - 4128.

PASSOS, A.C.P. et al. Avaliação da aplicabilidade de imagem de alta resolução para o cadastro técnico municipal. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Anais... Goiânia: 2005. p. 1139-1145.

PEREIRA, M. N. et al. Cobertura e uso da terra através de sensoriamento remoto. São José dos campos: INPE, 1989. 115p.

PICKETT, S. T. A.; KEVIN, H. R. Patch dynamics: the transformation of landscape structure and function. In: BISSONETTE, J. A. (Ed.) New York: Springer Verlag, 1997. P. 101-128.

PINCINATO, F. L. Sensoriamento remoto e SIG na análise da viabilidade de recuperação de áreas de preservação permanente irregulares em São Sebastião – SP In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Anais... Goiânia: 2005. p.2323 - 2330.

PINTO, L. A. V. et al. Caracterização física da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz. Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas Áreas de Preservação Permanente. Lavras: Cerne, v.11, n 1, 49-60, 2005.

PINHEIRO, E. S.; KUX, H. J. H. Imagens QuickBird aplicadas ao mapeamento do uso e cobertura da terra do centro de pesquisas e conservação da natureza pró-mata. In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Ed.) Sensoriamento remoto e sig avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores, São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 263-271.

PRADO, F. A. et al. Uso de imagens de sensoriamento remoto na análise do cumprimento da legislação ambiental In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Anais... Florianópolis: 2007. p.4151 - 4158.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. Biologia da conservação. Londrina: E. Rodrigues, 2001. 328p.

RAMOS, A. C. B. et al. Mecanismos de proteção ambiental em áreas particulares. In: Little, P. E. (Ed.) Políticas Ambientais no Brasil: análises, instrumentos e experiências, São Paulo: IEB, 2003, p.167-192.

RAMOS FILHO, L. O. Uso de sistemas agroflorestais para recuperação de APP e Reserva Legal na agricultura familiar. Sumário de palestra apresentada no I fórum sobre APP e RL na paisagem e propriedade rural. Piracicaba: ESALQ/USP. 2007.

Disponível em:

<http://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/repositorio/126/documentos/luiz_octavio_ramos_resumo.pdf>. Acesso em maio de 2008.

RANIERI, V. E. L. Reservas Legais: critérios para localização e aspectos de gestão. 2004. 149f. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP.

REX, K. D.; MALANSON, G. P. The fractal shape of riparian forest patches. *Landscape Ecology*, Hague, v. 4, n. 4, p. 249–258, 1990.

RIBEIRO, C. A. A. S. et al. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente *Revista Arvore*, Viçosa, v.29, n 2, 203-212, 2005.

RODRIGUES, D. A; SILVA, E. A. Extração de Feições em Imagens de Média e Alta Resolução In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Anais... Goiânia: 2005. p. 1229-1236.

ROSTAGNO, L. S. C. Caracterização de uma paisagem na área de influência do Reservatório da Usina Hidrelétrica do Funil, Ijaci-MG. 1999. 66f.. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1999.

SADEGHIAN et al. Precision rectification of high resolution satellite imagery without ephemeris data. *JAG*, v. 3, n. 4, 366-371, 2001.

SANDE, C. J. et al. A segmentation and classification approach of IKONOS-2 imagery for land cover mapping to assist flood risk and flood damage assessment. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v. 4, p. 217-229, 2003.

SANTOS, S. B. et al. Conflito de uso do solo nas áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do ribeirão São Lourenço, São Lourenço/MG – uma contribuição para a preservação dos mananciais de água mineral. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Anais... Florianópolis: 2007. p. 4217 – 4224..

SÃO PAULO (Estado) Plano de bacia hidrográfica 2000 – 2003: síntese do relatório final. Comitê das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. 2004, 53p.

SEELAN, S. K. et al. Remote sensing applications for precision agriculture: a learning community approach, *Remote Sensing of Environment*. v. 88, p.157–169, 2003.

SERRA, E. L. Avaliação da degradação ambiental de três microbacias hidrográficas no município de Lavras, MG. 1993 153f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1993.

SHACKELFORD, A. K.; DAVIS C. H. A Hierarchical Fuzzy Classification Approach for High-Resolution Multispectral Data Over Urban Areas. *Transactions on geoscience and remote sensing*, v. 41, n. 9, p. 1920-1932, 2003a.

SHACKELFORD, A. K.; DAVIS C. H. A Combined Fuzzy Pixel-Based and Object-Based Approach for Classification of High-Resolution Multispectral Data Over Urban Areas. *Transactions on geoscience and remote sensing* , v. 41, n. 10, p. 2354-2363, 2003b.

SHELHAS, J.; GREENBERG, R. Forest Patches in Tropical Landscapes. Washington D.C.: Islands Press, 1996. p. 151-167.

SILVA, R. M. et al. Mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal natural da APP do médio curso do córrego Lagoinha em Uberlândia (MG) In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Anais... Florianópolis: 2007. p.4249 - 4255.

SILVEIRA et al. Escala máxima de uso do produto Ikonos-Geo: estudo de caso para Araçoiaba da Serra In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Anais... Goiânia: 2005. p. 2589-2596.

SILVEIRA, E. M.O. et al. Uso conflitivo do solo nas áreas de preservação permanente do município de Bocaina de Minas / MG In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Anais... Florianópolis: 2007. p. 1673 - 1680.

SMALL, C. High spatial resolution spectral mixture analysis of urban reflectance. *Remote Sensing of Environment*, v. 88, p. 170–186, 2003.

SOARES et al. Aplicação de geotecnologias na identificação de conflitos entre o uso da terra e a legislação ambiental. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Anais... Florianópolis: 2007. p. 2651 - 1657.

SOUZA, I. M. et al. Mapeamento do uso do solo urbano através da classificação por regiões baseada em medidas texturais. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Anais... Goiânia: 2005. p. 1967 - 1968p.

SOUZA FILHO, C. F.M. Bens culturais e proteção jurídica. Porto Alegre: Unidade Editorial, 1997.

STRAHLER, A. N. Dynamic basis of geomorphology *Bulletin of the Geological Society of America*, v.63, p. 923 – 938, 1952.

TABARELLI, M.; et al. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brasil. *Biological Conservation*. New York, v. 91, p. 119–127, 1999.

TABANEZ, A. J. A. Ecologia e manejo de ecounidades em um fragmento florestal na região de Piracicaba, SP. 1995. 85f., Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Instituto, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

THENKABAILA, P. S. et al. IKONOS, ALI, and ETM+ sensors in the study of African rainforests, *Remote Sensing of Environment*, v. 90, p. 23–43, 2004.

TOUTIN, T.; CHENG, P. Demystification of IKONOS. *Earth Observation Magazine*, v. 9, p. 17-21, 2000.

TURNER, M. G.; Gardner, R. H. Quantitative methods in landscape ecology: an introduction. In: TURNER, M. G.; GAEDNER, R. H. (Ed.), *Quantitative methods in landscape ecology*, New York: Springer Verlag, 1990. p. 3–14.

TURNER, M. G. et al. *Landscape ecology in theory and practice: pattern on process*. New York: Springer Verlag, 2001. 401p.

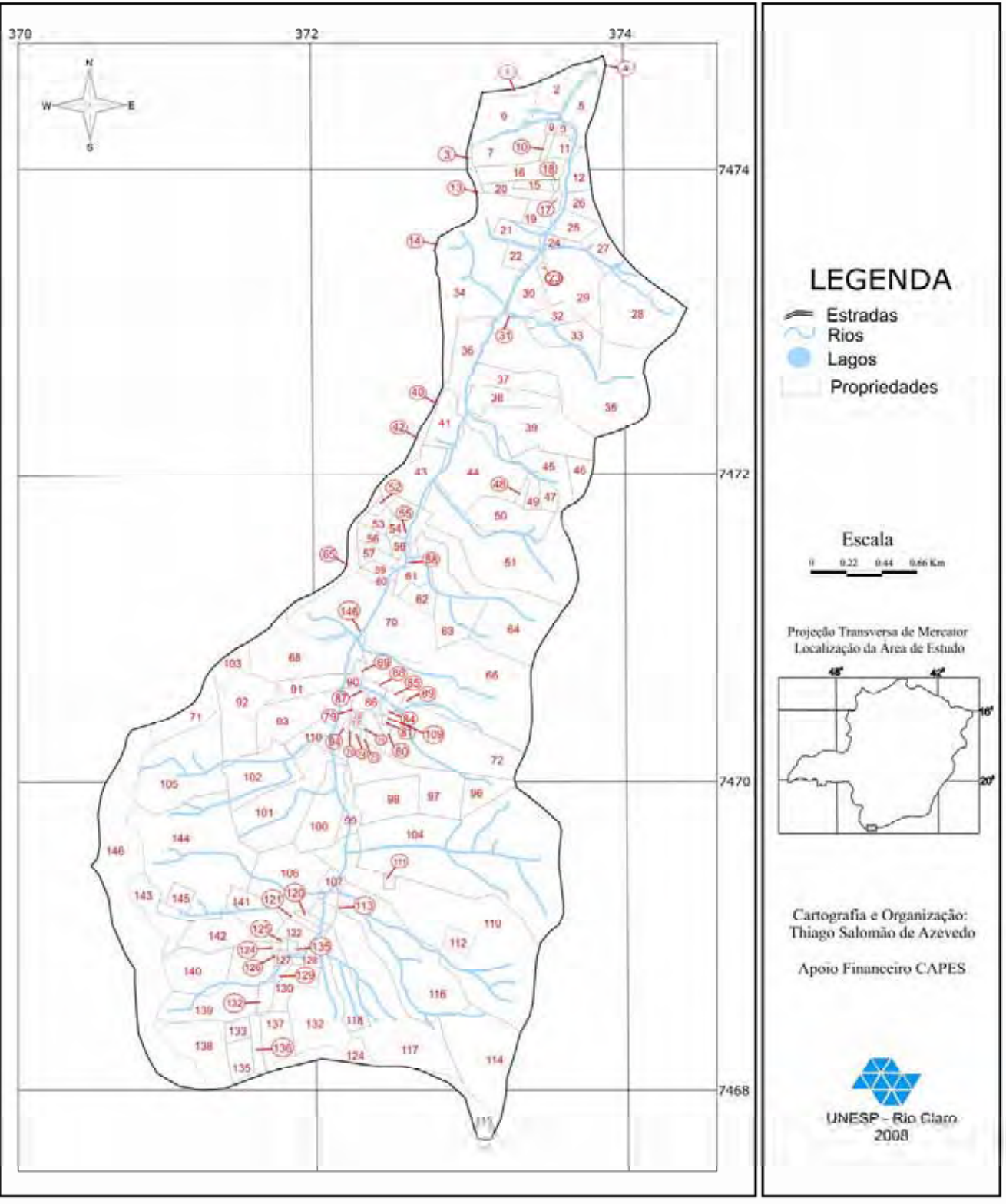
VIANA, V. M.; TABANEZ, A. J. A.; MARTINEZ, J. L. A. Restauração e Manejo de Fragmentos Florestais. *Revista do Instituto Florestal*, Edição Especial. São Paulo, v 3, pt. 3, p. 400 – 407, 1992.

VIANA, V. M.; TABANEZ, A. J. A.; DIAS, A. S. Conseqüências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, São Carlos, v. 57. p. 47-60, 1997.

WIENS et al. Patchy landscapes and animal movements: do Beetles percolate? *Oikos*, v. 78, p. 257-264, 1997.

ZANONI, V. M.; GOWARD, S. N. A new direction in Earth observations from space: IKONOS. *Remote Sensing of Environment*, v. 88, p. 1-2, 2003.

APÊNDICE A - MAPA BASE DO CÓRREGO DAS POSSES, EXTREMA - MG



APÊNDICE B
USO DO SOLO NAS PROPRIEDADES DA
BACIA DAS POSSES 2005

Os valores negativos representam as áreas que devem ser recuperadas

Propriedades	Área (ha)	Pastagem	Matas	Solo Exposto	Cana	Café	Lagos	Estradas	Total uso
1	4,35	0,968	3,38	0,002	0	0	0	0	4,35
2	8,38	1,02	2,04	5,32	0	0	0	0	8,38
3	1,79	1,79	0	0	0	0	0	0	1,79
4	0,50	0,49	0	0	0	0	0	0	0,49
5	5,04	4,54	0,49	0	0	0	0	0	5,03
6	9,59	7,68	1,88	0,01	0	0	0	0,02	9,59
7	10,76	9,81	0,54	0,245	0	0	0	0,165	10,76
8	0,97	0,497	0,473	0	0	0	0	0	0,97
9	0,88	0,64	0,24	0	0	0	0	0	0,88
10	0,78	0,62	0,16	0	0	0	0	0	0,78
11	2,35	0,33	1,09	0,93	0	0	0	0	2,35
12	3,39	2,31	0,76	0,06	0	0	0	0,26	3,39
13	1,07	1,068	0,002	0	0	0	0	0	1,07
14	0,31	0,31	0	0	0	0	0	0	0,31
15	1,62	1,54	0,076	0	0	0	0	0	1,62
16	6,96	6,65	0,305	0,005	0	0	0	0	6,96
17	0,40	0,22	0,18	0	0	0	0	0	0,4
18	0,26	0,22	0,04	0	0	0	0	0	0,26
19	3,32	2,35	0,97	0	0	0	0	0	3,32
20	3,24	3,19	0,05	0	0	0	0	0	3,24
21	4,86	3,13	1,56	0,17	0	0	0	0	4,86
22	2,61	2,31	0,3	0	0	0	0	0	2,61
23	0,14	0,14	0	0	0	0	0	0	0,14
24	0,99	0,93	0	0	0,06	0	0	0	0,99
25	4,19	3,7	0	0,35	0,13	0	0,01	0	4,19
26	3,88	1,45	0,83	1,5	0	0	0,1	0	3,88
27	4,44	4,24	0,2	0	0	0	0	0	4,44
28	19,73	17,48	2,25	0	0	0	0	0	19,73
29	15,78	13,78	0,4	1,32	0	0	0,14	0,14	15,78
30	6,995	6,39	0,53	0	0	0	0,04	0,035	6,995
31	0,15	0,15	0	0	0	0	0	0	0,15
32	3,90	2,905	0,99	0	0,005	0	0	0	3,9
33	7,63	3,58	3,71	0	0,34	0	0	0	7,63
34	38,19	36,2	1,91	0	0	0	0	0,08	38,19
35	38,75	33,16	3,79	1,36	0,04	0,23	0,02	0,145	38,745
36	9,02	8,52	0,44	0	0	0	0,06	0	9,02

37	8,23	6,21	1,35	0,04	0,23	0,4	0	0	8,23
38	7,94	6,57	1,35	0	0,02	0	0	0	7,94
39	19,38	17,19	1,62	0,23	0,15	0	0	0,19	19,38
40	0,44	0,42	0,02	0	0	0	0	0	0,44
41	6,59	4,6	1,83	0	0	0	0,01	0,15	6,59
42	3,10	2,73	0,37	0	0	0	0	0	3,1
43	10,32	8,19	2,03	0	0	0	0,1	0	10,32
44	20,31	10,05	10,23	0	0	0	0	0,03	20,31
45	6,67	6,37	0,29	0	0	0	0	0,01	6,67
46	1,97	1,97	0	0	0	0	0	0	1,97
47	2,39	2,39	0	0	0	0	0	0	2,39
48	0,89	0,38	0,5	0	0	0	0	0	0,88
49	1,89	1,87	0,02	0	0	0	0	0	1,89
50	10,27	9,99	0,28	0	0	0	0	0	10,27
51	33,70	31,71	1,34	0,52	0	0	0	0,13	33,7
52	0,73	0,72	0,01	0	0	0	0	0	0,73
53	2,20	1,41	0,62	0	0	0	0	0,17	2,2
54	1,09	1,083	0,007	0	0	0	0	0	1,09
55	0,47	0,47	0	0	0	0	0	0	0,47
56	3,65	3,36	0,07	0,22	0	0	0	0	3,65
57	2,52	0,77	1,46	0,2	0	0	0	0,09	2,52
58	0,96	0,67	0,29	0	0	0	0	0	0,96
59	1,65	1,48	0,12	0	0	0	0	0,05	1,65
60	1,73	1,46	0,2	0	0	0	0	0,07	1,73
61	4,41	2,51	0,84	1,06	0	0	0	0	4,41
62	3,599	2,24	0,62	0,71	0	0,029	0	0	3,599
63	14,57	12,91	1,61	0	0	0	0	0,05	14,57
64	28,09	27,19	0,72	0	0	0	0	0,18	28,09
65	6,72	5,5	1,19	0	0	0	0,03	0	6,72
66	45,36	40,85	4,06	0,4	0	0	0	0,05	45,36
67	0,17	0,11	0,06	0	0	0	0	0	0,17
68	21,96	9,76	12,2	0	0	0	0	0	21,96
69	0,80	0,8	0	0	0	0	0	0	0,8
70	30,50	21,8	8,4	0	0	0	0	0,3	30,5
71	8,02	7,86	0,16	0	0	0	0	0	8,02
72	29,47	29,06	0,28	0	0	0	0	0,13	29,47
73	0,23	0,23	0	0	0	0	0	0	0,23
74	0,27	0,27	0	0	0	0	0	0	0,27
75	0,17	0,17	0	0	0	0	0	0	0,17
76	0,17	0,17	0	0	0	0	0	0	0,17
77	0,29	0,29	0	0	0	0	0	0	0,29
78	0,37	0,37	0	0	0	0	0	0	0,37
79	0,18	0,18	0	0	0	0	0	0	0,18
80	0,44	0,44	0	0	0	0	0	0	0,44
81	0,10	0,1	0	0	0	0	0	0	0,10

82	0,22	0,22	0	0	0	0	0	0	0,22
83	0,22	0,22	0	0	0	0	0	0	0,22
84	0,67	0,67	0	0	0	0	0	0	0,67
85	0,86	0,86	0	0	0	0	0	0	0,86
86	2,11	1,94	0,17	0	0	0	0	0	2,11
87	0,16	0,16	0	0	0	0	0	0	0,16
88	1,37	0,96	0,41	0	0	0	0	0	1,37
89	0,48	0,48	0	0	0	0	0	0	0,48
90	0,87	0,87	0	0	0	0	0	0	0,87
91	5,41	4,90	0,47	0	0	0	0,04	0	5,41
92	15,13	13,36	0,35	1,42	0	0	0	0	15,13
93	15,47	14,445	1,025	0	0	0	0	0	15,47
94	0,34	0,00	0,34	0	0	0	0	0	0,34
95	6,21	4,11	2,1	0	0	0	0	0	6,21
96	5,83	5,65	0,185	0	0	0	0	0	5,83
97	17,66	17,19	0,47	0	0	0	0	0	17,66
98	10,59	10,23	0,365	0	0	0	0	0	10,59
99	3,60	2,55	0,75	0	0	0	0	0,3	3,60
100	11,97	10,29	0,72	0,59	0,08	0,29	0	0	11,97
101	21,73	19,72	1,86	0,15	0	0	0	0	21,73
102	13,28	4,6	8,68	0	0	0	0	0	13,28
103	4,29	0,002	4,286	0,002	0	0	0	0	4,29
104	73,03	69,88	3,0	0	0,15	0	0	0	73,03
105	26,33	25,03	0,3	0	0	0	0	0	25,33
106	17,44	17,14	0,3	0	0	0	0	0	17,44
107	1,91	1,61	0,3	0	0	0	0	0	1,91
108	31,59	29,06	2,42	0	0	0	0	0,11	31,59
109	0,78	0,15	0,63	0	0	0	0	0	0,78
110	57,63	53,93	2,6	1	0,02	0	0	0,08	57,63
111	0,68	0,34	0	0,34	0	0	0	0	0,68
112	2,41	1,48	0,93	0	0	0	0	0	2,41
113	0,10	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1
114	21,21	19,38	1,83	0	0	0	0	0	21,21
115	3,93	3,93	0	0	0	0	0	0	3,93
116	32,35	30,57	1,78	0	0	0	0	0	32,35
117	8,16	7,43	0,73	0	0	0	0	0	8,16
118	1,77	0,27	1,5	0	0	0	0	0	1,77
119	1,09	0,72	0,08	0,29	0	0	0	0	1,09
120	1,15	1,13	0,005	0,015	0	0	0	0	1,15
121	3,65	2,69	0,06	0,9	0	0	0	0	3,65
122	3,06	3	0	0	0	0	0	0,06	3,06
123	0,33	0,33	0	0	0	0	0	0	0,33
124	0,41	0,36	0,04	0,01	0	0	0	0	0,41
125	0,12	0,12	0	0	0	0	0	0	0,12
126	0,96	0,8	0,16	0	0	0	0	0	0,96

127	1,77	1,7	0,07	0	0	0	0	0	1,77
128	1,09	0,76	0,33	0	0	0	0	0	1,09
129	5,11	5,11	0	0	0	0	0	0	5,11
130	16,51	15,11	0,5	0	0,09	0,42	0	0,39	16,51
131	2,31	1,98	0,33	0	0	0	0	0	2,31
132	2,22	1,12	0,76	0,13	0	0,21	0	0	2,22
133	4,05	1,26	2,79	0	0	0	0	0	4,05
134	0,45	0,35	0	0,1	0	0	0	0	0,45
135	2,58	0,5	2,08	0	0	0	0	0	2,58
136	6,77	6,71	0,06	0	0	0	0	0	6,77
137	12,93	11,75	1,18	0	0	0	0	0	12,93
138	20,20	19,44	0,19	0	0,57	0	0	0	20,2
139	11,50	7,75	3	0,75	0	0	0	0	11,5
140	7,90	7,9	0	0	0	0	0	0	7,9
141	8,54	8,35	0,19	0	0	0	0	0	8,54
142	7,63	7,32	0,31	0	0	0	0	0	7,63
143	45,76	37,42	8,34	0	0	0	0	0	45,76
144	2,69	1,97	0,72	0	0	0	0	0	2,69
145	33,31	25,86	7,45	0	0	0	0	0	33,31
146	1,86	0,77	1,09	0	0	0	0	0	1,86
Total	1.194,83	1.015,17	151,97	20,35	1,89	1,58	0,55	3,39	1.194,83
Propriedades	APP Rios	APP Topo	APP Nasc	APP Lago	APP Decl	APP Total	Matas fora da APP Total	Matas na APP Total	Reposição na APP Total
1	0	1,32	0	0	0	1,32	2,55	0,83	-0,49
2	1,65	0	0	0,1	0	1,81	1	1,04	-0,77
3	0	1,75	0	0	0	1,75	0	0	-1,75
4	0,2	0	0	0	0	0,2	0	0	-0,2
5	1,75	0	0	0	0	1,75	0	0,49	-1,26
6	1,47	1,87	1,75	0	0	5,09	0,68	1,2	-3,89
7	1,74	0,82	0,4	0	0	2,96	0,01	0,53	-2,43
8	0,54	0	0	0	0	0,54	0,153	0,32	-0,22
9	0,45	0	0	0	0	0,45	0	0,24	-0,21
10	0	0	0	0	0	0	0,16	0	0
11	0,695	0	0	0	0	0,695	0,62	0,47	-0,225
12	0,992	0	0	0	0	0,992	0,02	0,74	-0,252
13	0	1,06	0	0	0	1,06	0	0,002	-1,058
14	0	0,31	0	0	0	0,31	0	0	-0,31
15	0	0	0	0	0	0	0,076	0	0
16	0,32	1,02	0	0	0	1,34	0,165	0,14	-1,2
17	0,135	0	0	0	0	0,135	0,09	0,09	-0,045
18	0,04	0	0	0	0	0,04	0,02	0,02	-0,02
19	0,542	0	0	0	0	0,542	0,6	0,37	-0,172
20	0	0,57	0	0	0	0,57	0,05	0	-0,57

21	3,11	0	0,12	0	0	3,23	0,28	1,28	-1,95
22	0,7	0	0	0	0	0,7	0,18	0,12	-0,58
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0,47	0	0	0	0	0,47	0	0	-0,47
25	0,08	0	0,03	0,52	0	1,49	0	0	-1,49
26	1,39	0	0	0,12	0	1,59	0	0,83	-0,76
27	1,48	0	1,37	0	0	2,85	0,1	0,1	-2,75
28	3,5	0	1,53	0	0	5,03	1,239	1,011	-4,019
29	1,16	0	0	0,39	0	1,81	0,32	0,08	-1,73
30	1,813	0	0	0,4	0	2,49	0,15	0,38	-2,11
31	0,14	0	0	0	0	0,14	0	0	-0,14
32	1,17	0	0	0	0	1,17	0,98	0,01	-1,16
33	1,41	0	0	0	0	1,41	2,88	0,83	-0,58
34	4,64	5,58	3,82	0,12	0	14,26	0,03	1,88	-12,38
35	2,15	9,24	0,75	0,42	0	12,85	3,27	0,52	-12,33
36	2,15	0	0	0	0	2,15	0,418	0,022	-2,128
37	0,55	0	0	0	0	0,55	1,35	0	-0,55
38	0,87	0,66	0	0	0	1,53	1,23	0,12	-1,41
39	1,935	7,34	0	0	0	9,275	1,36	0,26	-9,015
40	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0
41	1,45	0	1,12	0,4	0	3,23	1,7	0,13	-3,10
42	0	0	0,19	0	0	0,19	0,37	0	-0,19
43	0,78	0	0	1,39	0	3,09	1,83	0,2	-2,89
44	4,26	0	0	0	0	4,26	9,56	0,67	-3,59
45	0,87	1,125	1,34	0	0	3,335	0,288	0,002	-3,333
46	0	1,958	0	0	0	1,958	0	0	-1,958
47	0,7	0	0,13	0	0	0,83	0	0	-0,83
48	0,02	0	0	0	0	0,02	0,498	0,002	-0,018
49	0,22	0	0	0	0	0,22	0,02	0	-0,22
50	1,47	0	0,94	0	0	2,41	0,04	0,24	-2,17
51	5,515	3,2	1,42	0	0	10,135	0,01	1,33	-8,805
52	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0,62	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0,007	0	0
55	0,17	0	0	0	0	0,17	0	0	-0,17
56	0,11	0	0	0	0	0,11	0,07	0	-0,11
57	0	0	0	0	0	0	1,46	0	0
58	0,65	0	0	0	0	0,65	0,01	0,28	-0,37
59	0,3	0	0	0	0	0,3	0,04	0,08	-0,22
60	0,36	0	0	0	0	0,36	0,01	0,19	-0,17
61	1,7	0	0	0	0	1,7	0,2	0,64	-1,06
62	0,257	0	0	0	0	0,257	0,61	0,01	-0,247
63	4,17	0	0	0	0	4,17	0,65	0,96	-3,21
64	4,163	5,63	1,19	0	0	10,983	0,14	0,58	-10,403
65	0	0	0,06	0	0	0,06	1,13	0,06	0

66	6,95	11,64	1,7	0,48	0	21,09	3,59	0,47	-20,62
67	0,14	0	0	0	0	0,14	0	0,06	-0,08
68	1,87	0	0	0,2	0	2,27	11,49	0,71	-1,51
69	0,3	0	0	0	0	0,3	0	0	-0,3
70	4,76	0	2,19	0	0	6,95	6,4	2	-4,95
71	0	0	0	0	0	0	0,16	0	0
72	3,43	8,71	0,64	0	0	12,78	0,28	0	-12,78
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	0,005	0	0	0	0	0,005	0	0	-0,005
79	0,007	0	0	0	0	0,007	0	0	-0,007
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	0,12	0	0	0	0	0,12	0	0	-0,12
85	0,6	0	0	0	0	0,6	0	0	-0,6
86	0,21	0	0	0	0	0,21	0	0,17	-0,04
87	0	0	0	0	0	0	0	0	0
88	0,82	0	0	0,02	0	0,85	0	0,41	-0,44
89	0,36	0	0	0	0	0,36	0	0	-0,36
90	0,62	0	0	0	0	0,62	0	0	-0,62
91	0	0	0	0,34	0	0,56	0,47	0	-0,56
92	0,31	0	0	0	0	0,31	0,27	0,08	-0,23
93	1,328	0	0	0	0	1,328	0,495	0,53	-0,798
94	0,3	0	0	0	0	0,3	0,04	0,3	0
95	2,648	0	0	0	0	2,648	0,92	1,18	-1,468
96	4,823	0,18	0,81	0	0	5,813	0,005	0,18	-5,633
97	0,57	4,95	0,09	0	0	5,61	0,47	0	-5,61
98	0	0	0	0	0	0	0,365	0	0
99	2,09	0	0	0	0	2,09	0,04	0,71	-1,38
100	1,423	0	0	0	0	1,423	0,68	0,04	-1,383
101	5,19	0	0,69	0	0	5,88	1,44	0,42	-5,46
102	5,84	0	0	0	0	5,84	3,61	5,07	-0,77
103	0	0	0	0	0	0	4,286	0	0
104	9,73	37,27	4,3	0	0	51,3	0,68	2,32	-48,98
105	4,31	4,86	3,71	0	0,035	12,915	0,11	0,19	-12,725
106	4,03	0	0,01	0	0	4,04	0,3	0	-4,04
107	0,63	0	0	0	0	0,63	0,05	0,25	-0,38
108	8,27	5,88	1,75	0	0	15,9	0,14	2,28	-13,62
109	0,61	0	0	0	0	0,61	0,15	0,48	-0,13
110	7,66	28,18	1,89	0	0,072	37,802	0,28	2,32	-35,482

111	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112	0	1,25	0	0	0	1,25	0,77	0,16	-1,09
113	0	0	0,1	0	0	0,1	0	0	-0,1
114	0	21,19	0,01	0	0	21,2	1,83	0	-21,2
115	0	3,93	0	0	0	3,93	0	0	-3,93
116	6,17	12,03	0	0	0	18,2	0,02	1,76	-16,44
117	2,23	0	2,54	0	0,025	4,795	0,04	0,69	-4,105
118	0,51	0	0,12	0	0	0,63	1,13	0,37	-0,26
119	0,37	0	0	0	0	0,37	0,06	0,02	-0,35
120	0,16	0	0	0	0	0,16	0,005	0	-0,16
121	0,45	0	0	0	0	0,45	0,06	0	-0,45
122	0	0,19	0	0	0	0,19	0	0	-0,19
123	0	0	0	0	0	0	0	0	0
124	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0
125	0	0	0	0	0	0	0	0	0
126	0,34	0	0	0	0	0,34	0,04	0,12	-0,22
127	0,91	0	0	0	0	0,91	0	0,07	-0,84
128	0,51	0	0	0	0	0,51	0	0,33	-0,18
129	0,39	0	0	0	0	0,39	0	0	-0,39
130	1,42	0	0,46	0	0	1,88	0,5	0	-1,88
131	0,37	0	0,37	0	0	0,74	0	0,33	-0,41
132	0	0	0	0	0	0	0,76	0	0
133	0,07	0	0	0	0	0,07	2,72	0,07	0
134	0	0,07	0	0	0	0,07	0	0	-0,07
135	0	0	0	0	0	0	2,08	0	0
136	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0
137	0	7,4	0	0	0,21	7,61	0,26	0,92	-6,69
138	3,29	1,15	0	0	0,035	4,475	0,19	0	-4,475
139	0,56	0	0,69	0	0	1,25	3	0	-1,25
140	2,19	0	0	0	0	2,19	0	0	-2,19
141	0,38	0	0	0	0	0,38	0,19	0	-0,38
142	0	1,2	0	0	0	1,2	0,17	0,14	-1,06
143	9,86	5,36	0	0	0,533	15,753	3,82	4,52	-11,233
144	0	0	0,68	0,12	0	0,88	0	0,72	-0,16
145	20,69	0	3,87	0,03	0,23	24,64	1,26	6,19	-18,45
146	0,16	0	0,5	0	0	0,66	0,56	0,53	-0,13
Total	197,391	198,893	43,28	5,05	1,14	449,11	95,56	56,409	-392,701
Propriedades	Matas na APP Rios	Reposição na APP Rios	Matas APP Topo	Reposição na APP Topo	Matas APP Nasc	Reposição na APP Nasc	Matas APP Lago	Reposição na APP Lago	Matas APP Declive
1	0	0	0,83	-0,49	0	0	0	0	0
2	1,04	-0,61	0	0	0	0	0	-0,1	0
3	0	0	0	-1,75	0	0	0	0	0
4	0	-0,2	0	0	0	0	0	0	0
5	0,49	-1,26	0	0	0	0	0	0	0
6	0,35	-1,12	0,67	-1,2	0,168	-1,582	0	0	0

7	0,5	-1,24	0	-0,82	0,03	-0,37	0	0	0
8	0,32	-0,22	0	0	0	0	0	0	0
9	0,24	-0,21	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0,468	-0,227	0	0	0	0	0	0	0
12	0,74	-0,252	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0,002	-1,058	0	0	0	0	0
14	0	0	0	-0,31	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0,14	-0,18	0	-1,02	0	0	0	0	0
17	0,085	-0,05	0	0	0	0	0	0	0
18	0,02	-0,02	0	0	0	0	0	0	0
19	0,37	-0,172	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	-0,57	0	0	0	0	0
21	1,21	-1,9	0	0	0,07	-0,05	0	0	0
22	0,12	-0,58	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	-0,47	0	0	0	0	0	0	0
25	0	-0,08	0	0	0	-0,03	0	-0,86	0
26	0,83	-0,56	0	0	0	0	0	-0,76	0
27	0,02	-1,46	0	0	0,08	-1,29	0	0	0
28	0,971	-2,529	0	0	0,02	-1,51	0	0	0
29	0,03	-1,13	0	0	0	0	0,05	-0,6	0
30	0,378	-1,435	0	0	0	0	0	-2,11	0
31	0	-0,14	0	0	0	0	0	0	0
32	0,01	-1,16	0	0	0	0	0	0	0
33	0,83	-0,58	0	0	0	0	0	0	0
34	0,76	-3,88	0,95	-4,63	0,17	-3,65	0	-0,12	0
35	0,12	-2,03	0,4	-8,84	0	-0,75	0	-0,70	0
36	0,022	-2,128	0	0	0	0	0	0	0
37	0	-0,55	0	0	0	0	0	0	0
38	0	-0,87	0,12	-0,54	0	0	0	0	0
39	0,17	-1,765	0,09	-7,25	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0,13	-1,32	0	0	0	-1,12	0	-0,66	0
42	0	0	0	0	0	-0,19	0	0	0
43	0	-0,78	0	0	0	0	0,2	-2,11	0
44	0,67	-3,59	0	0	0	0	0	0	0
45	0,002	-0,868	0	-1,125	0	-1,34	0	0	0
46	0	0	0	-1,958	0	0	0	0	0
47	0	-0,7	0	0	0	-0,13	0	0	0
48	0	-0,02	0	0	0	0	0	0	0
49	0	-0,22	0	0	0	0	0	0	0
50	0,24	-1,23	0	0	0	-0,94	0	0	0
51	1,06	-4,455	0,27	-2,93	0	-1,42	0	0	0

52	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	0	-0,17	0	0	0	0	0	0	0
56	0	-0,11	0	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	0,28	-0,37	0	0	0	0	0	0	0
59	0,08	-0,22	0	0	0	0	0	0	0
60	0,19	-0,17	0	0	0	0	0	0	0
61	0,64	-1,06	0	0	0	0	0	0	0
62	0,01	-0,247	0	0	0	0	0	0	0
63	0,96	-3,21	0	0	0	0	0	0	0
64	0	-4,163	0,58	-5,05	0	-1,19	0	0	0
65	0	0	0	0	0,06	0	0	0	0
66	0,24	-6,71	0,2	-11,44	0	-1,7	0,03	-0,77	0
67	0,06	-0,08	0	0	0	0	0	0	0
68	0,71	-1,16	0	0	0	0	0	-0,33	0
69	0	-0,3	0	0	0	0	0	0	0
70	1,05	-3,71	0	0	0,95	-1,24	0	0	0
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	0	-3,43	0	-8,71	0	-0,64	0	0	0
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	0	-0,005	0	0	0	0	0	0	0
79	0	-0,007	0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	0	-0,12	0	0	0	0	0	0	0
85	0	-0,6	0	0	0	0	0	0	0
86	0,017	-0,193	0	0	0	0	0	0	0
87	0	0	0	0	0	0	0	0	0
88	0,4	-0,42	0	0	0	0	0,01	-0,44	0
89	0	-0,36	0	0	0	0	0	0	0
90	0	-0,62	0	0	0	0	0	0	0
91	0	0	0	0	0	0	0	-0,56	0
92	0,08	-0,23	0	0	0	0	0	0	0
93	0,528	-0,8	0	0	0	0	0	0	0
94	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
95	1,178	-1,47	0	0	0	0	0	0	0
96	0	-4,823	0,18	0	0	-0,81	0	0	0

97	0	-0,57	0	-4,95	0	-0,09	0	0	0
98	0	0	0	0	0	0	0	0	0
99	0,71	-1,38	0	0	0	0	0	0	0
100	0,04	-1,383	0	0	0	0	0	0	0
101	0,42	-4,77	0	0	0	-0,69	0	0	0
102	5,07	-0,77	0	0	0	0	0	0	0
103	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104	1,26	-8,47	1,06	-36,21	0	-4,3	0	0	0
105	0,04	-4,27	0,15	-4,71	0	-3,71	0	0	0,01
106	0	-4,03	0	0	0	-0,01	0	0	0
107	0,25	-0,38	0	0	0	0	0	0	0
108	0,62	-7,65	1,17	-4,71	0,49	-1,26	0	0	0
109	0,48	-0,13	0	0	0	0	0	0	0
110	0,14	-7,52	2,18	-26	0	-1,89	0	0	0
111	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112	0	0	0,16	-1,09	0	0	0	0	0
113	0	0	0	0	0	-0,1	0	0	0
114	0	0	1,82	-19,37	0,01	0	0	0	0
115	0	0	0	-3,93	0	0	0	0	0
116	0,44	-5,73	1,32	-10,71	0	0	0	0	0
117	0,61	-1,62	0	0	0,08	-2,46	0	0	0
118	0	-0,51	0	0	0	-0,12	0	0	0
119	0	-0,37	0	0	0	0	0	0	0
120	0	-0,16	0	0	0	0	0	0	0
121	0	-0,45	0	0	0	0	0	0	0
122	0	0	0	-0,19	0	0	0	0	0
123	0	0	0	0	0	0	0	0	0
124	0	0	0	0	0	0	0	0	0
125	0	0	0	0	0	0	0	0	0
126	0	-0,34	0	0	0	0	0	0	0
127	0	-0,91	0	0	0	0	0	0	0
128	0	-0,51	0	0	0	0	0	0	0
129	0	-0,39	0	0	0	0	0	0	0
130	0	-1,42	0	0	0	-0,46	0	0	0
131	0	-0,37	0	0	0,33	-0,04	0	0	0
132	0	0	0	0	0	0	0	0	0
133	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0
134	0	0	0,07	0	0	0	0	0	0
135	0	0	0	0	0	0	0	0	0
136	0	0	0	0	0	0	0	0	0
137	0	0	0,92	-6,48	0	0	0	0	0
138	0	-3,29	0	-1,15	0	0	0	0	0
139	0	-0,56	0	0	0	-0,69	0	0	0
140	0	-2,19	0	0	0	0	0	0	0
141	0	-0,38	0	0	0	0	0	0	0

142	0	0	0,14	-1,06	0	0	0	0	0
143	0,988	-8,872	3,52	-1,84	0	0	0	0	0,26
144	0	0	0	0	0,28	-0,4	0	-0,12	0
145	6,188	-14,502	0	0	0	-3,87	0	-0,03	0,007
146	0,16	0	0	0	0,37	-0,13	0	0	0
Total	36,545	-160,846	16,802	-182,091	3,108	-40,172	0,29	-8,12	0,277
Propriedades	Reposição na APP Declive	Reserva Legal	Áreas de Reposição Reserva Legal	Áreas de Reposição Total					
1	0	0,87	1,68	-0,5					
2	0	1,676	-0,676	-1,446					
3	0	0,358	-0,358	-1,78					
4	0	0,098	-0,098	-0,298					
5	0	1,006	-1,006	-2,346					
6	0	1,918	-1,238	-5,148					
7	0	2,152	-2,142	-4,572					
8	0	0,194	-0,041	-0,261					
9	0	0,176	-0,176	0					
10	0	0,156	0,004	0,004					
11	0	0,47	0,15	-0,08					
12	0	0,678	-0,658	-0,912					
13	0	0,214	-0,214	-1,078					
14	0	0,062	-0,062	-0,31					
15	0	0,3232	-0,2472	-0,2472					
16	0	1,392	-1,227	-2,427					
17	0	0,08	0,01	-0,05					
18	0	0,052	-0,032	-0,052					
19	0	0,664	-0,064	-0,238					
20	0	0,648	-0,598	-1,168					
21	0	0,972	-0,692	-2,642					
22	0	0,522	-0,342	-0,922					
23	0	0,028	-0,028	-0,028					
24	0	0,198	-0,198	-0,668					
25	0	0,838	-0,838	-2,408					
26	0	0,776	-0,776	-1,456					
27	0	0,888	-0,788	-3,538					
28	0	3,946	-2,707	-6,956					
29	0	3,156	-2,836	-4,566					
30	0	1,398	-1,248	-3,258					
31	0	0,03	-0,03	-0,14					
32	0	0,78	0,2	-0,58					
33	0	1,526	1,354	0,774					
34	0	7,638	-7,608	-19,988					
35	0	7,748	-4,478	-16,808					
36	0	1,804	-1,386	-3,514					

37	0	1,646	-0,296	-0,876
38	0	1,588	-0,358	-1,768
39	0	3,876	-2,516	-11,606
40	0	0,088	-0,068	-0,088
41	0	1,318	0,382	-3,16
42	0	0,62	-0,25	-0,44
43	0	2,084	-0,254	-3,144
44	0	4,062	5,498	-3,59
45	0	1,334	-1,046	-4,384
46	0	0,394	-0,394	-1,96
47	0	0,478	-0,478	-1,31
48	0	0,176	0,322	-2,03
49	0	0,378	-0,358	-0,578
50	0	2,054	-2,014	-4,184
51	0	6,74	-6,73	-15,54
52	0	0,146	-0,136	-0,136
53	0	0,44	0,18	-0,09
54	0	0,218	-0,211	-0,211
55	0	0,094	-0,094	-0,264
56	0	0,73	-0,66	-0,77
57	0	0,504	0,956	0
58	0	0,192	-0,182	-0,552
59	0	0,33	-0,29	-0,51
60	0	0,346	-0,336	-0,506
61	0	0,882	-0,682	-1,742
62	0	0,7198	-0,1098	-0,5868
63	0	2,914	-2,264	-5,474
64	0	5,618	-5,478	-15,898
65	0	1,344	-0,214	-0,214
66	0	9,072	-5,482	-26,102
67	0	0,034	-0,034	-0,114
68	0	4,392	7,098	-1,51
69	0	0,16	-0,16	-0,47
70	0	6,1	0,3	-4,95
71	0	1,604	-1,444	-1,444
72	0	5,894	-5,614	-18,394
73	0	0,046	-0,046	-0,046
74	0	0,054	-0,054	-0,054
75	0	0,034	-0,034	-0,034
76	0	0,034	-0,034	-0,034
77	0	0,058	-0,058	-0,058
78	0	0,074	-0,074	-0,079
79	0	0,036	-0,036	-0,043
80	0	0,088	-0,088	-0,088
81	0	0,02	-0,02	-0,02

82	0	0,04407642	-0,04408	-0,04407642
83	0	0,04357556	-0,04358	-0,04357556
84	0	0,13323102	-0,13323	-0,25323102
85	0	0,17279962	-0,1728	-0,77279962
86	0	0,42117134	-0,42117	-0,46117134
87	0	0,03105384	-0,03105	-0,03105384
88	0	0,27383264	-0,27383	-0,71383264
89	0	0,09516502	-0,09517	-0,45516502
90	0	0,1748031	-0,1748	-0,7948031
91	0	1,082	-0,612	-1,172
92	0	3,026	-2,756	-2,986
93	0	3,094	-2,599	-3,399
94	0	0,068	-0,028	-0,028
95	0	1,242	-0,322	-1,792
96	0	1,166	-1,161	-5,64
97	0	3,532	-3,062	-8,672
98	0	2,118	-1,753	-1,753
99	0	0,72	-0,68	-2,06
100	0	2,394	-1,714	-3,104
101	0	4,346	-2,906	-8,366
102	0	2,656	0,954	-0,77
103	0	0,858	3,428	0
104	0	14,606	-13,926	-62,906
105	-0,025	5,066	-4,956	-17,646
106	0	3,488	-3,188	-7,228
107	0	0,382	-0,332	-0,712
108	0	6,318	-6,178	-19,798
109	0	0,156	-0,006	-0,136
110	-0,072	11,526	-11,246	-46,656
111	0	0,136	-0,136	-0,136
112	0	0,482	0,288	-1,09
113	0	0,01	-0,01	-0,1
114	0	4,242	-2,412	-21,9
115	0	0,786	-0,786	-3,93
116	0	6,47	-6,45	-22,89
117	-0,025	1,632	-0,502	-4,582
118	0	0,354	-0,294	-0,554
119	0	0,218	-0,213	-0,563
120	0	0,23	-0,17	-0,33
121	0	0,73	-0,73	-1,18
122	0	0,612	-0,612	-0,802
123	0	0,066	-0,026	-0,026
124	0	0,082	-0,082	-0,082
125	0	0,024	0,016	0
126	0	0,192	-0,192	-0,412

127	0	0,354	-0,354	-1,194
128	0	0,152	-0,152	-0,332
129	0	1,022	-1,022	-1,412
130	0	3,302	-2,802	-4,682
131	0	0,462	-0,462	-0,872
132	0	0,444	0,316	0
133	0	0,81	1,91	0
134	0	0,09	-0,09	-0,16
135	0	0,516	1,564	0
136	0	1,354	-1,294	-1,294
137	-0,21	2,586	-2,326	-8,806
138	-0,035	4,04	-3,85	-8,29
139	0	2,3	0,7	-1,25
140	0	1,58	-1,58	-3,77
141	0	1,708	-1,518	-1,898
142	0	1,526	-1,356	-2,416
143	-0,273	9,152	-5,332	-16,152
144	0	0,538	-0,538	-0,698
145	-0,223	6,662	-5,402	-23,852
146	0	0,372	0,188	-0,13
Total	-0,863	238,918709	-143,399	-558,877709

APÊNDICE C

ANÁLISES QUÍMICAS DAS AMOSTRAS DE SOLO

Amostras n°	P.Resina mg/dm ³	MO g/dm ³	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V%	Argila%			Areia %		Silte%
												mmol/dm ³	mmol/dm ³	mmol/dm ³	Grossa	Fina	
Ponto 3 Argissolo	2	3	4,3	1,6	9	38	64	19	48,6	112,6	43	29	16	19	35	36	
Ponto 5 Gleissolo	2	16	4,7	0,5	16	5	40	1,7	21,5	61,5	35	17	28	32	60	23	
Ponto 6 Argissolo	1	3	4	1,1	2	17	115	31	20,1	135,1	15	38	5	19	24	38	
Ponto 11 Latosolo	1	16	5,1	0,4	38	9	33	0,4	47,4	80,4	59	34	8	8	16	50	
Ponto 13 Argissolo	2	14	4,5	0,5	25	5	50	1,6	30,5	80,5	38	27	25	14	39	34	
Ponto 14 Latosolo	3	3	4,2	0,8	2	2	20	6,9	4,8	24,8	19	35	4	19	23	42	
Ponto 35 Argissolo	1	3	4,3	0,6	7	4	36	5,5	11,6	47,6	24	34	11	17	28	38	

APÊNDICE D - MAPA DE SOLOS DA BACIA DO CÓRREGO DAS POSSES EXTREMA - MG

