

FERNANDO SOARES DE OLIVEIRA

**DIAGNÓSTICO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS E DAS ÁREAS DE
PRESERVAÇÃO PERMANENTE NO ENTORNO DO PARQUE NACIONAL
DO CAPARAÓ, NO ESTADO DE MINAS GERAIS.**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2006

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

T

O48d
2006

Oliveira, Fernando Soares de, 1978-

Diagnóstico dos fragmentos florestais e das áreas de preservação permanente no entorno do Parque Nacional do Caparaó, no estado de Minas Gerais / Fernando Soares de Oliveira. – Viçosa : UFV, 2006.

xi, 59f. : il. ; 29cm.

Inclui anexo e apêndice.

Orientador: Vicente Paulo Soares.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 47-52.

1. Florestas - Conservação. 2. Sensoriamento remoto.
3. Sistemas de informação geográfica. 4. Solo - Uso.
5. Parque Nacional do Caparaó (ES e MG). I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDO adpat. CDD 634.991

FERNANDO SOARES DE OLIVEIRA

**DIAGNÓSTICO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS E DAS ÁREAS DE
PRESERVAÇÃO PERMANENTE NO ENTORNO DO PARQUE NACIONAL
DO CAPARAÓ, NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

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

APROVADA: 14 de agosto de 2006.

Prof. José Marinaldo Gleriani
(Co-Orientador)

Prof. José Eduardo Macedo Pezzopane
(Co-Orientador)

Prof. Elias Silva

Prof. Gumercindo Souza Lima

Prof. Vicente Paulo Soares
(Orientador)

*Aos meus avós, Ireni Rosa Valério, Pedro José Valério,
Leozina Alves Pereira (in memorian) e Adélcio Soares de
Oliveira (in memorian)*

*Aos meus pais, Maria das Graças de Oliveira e Osvaldo
Soares de Oliveira*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por mais uma etapa de aprendizagem em minha vida.

Ao professor Vicente Paulo Soares, por ter acreditado e me proporcionado a oportunidade de desenvolver esse trabalho, além do seu empenho e confiança na orientação.

Ao Conselheiro José Eduardo Macedo Pezzopane, por seus ensinamentos e incentivos.

Ao conselheiro José Marinaldo Gleriani, por atender-me prontamente em minhas dúvidas.

Aos professores Elias Silva e Gumercindo Souza Lima pelas sugestões apresentadas à tese e por participarem da banca de defesa.

Aos amigos que conheci durante toda a vida de estudante, entre eles Silvana Narcízio Pinto, companheiros da escola agrícola, graduação e alojamento.

Aos professores, Hélio Garcia Leite, Guido Assunção Ribeiro e Carlos Antônio Álvares Soares Ribeiro, pela importante contribuição que deram a este trabalho.

Ao Departamento de Engenharia Florestal e à Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de cursar este mestrado.

À Universidade Federal do Espírito Santo, por ceder a imagem IKONOS II, fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos André Quintão de Almeida, Cristiane Coutinho Meneguzzi, Yhasmin Gabriel Paiva e Fábio Guimarães Gonçalves, por coletar e ceder os Pontos de Controle terrestre.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal, especialmente à Ritinha, Chiquinho, Zé Mauro, Miguel e Francisco (biblioteca setorial da SIF).

À minha família, principalmente às tias Irene, Roselene, Elenice, Oscarina e Gecilda, pela ajuda que sempre tive quando precisei e pela dedicação e incentivo.

À Marlene Ataíde Nunes e família, pela amizade e confiança.

Ao Ângelo Marcos Santos Oliveira, pela contribuição que deu a esse trabalho.

Ao povo brasileiro, responsável pelo custeio do ensino público gratuito.

BIOGRAFIA

FERNANDO SOARES DE OLIVEIRA, filho de Osvaldo Soares de Oliveira e Maria das Graças de Oliveira, nasceu em 01 de março de 1978, em Vitória, Espírito Santo.

Em 1995, concluiu o curso Técnico Agrícola na Escola Agrotécnica Federal de Colatina, ES.

Em 1999, ingressou no curso de Engenharia Florestal, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Estado do Espírito Santo (CCA-UFES), graduando-se em 2003. Em agosto de 2004 iniciou o curso de Mestrado em Ciência Florestal, na Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em agosto de 2006.

CONTEÚDO

RESUMO	VIII
ABSTRACT	X
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. FRAGMENTOS FLORESTAIS	4
2.2. ÁREAS DE ENTORNO DE PARQUES NACIONAIS.....	8
2.3. CARACTERIZAÇÃO DO PARQUE NACIONAL DO CAPARAÓ	10
2.4. ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	10
2.5. GEOPROCESSAMENTO E SUAS APLICAÇÕES EM ANÁLISES AMBIENTAIS.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	14
3.1.1. <i>Localização</i>	14
3.1.2. <i>Clima</i>	16
3.1.3. <i>Vegetação</i>	16
3.1.4. <i>Drenagem</i>	16
3.1.5. <i>Geomorfologia</i>	16
3.1.6. <i>Geologia</i>	17
3.1.7. <i>Estruturação da área</i>	18
3.1.8. <i>Solos</i>	19
3.2. DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	19
3.2.1. <i>Materiais utilizados</i>	19
3.2.2. <i>Seleção da Área de estudo</i>	20
3.3. MAPEAMENTO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS.....	20
3.3.1. <i>Materiais utilizados</i>	20
3.3.2. <i>Interpretação visual da imagem</i>	20
3.3.3 <i>Análise dos dados</i>	21
3.4. DELIMITAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPs).....	21
3.4.1. <i>Base de dados</i>	21
3.4.2. <i>Verificação da base de dados</i>	21
3.4.3. <i>Geração e individualização das categorias de APPs</i>	22
3.5. ANÁLISE ENTRE FRAGMENTOS FLORESTAIS E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	24

3.6. MAPEAMENTO DO USO DA TERRA.....	25
3.7. ANÁLISE DE CONFLITO DE USO DA TERRA.....	27
4. RESULTADO E DISCUSSÕES	28
4.1. SUPERFÍCIES DOS MUNICÍPIOS NA ÁREA DE ESTUDO	28
4.2. MAPEAMENTO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS.....	29
4.2.1. <i>Área</i>	29
4.2.2. <i>Perímetro</i>	32
4.2.3. <i>Forma</i>	33
4.3. DELIMITAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE....	35
4.4. ANÁLISE ENTRE FRAGMENTOS FLORESTAIS E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	37
4.5. MAPEAMENTO DO USO DA TERRA.....	40
4.6. ANÁLISE DE CONFLITO DE USO DA TERRA.....	42
5. CONCLUSÕES	44
6. RECOMENDAÇÕES	46
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXO	53
ANEXO 1	54
APÊNDICE.....	55
APÊNDICE 1	56

RESUMO

OLIVEIRA, Fernando Soares, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2006.
Diagnóstico dos fragmentos florestais e das áreas de preservação permanente no entorno do parque Nacional do Caparaó, no estado de Minas Gerais.
Orientador: Vicente Paulo Soares. Co-Orientadores: José Eduardo Macedo Pezopanne e José Marinaldo Gleriani.

O presente estudo teve como objetivo elaborar o diagnóstico em nível de paisagem de fragmentos florestais e identificar eventual ocorrência de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente. Foi conduzido em três etapas, ao longo do entorno do Parque Nacional do Caparaó, em áreas pertencentes aos municípios mineiros de Alto Jequitibá, Alto Caparaó, Caparaó e Espera Feliz. A primeira etapa relacionou-se ao mapeamento dos fragmentos florestais e seu estudo em nível de paisagem, que consistiu no levantamento e análise das características como: área, perímetro e forma. A segunda etapa correspondeu à delimitação automática das áreas de preservação permanente (APPs) e à análise da cobertura florestal existente dentro destas áreas, tendo como referência legal, o Código Florestal e a Resolução n° 303, do CONAMA. A última relacionou-se ao mapeamento do uso e cobertura da terra de áreas do entorno, situadas no município de Espera Feliz, Minas Gerais. Foram utilizadas técnicas de geoprocessamento e uma imagem de alta resolução do satélite IKONOS II. Como principais resultados obtidos, citam-se: identificação e análise de 529 fragmentos florestais; delimitação das áreas de preservação permanentes situadas nas encostas com declividade superior a 45 graus, nas margens dos cursos d'água com largura inferior a 10 metros, ao redor das nascentes e suas áreas de contribuição e no terço superior dos

morros e das sub-bacias e a identificação da ocorrência de conflito de uso da terra. Constatou-se que 3.677,72 ha (15,04%) da área do entorno, que é de 25.174,84 ha, corresponderam aos fragmentos florestais. A área do entorno pertencente ao município de Alto Jequitibá, apresentou maior área e percentual de cobertura florestal, com 19,28% (1.196,02 ha). Observou-se ainda que 401 (75,8%) fragmentos florestais possuíam áreas de até 5,0 ha, 311 (58,79%) apresentaram formas alongadas, estando sob intenso efeito de borda, e apenas 2 fragmentos (0,38%) apresentaram formas arredondadas com valores do Índice de Circularidade (IC) próximos de 1. As áreas de preservação permanente corresponderam a 48,06% da área total da bacia, sendo a maior participação daquelas situadas no terço superior das sub-bacias, com 6.031,54 ha (23,96%) e a menor nas áreas com altitude superior a 1.800m, com apenas 8,42 ha (0,03%). A área do entorno pertencente ao município de Caparaó apresentou a maior taxa de área situada em áreas de preservação permanente, 50,14%. Analisando as APPs, observa-se que 9.606,80 ha (81,64%) estão sendo afetados por não possuírem cobertura vegetal e apenas 18,36% estão recobertas por vegetação. Observa-se que 1.517,00 ha, correspondendo a 41,25% dos fragmentos florestais mapeados estão fora das áreas de APPs. Na região do entorno, pertencente ao município de Espera Feliz, realizou-se o mapeamento de 7 classes de uso da terra (cafezal, pastagem, fragmentos florestais, pasto sujo, área agrícola, área edificada e formação rochosa). Constatou-se que 80,27% da área total desta região, que é de 6.279,72 ha, corresponderam às classes cafezal e pastagem, 14,20% aos fragmentos florestais e 5,53% às demais classes. Na análise de conflito de uso da terra, as classes cafezal e pastagem foram as de maiores ocorrências, ocupando 1.449,34 ha (49,58%) e 802,28 (27,44%) das classes de APPs mapeadas, respectivamente. Com isto, conclui-se que os fragmentos florestais estão sendo intensamente afetados pelo atual uso da terra e que as áreas de preservação permanente, têm sido ocupadas de maneira indevida, à despeito da legislação ambiental vigente .

ABSTRACT

OLIVEIRA, Fernando Soares, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, August of 2006.
Diagnosis of the forest fragments and permanent preservation areas in the surroundings of Caparaó National Park, state of Minas Gerais, Brazil.
Adviser: Vicente Paulo Soares. Co-advisers: José Eduardo Macedo Pezopanne and José Marinaldo Gleriani.

The study objectives were to elaborate a forest fragment diagnosis, at a landscape level, and to identify the eventual occurrence of land use conflicts in permanent preservation areas. The study was divided into three stages along the surrounding area of Caparaó National Park, in areas belonging to the Alto Jequitibá, Alto Caparaó, Caparaó and Espera Feliz counties. The first stage involved the forest fragment mapping and its landscape analysis that included characteristics such as: area, perimeter and shape. The second stage corresponded to the automatic delineation of permanent preservation areas (PPAs) and the forest cover analysis within these areas, based on the Brazilian forest code and CONAMA's n° 303 resolution. The last stage was the land use/land cover mapping in the surrounding area of Espera Feliz county, Minas Gerais State. Geoprocessing techniques and a high resolution IKONOS II satellite image were utilized. The main results were: identification and analysis of 529 forest fragments; permanent preservation area delineation situated on slopes above 45°, along the riparian zones with less than 10 meters in width, around the springs and their contribution areas, and on upper third of the hillsides, as well as the identification of land use conflicts. It was observed that 3.677,72 ha (15,04%) of the surrounding area, which is 25.174,84 ha, corresponded to forest fragments. The surrounding area belonging to the Alto Jequitibá county presented the largest forest cover area, with 19,28% (1.196,02 ha).

It was also observed that 401 forest fragments (75,8%) have areas up to 5,0 ha, 311 (58,79%) presented elongated form, being under intense edge effects and only 2 fragments (0,38%) presented rounded forms with circularity indexes (CI) close to 1. The permanent preservation areas corresponded to 48,06% of the total area, from which the upper third of the hillsides occupied the largest extent with 6.031,54 ha (23,96%) while the smallest areas occurred in altitude superior to 1.800m, with only 8,42 ha (0,03%). The surrounding area belonging to the Caparaó county presented the largest area located in permanent preservation areas, corresponding to 50,14%. Analyzing the PPAs, it was observed that 9.606,80 ha (81,64%) are being affected for not having vegetation cover and only 18,36% are covered by vegetation. 1.517,00 ha, corresponding to 41,25% of the forest fragments mapped, are out of the PPAs. In the surrounding area belonging to the Espera Feliz county, 7 land use classes were mapped (coffee, pasture, forest fragments, dirty pasture, agricultural, anthropic area and rockies). From the total area of 6.279,72 ha, 80,27% corresponded to coffee and pasture, 14,20% to forest fragments and 5,53% to the other classes. In the analysis of land use conflicts, the coffee and pasture classes were the most frequent, occupying 1.449,34 ha (49,58%) and 802,28 (27,44%) of the PPAs, respectively. Thus, it can be concluded that the forest fragments are being affected by the land use activities and that the permanent preservation areas are being occupied incorrectly, despite of environmental legislation.

1. INTRODUÇÃO

O processo de colonização e consolidação do território brasileiro tem se pautado na exploração predatória de seus recursos naturais. Vastas extensões de matas exuberantes foram simplesmente suprimidas ao longo dos séculos para dar espaço à agricultura, à pecuária, à mineração, à expansão urbana, dentre outros usos. A vegetação nativa restante é relegada à condição de ilhas, de diferentes tamanhos e formas (Ribeiro, 2005).

A fragmentação florestal tem gerado conseqüências negativas aos diferentes compartimentos da natureza (VIANA *et al*, 1997). A retirada da vegetação nativa tem alterado, entre outros fatores, o balanço da radiação, afetando o microclima (SAUNDERS, 1991); promovido mudanças nos níveis de umidade do solo (KAPOS, 1989); aumentado o fluxo de água na superfície, facilitando o assoreamento dos mananciais hídricos e depreciando a qualidade da água (SILVA, 1994). Também, como conseqüência da alta taxa de desmatamento e degradação das florestas nativas, inúmeras espécies da fauna e flora têm sido afetadas.

A partir da década de 60, praticamente todas as nações do mundo começaram a se preocupar com a mudança de comportamento do homem em relação ao meio ambiente, buscando conciliar interesses econômicos e conservacionistas (SILVA, 1999). Ampliaram-se então, as legislações ambientais, disciplinando melhor as interferências antrópicas sobre o meio ambiente.

Uma das formas de preservar ecossistemas foi a implantação de Unidades de Conservação. Porém, as áreas em volta destas unidades têm sido manejadas sem critérios conservacionistas. Para minimizar o impacto negativo das atividades humanas em volta das unidades, foram criadas zonas de amortecimento. Estas zonas possuem

normas e restrições específicas para as atividades humanas no entorno das UC, bem como planos de desenvolvimento para populações locais.

As áreas de preservação permanente (APPs) previstas no Código Florestal, têm a função de proteger o meio ambiente e assegurar-lhe a perpetuidade e o bem-estar das populações humanas. Porém, as normas da legislação que dispõem sobre áreas de preservação permanente, geralmente, não são respeitadas. Nessas áreas não se pode fazer a retirada da cobertura vegetal original, permitindo assim que ela possa exercer em plenitude suas funções ambientais (MOREIRA, 1999).

Embora essas conseqüências no quadro natural estejam relacionadas basicamente à presença humana, torna-se importante evidenciar que o conflito de uso dos recursos naturais ocorre inicialmente entre os objetivos dos detentores do poder político-econômico e os interesses dos habitantes locais, que são encarregados de viabilizar a sua utilização.

A delimitação e a identificação de áreas de preservação permanente requerem mapas altimétricos e de hidrografia bastante detalhados, além de profissionais com bastante experiência no manuseio dessas informações. A identificação no campo dessas áreas de proteção é um processo bastante complexo, dificultando tanto a fiscalização quanto a obediência à legislação.

Os sistemas de informações geográficas (SIG) atuais dispõem de diversos recursos para uma modelagem numérica precisa e detalhada do relevo. Estes modelos de representação do relevo podem ser utilizados na proposição de metodologias para delimitação automática de áreas de preservação ambiental permanente, com base nos critérios estabelecidos pela Resolução n.º 303 do CONAMA, de 20 de março de 2002.

Técnicas de Sensoriamento Remoto são de grande importância nos trabalhos de análise e de monitoramento em nível local, regional ou global (COUTINHO, 2004). Permite a execução de projetos de levantamento e de mapeamento dos fragmentos florestais existentes na superfície terrestre, bem como conhecer a dinâmica do processo de fragmentação.

O uso integrado dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Sensoriamento Remoto, tendo como referência os aspectos técnicos e legais, pode permitir ao Poder Público verificar a exequibilidade dos projetos de desenvolvimento locais com base na legislação ambiental e ocorrência do conflito do uso da terra.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivos principais o mapeamento dos fragmentos florestais e das áreas de preservação permanente no

entorno do Parque Nacional do Caparaó, situado em Alto Jequitibá, Alto Caparaó, Caparaó e Espera Feliz, Minas Gerais, através dos recursos e técnicas de geoprocessamento, contemplando os seguintes objetivos específicos:

- mapeamento dos fragmentos florestais com base em uma imagem IKONOS II para determinação de suas variáveis morfométricas;

- delimitação, de maneira automática, das áreas de preservação permanente situadas em áreas com altitude superior a 1.800m, encostas com declividade superior a 45 graus, terço superior de morros, margens dos cursos d'água; entorno e bacia de contribuição de nascentes e no terço superior de sub-bacias;

- mapeamento das classes de uso da terra com base em uma imagem IKONOS II, na região do entorno, situada no município de Espera Feliz, MG; e

- identificação e quantificação da ocorrência de conflito de uso da terra com base no Código Florestal Brasileiro e na Resolução 303 do CONAMA.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fragmentos florestais

A redução da cobertura vegetal nativa e a conseqüente fragmentação dos ecossistemas florestais é um fenômeno global, atingindo a quase totalidade dos biomas. Além de suas graves conseqüências para a conservação da biodiversidade, a fragmentação florestal compromete uma série de funções ecológicas dos ecossistemas florestais, incluindo: manutenção e seqüestro de carbono, conservação dos recursos hídricos, fornecimento de espaço para recreação e ecoturismo e no fornecimento de predadores para as pragas e doenças agrícolas. Apesar de freqüentemente não valoradas, de forma apropriada, essas funções ecológicas possuem expressiva dimensão econômica (VIANA *et al.*, 1998).

Considera-se fragmentação o processo de interromper áreas contíguas de vegetação nativa, gerando segmentos menores, que são separados por tipos de vegetação relacionados à atividade humana intensiva (VOGELMANN, 1995).

A fragmentação florestal é um fenômeno presente em, praticamente, todas as etapas de expansão da fronteira agrícola no país, desde as mais antigas, na Floresta Atlântica nordestina até as atuais, nas áreas de cerrado do Centro-Oeste e nas florestas úmidas da Amazônia. Os processos econômicos e sócio-culturais não só influenciaram como incentivaram a degradação dos ambientes em regiões tropicais. O aumento na densidade populacional e fatores econômicos e políticos geraram elevadas taxas de conversão de habitats nos trópicos durante a segunda metade do século 20. Na década de 70, políticas de incentivo de migração da população de áreas de alta densidade para

áreas de baixa densidade populacional, para sua conversão em áreas agrícolas, agravaram este processo (DOBSON, 1997).

A fragmentação comumente resulta em pequenos remanescentes florestais inseridos em uma matriz de agricultura, vegetação secundária, solo degradado ou área urbanizada (KRAMER, 1997). Vastas áreas anteriormente cobertas por maciços contínuos de vegetação nativa vêm tomando novas características e constituindo mosaicos diferenciados, onde a vegetação nativa é relegada à condição de ilhas, de diferentes tamanhos e formas.

Estudos relacionados às conseqüências ambientais da fragmentação florestal podem ser explicados a partir da Teoria de Biogeografia de Ilhas de MACARTHUR e WILSON (1967). A sua fundamentação teórica foi tomada a partir de estudos em que fragmentos isolados de florestas foram comparados a ilhas oceânicas. A sua adoção deve-se ao raciocínio de que o número de espécies existentes em uma ilha está relacionado com a sua área. Com base nos estudos da Biogeografia de Ilhas, a relação entre o tamanho da área e a riqueza de espécies é dada por $S=CA^Z$, em que S é o número de espécies, A é a área, C é um parâmetro que depende do táxon, ou seja, da densidade da população e da região biogeográfica, e Z é uma constante cujos valores situam-se entre 0,2 e 0,3.

KAGEYAMA (1998), em estudos realizados na Floresta Atlântica, avaliou a fragmentação florestal, revelando que ela provoca a diminuição do número de indivíduos de uma população, favorecendo a perda de variação genética, ou seja, a população remanescente passa a ter um tamanho menor que o mínimo adequado. Nessa pequena população, pode ocorrer, a curto prazo, deriva genética, o que significa ter as freqüências de seus genes afastadas daquelas da população original, inclusive chegando a perder alelos. A longo prazo, ainda pode haver um aumento da endogamia, decorrente da maior probabilidade de autofecundação e acasalamento entre indivíduos aparentados.

A fragmentação introduz uma série de novos fatores na história evolutiva de populações nativas de plantas e animais. Essas mudanças afetam, de forma diferenciada, os parâmetros demográficos de mortalidade e natalidade de diferentes espécies e, portanto, a estrutura e dinâmica de ecossistemas. No caso das espécies arbóreas, a alteração na abundância de polinizadores, de dispersores, de predadores e de patógenos interfere nas taxas de recrutamento de plântulas; e os incêndios e mudanças microclimáticas, que atingem de forma mais intensa as bordas dos fragmentos, alteram

as taxas de mortalidade de árvores. As evidências científicas sobre esses processos têm se avolumado nos últimos anos (VIANA *et al.*, 1998).

Considerando os problemas acerca da fragmentação florestal, torna-se indispensável obter respostas sobre as conseqüências da fragmentação e como esse processo afeta a integridade dos diferentes componentes da natureza. Uma das abordagens relacionadas com a fragmentação florestal está fundamentalmente associada ao estudo da ecologia da paisagem. A ecologia da paisagem tem como objetivo analisar a interação dos componentes espacial e temporal da paisagem, associados à fauna e à flora (BUNCE & JONGMAN, 1993), considerando a distribuição dos fragmentos ao longo da paisagem, seu tamanho, sua forma, seu histórico de perturbação, seu grau de isolamento e tipo de vizinhança.

Dessa maneira, tem sido essencial compreender os fatores ambientais em nível de paisagem desses fragmentos. A delimitação da área e do perímetro dos fragmentos é um aspecto importante. De acordo com VIANA (1990), a área de um fragmento apresenta forte correlação com a diversidade biológica e a dinâmica da floresta. Em fragmentos pequenos não se pode esperar riqueza de espécies animais e vegetais (MACARTHUR e WILSON, 1967). Considerando a influência dos fatores externos, nos fragmentos menores, a dinâmica do ecossistema é predominantemente afetada, ao passo que, quanto maior um remanescente, maior a sua área interior, sendo esta menos afetada pelas mudanças ambientais relacionadas às bordas (VIANA, 1990).

VIANA (1990) comparou paisagens com diferentes características de fragmentação, relatando um caso em que a maior parte da área florestada (58,4%) se encontrava na forma de grandes fragmentos (>40 ha) e outra parte se encontrava na forma de pequenos fragmentos (< 10 ha). Apesar de ainda serem pouco conhecidas, o referido autor considera que as conseqüências destes dois padrões de fragmentação sobre a diversidade biológica e a sustentabilidade das populações de animais e vegetais locais devem ser relativamente significativas. Do mesmo modo, considera que as estratégias de manejo direcionadas aos fragmentos florestais destas duas áreas devem ser diferenciadas.

Os fragmentos florestais devem ser vistos como resultados de um processo histórico de perturbação da vegetação na qual inúmeros fatores interagem ao longo do tempo. Para entender a estrutura e a dinâmica atuais de um determinado fragmento, é importante reconstituir ao máximo a história da vegetação local (VIANA, 1990). Para tanto, são realizados levantamentos por meio de fotografias aéreas, imagens de satélite e

sobre as práticas de uso a que os remanescentes florestais foram expostos (VIANA *et al.*, 1992).

O isolamento dos fragmentos florestais na paisagem não depende apenas da distância, mas também do tipo de vizinhança. O isolamento vai depender da “porosidade” desta vizinhança; quanto mais porosa for uma vizinhança, menor será o isolamento das populações de fragmentos terrestres (FORMAN e GODRON, 1986). O grau de isolamento de um fragmento pode ser definido pela média das distâncias até os seus vizinhos mais próximos (FORMAN e GODRON, 1986). Em regiões onde o processo de fragmentação está muito avançado, a distância entre os fragmentos florestais é muito grande, dificultando o deslocamento animal entre os fragmentos.

A forma dos fragmentos florestais, em relação à sua diversidade biológica e sustentabilidade, é tão importante quanto o seu tamanho. De maneira geral, quanto mais alongado é o fragmento maior é o grau de perturbação. Sendo assim, a composição das comunidades de plantas e animais deve apresentar menor diversidade (dominância de espécies pioneiras) do que aquelas situadas em fragmentos circulares. Espécies pouco tolerantes ao efeito de borda devem ser, portanto, conservadas em fragmentos maiores e arredondados (VIANA 1990). Os fragmentos longos e estreitos possuem maior bordadura e estão mais expostos a seus efeitos. Alguns tipos de sistemas fisionômicos, como as florestas ciliares, são naturalmente estreitos. Entretanto, vale ressaltar que, quanto mais longos, mais úteis serão como apoio à movimentação da biota (SAUNDERS, 1991).

O valor do índice de circularidade ou fator de forma é a relação entre a área de um fragmento e seu perímetro, sendo um parâmetro útil para a análise da vulnerabilidade dos fragmentos e perturbações, já que dá indicação sobre o efeito de borda (VIANA *et al.*, 1998). O fator de forma fornece uma idéia do efeito de borda. Um fator de forma baixo significa um alto efeito de borda, situação esta que deve se evitada. O fator de forma pode servir como um parâmetro para a escolha de áreas prioritárias para conservação e aumento da biodiversidade. Deste modo, pode-se considerar, como prioritários para a conservação, todos fragmentos que tenham um fator de forma acima de um determinado valor. Porém, deve-se atentar para o fato de que o fator de forma não deve ser o único critério a ser utilizado na escolha dos fragmentos a serem protegidos e manejados. É importante considerar a ocorrência de espécie endêmicas ou ameaçadas de extinção e a possibilidade da utilização de pequenos fragmentos como “stepping stones” (MacARTHUR e WILSON, 1967).

As trajetórias atuais de desenvolvimento não podem ocorrer sem causar impactos. Entretanto, não estão proporcionando benefícios da forma como deveriam. A perda e a degradação de áreas de vegetação nativa remanescentes na paisagem continuam de maneira crescente. As evidências disponíveis sugerem que a presença dos fragmentos remanescentes na paisagem gere muito mais benefícios econômicos do que os obtidos pela conversão continuada dos mesmos em sistemas culturais. O ambiente nativo proporciona benefícios para a sociedade de diversos modos: estética e culturalmente. Por meio das funções ambientais promove a regulação climática, a formação do solo, a ciclagem dos nutrientes, o fornecimento de combustível, fibras e substâncias farmacêuticas (BALMFORD, 2002).

Estes benefícios deveriam motivar a conservação da natureza diante das pressões econômicas crescentes sobre o ambiente nativo, embora a avaliação sócio-econômica dos mesmos seja ainda um processo difícil e não incorporado na atividade econômica convencional, baseada, principalmente, na análise de mercado (SANTOS, 2001).

Embora o desenvolvimento tecnológico tenha contribuído substancialmente para o aumento na produção de alimentos durante os últimos 50 anos, a intensificação do uso da terra, em termos da conversão de habitats nativos em áreas agrícolas, tem sido considerada a principal forma de impacto ambiental decorrente das atividades humanas. Particularmente, este tipo de uso da terra tem sido relacionado com as alterações das interações bióticas e com a disponibilidade dos recursos nos ecossistemas, determinando uma série de problemas ambientais no âmbito local e regional, tais como, alterações na estrutura e funcionamento dos ecossistemas; comprometimento das funções ambientais em termos dos bens e serviços gratuitamente prestados pelos ecossistemas nativos; a fragmentação e o empobrecimento ecológico da paisagem e configurando uma grande ameaça à perda da biodiversidade (DOBSON, 1997).

2.2. Áreas de entorno de parques nacionais

A criação de Unidades de Conservação (UC) é a forma mais tradicional de se conservar ecossistemas. Entretanto, o entorno, em muitas destas áreas, tem sido manejado sem critérios de conservação, determinando a formação de fragmentos florestais. Esta forma de manejo permite que as UC sofram mais diretamente os impactos das atividades externas. Uma das soluções para este problema, segundo

ORLANDO (1997), é o estabelecimento de zonas de amortecimento ou tampão “buffer zones” com restrições ou proibições de atividades no entorno das UC. De acordo com KLEMM, citado por ORLANDO (1997), zona tampão "é uma zona periférica aos parques ou reservas equivalentes, onde são feitas restrições no uso dos recursos ou nas medidas de desenvolvimento para melhorar os valores de conservação da área".

A Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, BRASIL (2000, p. 2), definiu zona de amortecimento como sendo “o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas às normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade”. Com este objetivo, destaca BENJAMIN (2001), a sua dimensão varia conforme a natureza jurídico-biológica da unidade em questão, as peculiaridades do local e a complexidade do quadro sócio-econômico circundante.

No contexto da sustentabilidade dos parques nacionais, o entorno passa a desempenhar um papel preponderante na proteção dessas áreas, por formar uma faixa de resguardo para as áreas protegidas.

Outros critérios são utilizados na delimitação da Zona de Amortecimento na Unidade de Conservação em outros países. Em Moçambique, uma das dificuldades no estabelecimento das áreas do entorno às Unidades de Conservação é a definição dos limites, especialmente onde não existem limites naturais (ZOLHO, 1998).

Todas as unidades de conservação devem, sem exceção, de acordo com a Lei no 9.985/2000, no seu art. 27, dispor de um plano de manejo. Portanto, todos estes espaços territoriais devem ser zoneados e normatizados no uso e no manejo dos recursos naturais, inclusive do entorno.

Estudiosos do assunto como ZOLHO (1998), afirmam que “a função e o sucesso da gestão de um Parque depende diretamente do sucesso do sistema de manejo (conservação, utilização dos recursos naturais) estabelecido na zona tampão. A sustentabilidade da economia rural regional em volta do Parque depende essencialmente do sistema de manejo dos recursos desenvolvidos e implementados no entorno”.

Diante das dificuldades encontradas em gerir o interior das Unidades de Conservação, tem-se deixado como uma última preocupação o trabalho no seu entorno, agravando ainda mais a situação de degradação das áreas envolventes, em especial em países subdesenvolvidos como o Brasil (Gomes 2002).

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 13/90, determinou uma faixa de 10 km em torno das unidades de conservação, na qual qualquer atividade que possa afetar a biota deve ser obrigatoriamente licenciada pelo órgão ambiental competente.

2.3. Caracterização do Parque Nacional do Caparaó

Segundo IBAMA (2006), o Parque Nacional do Caparaó localiza-se na divisa do Espírito Santo com Minas Gerais, entre as latitudes 20° 18' e 20° 37' sul e longitudes 41° 42' e 41° 51' oeste de Greenwich. Foi criado em 24 de maio de 1961 pelo Decreto Federal n.º 50.646, assinado pelo então Presidente da República Jânio Quadros. A razão para a proteção da área do Parque foi a existência de maciços de grande altitude e também pela importância ecológica da área que concentrava em pequenos espaços, variadas e distintas formações vegetais.

Na região do Parque encontram-se as terras mais altas da porção sudeste do Brasil. O relevo é fortemente ondulado, as altitudes variam de 997 metros até 2.890 metros no seu ponto culminante, o Pico da Bandeira, o terceiro mais alto do país. A rede de drenagem do Parque é caracterizada por numerosos rios perenes, de pequeno e médio porte, com forte declividade, sendo freqüente a ocorrência de corredeiras e algumas cachoeiras. O clima é tropical, sendo os meses chuvosos caracterizados pela presença de nebulosidades. O Bioma é a floresta Atlântica, a maioria da vegetação é secundária e os representantes mais típicos são as quaresmeiras, embaúbas, ipês, canelas e canjeranas, além das taquaras (IBAMA, 2006).

Dez municípios capixabas fazem parte do Entorno do Caparaó: Alegre, Guaçuí, Dolores do Rio Preto, Divino São Lourenço, Iúna, Irupi, Muniz Freire, São José do Calçado, Ibitirama e Ibatiba. Em Minas Gerais os municípios do entorno são Alto Jequitibá, Alto Caparaó, Caparaó e Espera Feliz. O Parque possui 31.800 hectares, sendo 75% da unidade de conservação localizada no Espírito Santo (IBAMA, 2006).

2.4. Áreas de preservação permanente

Segundo MACHADO (1992), para assegurar o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, como bem de uso comum e essencial a uma qualidade de vida satisfatória, cabe ao poder público definir, em todas as unidades da

Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos por lei.

As áreas de preservação permanente estão previstas no art. 22 do Código Florestal brasileiro (Lei nº 4.771/65): *... "considera-se área de preservação permanente aquela protegida nos termos desta lei, revestida ou não com cobertura vegetal, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, de proteger o solo e de assegurar o bem-estar das populações humanas, não se permitindo ali exploração econômica direta (madeira, agricultura ou pecuária), mesmo que com manejo"* (BRASIL, 1965). A regulamentação deste artigo ocorreu em 13 de maio de 2002, quando entrou em vigor a Resolução n.º 303 do CONAMA. Essa resolução estabelece parâmetros, definições e limites referentes às áreas de preservação permanente. Estas áreas são aquelas situadas ao longo de cursos d'água, nascentes, topos de elevações, nas encostas com declividade superior a 45 graus, nas restingas, nas bordas dos tabuleiros e chapadas, em terrenos com altitude superior a 1.800 metros, nas áreas metropolitanas definidas em lei, e em áreas declaradas por ato do Poder Público.

Assim, a sua fragmentação ou descaracterização constitui-se não apenas em crime ambiental, mas também como atentado aos princípios da Constituição Brasileira, que destaca em seu Artigo 1º a supremacia do interesse público sobre o privado e aos preceitos constitucionais que preconizam o direito intransponível ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (LIMA, 2003).

Conquanto existam a Lei e a sua Regulamentação, a sua aplicação tem encontrado barreiras culturais e operacionais (COSTA, 1996). Ao longo dos anos, estas áreas especialmente protegidas pelo Código Florestal foram substituídas pela agricultura, pecuária, mineração e exploração florestal, gerando um passivo ambiental extremamente prejudicial à nossa economia e bem-estar.

Embora a degradação das APPs esteja diretamente relacionada ao uso inadequado da terra, ela tem ocorrido, muitas vezes, devido às limitações operacionais e estruturais dos órgãos ambientais responsáveis pela demarcação dessas áreas (COSTA, 1996), bem como pela ausência de fiscalização e monitoramento.

A dificuldade operacional, por parte do Estado, para realizar o controle por meio da demarcação oficial das APPs, está ligada principalmente a dois aspectos: primeiro, a complexidade do processo de demarcação das APPs que, pela abordagem tradicional

manual, requer mapas altimétricos e de hidrografia bastante detalhados, o que esbarra na precariedade do mapeamento sistemático brasileiro, onde as maiores escalas são as cartas topográficas na escala 1:50.000, existentes no paralelo 20° S para o sul (IBGE, 2003). E em segundo, a escassez tanto de profissionais experimentados no manuseio dessas informações quanto de pessoal para a fiscalização ambiental.

O estabelecimento de dispositivos legais, como a Resolução n.º 303 do CONAMA, que dispõe sobre os parâmetros e definições dos limites dessas áreas e o desenvolvimento de metodologias adequadas para sua delimitação podem colaborar substancialmente para a solução dos problemas relativos à preservação desses ambientes (OLIVEIRA, 2002).

Assim, com os recentes avanços nas áreas de sensoriamento remoto de alta resolução espacial e de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), vários trabalhos têm sido realizados em diversas regiões do Brasil com o objetivo de delimitar e mensurar as áreas de preservação permanente, bem como a ocorrência de conflito de uso da terra, sobretudo, no contexto espacial de bacias hidrográficas. Dentre esses, podem ser citados os trabalhos de COSTA *et al.* (1996), MOREIRA (1999), LIESENBERG *et al.* (2002), OLIVEIRA (2002), SOARES (2002), PINTO *et al.* (2003) e NASCIMENTO (2004). Os resultados destes estudos apontam para a viabilidade de se efetuar a delimitação automática das APPs com rapidez e confiabilidade, facilitando a identificação de eventuais conflitos de uso da terra. Elimina-se, definitivamente, a subjetividade do processo e promove substancial economia de tempo e mão-de-obra, abrindo espaço para o efetivo controle e fiscalização pelos órgãos ambientais (OLIVEIRA, 2005).

2.5. Geoprocessamento e suas aplicações em análises ambientais

O geoprocessamento pode ser definido como o conjunto de tecnologias voltadas a coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico (Rodrigues, 1993). Assim, as atividades que envolvem o geoprocessamento são executadas por sistemas específicos para cada aplicação. Estes sistemas são conhecidos como Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Existem muitas definições de um SIG, dentre as quais a de BORROUGH & McDonnell (1998), que o define como “um poderoso elenco de ferramentas para

coleccionar, armazenar, recuperar, transformar e exibir dados espaciais referenciados ao mundo real”. Para BARROS SILVA (1999), os SIG’s necessitam: (a) usar o meio digital, portanto o uso intensivo da informática é imprescindível; (b) deve existir uma base de dados integrada, estes dados precisam estar geo-referenciados e com controle de erros; (c) devem conter funções de análises destes dados que variem de álgebra cumulativa (operações tipo soma, subtração, multiplicação, divisão, etc.) até álgebra não cumulativa (operações lógicas).

Para ser capaz de realizar estas operações e ainda dispor de entrada e saída de dados em diversos formatos, o SIG normalmente integra diversos outros sistemas como processamento digital de imagens, análise estatística, análise geográfica e digitalização, tendo como ponto central um banco de dados. Essas análises são essencialmente orientadas para mapas, tendo como objetivo combinar informações temáticas (ALVES, 1993).

Num SIG, dados da paisagem e da cobertura vegetal podem ser analisados juntamente com outros conjuntos de dados (ex.: solos, modelos digitais de elevação, restrições) para modelar cenários futuros e se avaliar a efetividade de políticas de planejamento, em termos de mudança na paisagem, monitoradas para cada área. Além disso, as informações podem ser documentadas num formato mais adequado para tomadores de decisão como governos, políticos e líderes comunitários (Peccol *et al.* 1994).

Nesse sentido, diversos trabalhos têm sido desenvolvidos integrando técnicas de geoprocessamento em análises e estudos ambientais. Dentre esses, citam-se os trabalhos realizados por MOTA (1991), BARROS FILHO (1997), OLIVEIRA (1997), MARTINS (1999), CHAVES (2002), OLIVEIRA (2002), NASCIMENTO (2004) e OLIVEIRA (2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

3.1.1. Localização

A área de estudo está localizada entre as latitudes 20° 22' e 20° 37' sul e longitudes 41° 48' e 41° 57' oeste de Greenwich, estendendo-se por 25.174,84 ha. Situa-se na região da Zona da mata do estado de Minas Gerais, abrangendo parte dos municípios do Alto Jequitibá, Alto Caparaó, Caparaó, pertencentes à microrregião de Manhuaçu e Espera Feliz, pertencente à microrregião de Muriaé. Corresponde a uma faixa de 10 km de distância da parte mineira do Parque Nacional do Caparaó (Figura 1), de acordo com a Resolução nº 13/90 do CONAMA, que determinou esta distância de faixa em torno das Unidades de Conservação.

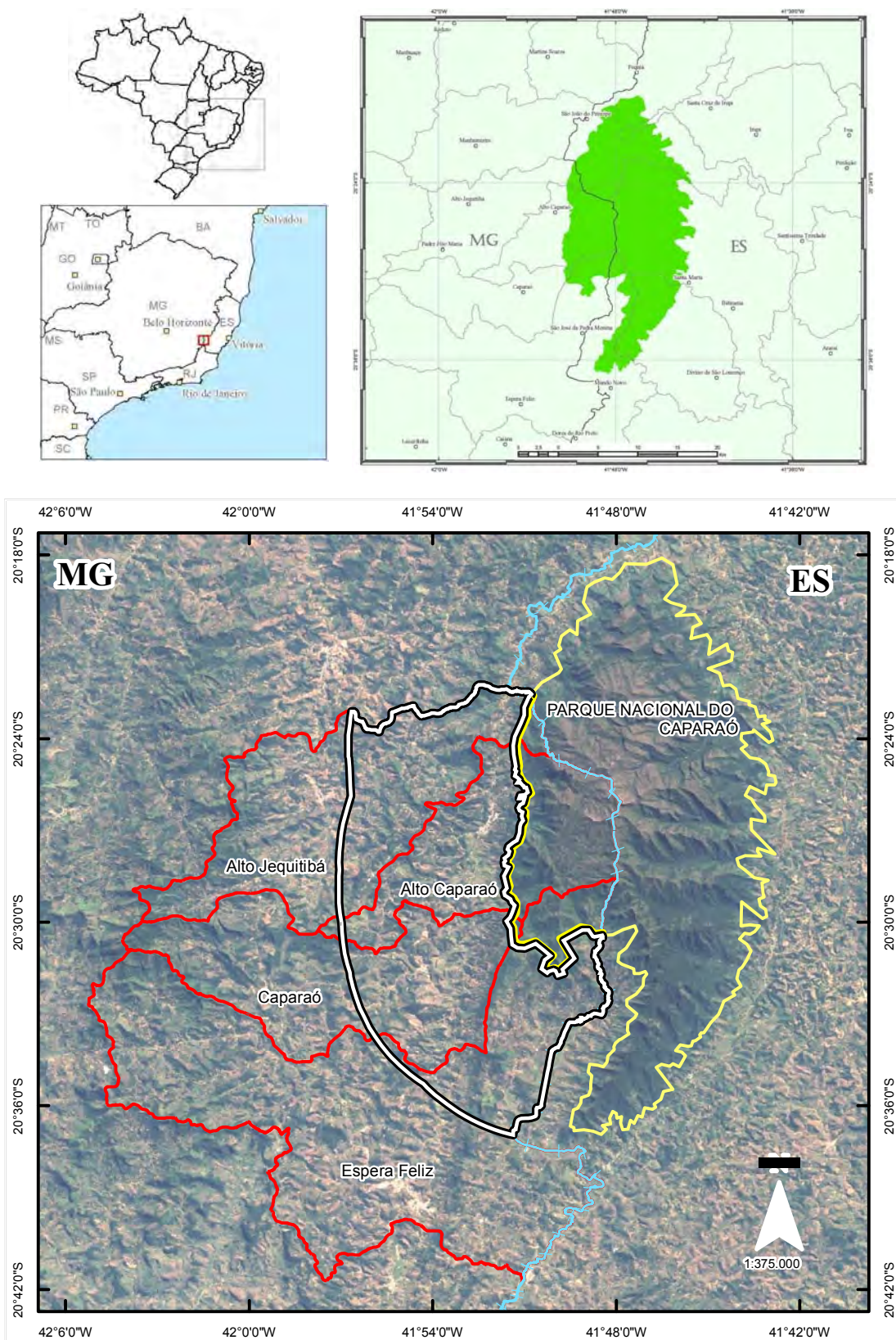


Figura 1 – Localização do Parque Nacional do Caparaó (acima) e da área do Entorno do Parque inserido nos municípios de Alto Jequitibá, Alto Caparaó, Caparaó e Espera Feliz, Minas Gerais (abaixo).

3.1.2. Clima

Segundo a classificação de Köppen, o clima é o Cwb. Apresenta verões brandos, com estações chuvosas. A temperatura média mínima é de 14,40° C e a média máxima anual é de 27,5 °C (FUNDER, 2000). Em relação ao índice pluviométrico, a maior parte da área apresenta grande concentração da precipitação no trimestre de novembro a janeiro. Porém, a encosta da serra do Caparaó não apresenta mês seco. Existe uma oscilação entre 1.000 mm a 1.500 mm neste índice. A umidade do ar na região apresenta uma média de 80% ao ano e aumenta, ligeiramente, do interior para o litoral (DNPM/CPRM, 1993).

3.1.3. Vegetação

A vegetação predominante é a subarbórea, arbustiva ou herbácea, sendo que os representantes mais típicos são os campos da serra do Caparaó, que ocupam o planalto em altitudes superiores a 1.800m. Neste local, a vegetação é um misto de campos e bosques baixos e abertos, originados pelas sucessivas queimadas. Recentemente, está havendo uma modificação no cenário da vegetação por dois motivos, primeiro, pela preservação das florestas pelo Parque Nacional do Caparaó e segundo, pelas atividades agrícolas, destacando-se o plantio de café, no qual se observa a retirada dos fragmentos de matas existente fora da área de preservação (DNPM/CPRM, 1993).

3.1.4. Drenagem

A região vem sendo esculpida por uma densa rede de drenagem, modelando-a em diversas formas, devido à variedade dos seus tipos litológicos. O rio Caparaó é o de maior abrangência na área, orientado ao sul, sendo afluente do rio Itabapuana e ao norte encontram-se vários afluentes do ribeirão Jequitibá, afluente do rio Manhuaçu. (IBGE, 2006).

3.1.5. Geomorfologia

A mesoregião da Zona da Mata caracteriza-se por um relevo que varia de ondulado a montanhoso, na maioria das vezes apresentando elevações finalizadas em vales planos de largura variáveis. As superfícies de erosão deram origem a platôs de altitudes diversas. Em partes mais baixas, o relevo é fortemente ondulado. No nível

intermediário é ondulado e fortemente ondulado, e nas partes mais altas é fortemente ondulado e montanhoso (REZENDE, 1980). O Quadro 1 apresenta a distribuição das fases do relevo da área de estudo.

Na microrregião, o relevo é marcado por encostas íngremes, restringindo-se a colinas e vertentes convexas e côncavo-convexas, exibindo, portanto, meias-laranja, escarpas e pães de açúcar (MOREIRA, 1997).

Quadro 1 - Distribuição das fases do relevo do entorno do Parque Nacional do Caparaó, estado de Minas Gerais (Quadro elaborado pelo autor).

Fases	Declividade (%)	Área (ha)	%
plano	0 – 3	943,75	3,7
suavemente ondulado	3 – 8	2215,44	8,8
ondulado	8 – 20	11577,57	46,0
fortemente ondulado	20 – 45	10330,27	41,0
montanhoso	45 – 75	107,81	0,4
Escarpado	>75	0,00	0,0
TOTAL		25174,84	100,0

3.1.6. Geologia.

A microrregião de Manhuaçu apresenta três unidades litológicas, sugeridas por MOREIRA (1997), denominadas de Unidade Sossego, Unidade Inferior Simonésia e Unidade Palmeira (denominação de Suíte Barra do Jaguarai), sendo a área de estudo localizada nesta unidade. A suíte Barra do Jaguarai é caracterizada por apresentar rochas de caráter granitóide, de composição tonalítica a granodiorítica ou quartzo-monzodiorítica. Estas rochas intrudem aquelas da Unidade Inferior Simonésia, na forma de corpos de pequenas proporções (de dezenas a centena de metros) com feição amendoada, apresentando foliação mais ou menos bem definida, cuja direção predominante é NNE-SSW, o que indica terem sido as mesmas submetidas à deformação.

Detalhando mais a Suíte Barra do Jaguarai, MOREIRA (1997) menciona que no local ocorrem rochas granitóides com composição variando de tonalítica a granodiorítica, ou mesmo quartzo-monzodiorítica, que afloram como corpos descontínuos envolvidos por gnaisses, exibindo formas de meia laranja, escarpados ou não. Estes corpos apresentam uma granulação mais fina e uma foliação fortemente

marcada por palhetas de biotita, que envolve grandes cristais de K-feldspato. Nas partes mais centrais destes corpos, ocorre uma foliação discreta, apresentando-se com direção NNE-NNW. Nas bordas dos corpos granitóides, ocorre biotita gnaisses, de composição semelhante aos mesmos, mostrando foliação bem marcada, que podem refletir o retrabalhamento destas rochas.

As rochas básicas e ultra-básicas também são observadas, ocorrendo como corpos isolados e que, em alguns casos, podem atingir algumas centenas de metros. Aparecem intrudidos nos gnaisses, tanto da Unidade Inferior como da Unidade Superior. Foram identificados como sendo grabros, leucogabros, noritos, piroxenitos e tipos anortosíticos. Estas rochas mostram-se, às vezes, deformadas e alteradas, prevalecendo os tipos não deformados, que preservam em parte sua mineralogia e estruturação primárias (MOREIRA, 1997).

3.1.7. Estruturação da área

MOREIRA (1997), através de análise de fotos aéreas na escala 1:25.000 e de imagens de satélite, na escala de 1:100.000, verificou grandes lineamentos estruturais, onde as direções variam, entre NNE-SSW e NNW-SSE. São levemente anastomosados, mostrando-se descontínuos e com extensão variando de 1 a 12 Km. São truncados por outros lineamentos de direção NEE-NWW, contínuos e retilíneos e com extensão de até 8 Km. O arranjo entre lineamentos oferece um padrão amendoado, contribuindo para um padrão geomorfológico semelhante ao dos morros da região. São estes lineamentos responsáveis por um padrão retilíneo para as principais drenagens da região, em vales bem encaixados. A expressão da xistosidade das rochas aflorantes apresenta direção preferencial paralela aos lineamentos NE-SSW a NNW-SSE.

Foram observadas, em escala mesoscópica, estruturas planares representadas por um bandeamento que é identificado em gnaisses e migmatitos. Nos paragnaisses, é caracterizado por largas faixas paralelas, variando entre material quartzo-feldspático e material máfico composto por biotita, feldspato, granada, cordierita e sillimanita. Nos ortognaisses, o bandeamento é definido por bandas quartzo-feldspáticas e bandas ricas em biotita, anfibólio e piroxênios, mais estreitas e mais homogêneas (MOREIRA, 1997).

3.1.8. Solos

Nas chapadas ou nas suas modificações, o material dentrítico, pode ser muito espesso e incluir material pré-intemperizado, de onde surgem os solos mais intemperizados da paisagem, os latossolos. As áreas acidentadas de encostas mais íngremes, por estarem sujeitas à intensa remoção de material, originam solos rasos e rejuvenescidos, como os Cambissolos e os Litossolos (Neossolos Litólicos). As áreas das partes baixas suportam pequena quantidade de material transportado, originando os Podzólicos (Argissolos) (REZENDE, 1980).

Os Latossolos de cor avermelhada da Microregião de Manhuaçu são oriundos de granitos e tonalitos. Em certos aluviões e ao longo de alguns ribeirões, desenvolvem-se os solos hidromórficos (Gleissolos) e Aluviais (Neossolos Flúvicos). Os Litossolos (Neossolos Litólicos) são notados nas porções mais elevadas dos maciços graníticos e nas áreas dominadas pelos quartzitos. São ora aluminosos, no caso dos granitos, ora arenosos, quando recobrem os quartzitos (CPRM, 2000).

3.2. Delimitação da Área de Estudo

3.2.1. Materiais utilizados

Para a demarcação do limite do Parque Nacional do Caparaó foram utilizadas as coordenadas existentes no Documento Legal, que estabelece a criação do parque, Decreto Federal nº 50.646, de 24 de maio de 1961, sendo estas originadas de cartas topográficas na escala de 1:50.000 (BRASIL, 1997).

A partir de bases cartográficas planialtimétricas em formato digital na escala de 1:50.000, digitalizadas a partir das folhas SF-24-V-A-I-3 (Manhumirim) e SF-24-V-A-IV-I (Espera Feliz), foram extraídos os limites entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo e os limites Municipais de Alto Jequitibá, Alto Caparaó, Caparaó e Espera Feliz, Minas Gerais. Todos os dados foram transformados para o formato vetorial shapefile, estrutura de dados original do software ArcView®.

3.2.2. Seleção da Área de estudo

A partir do limite do Parque Nacional do Caparaó e o limite entre Minas Gerais e Espírito Santo, foi selecionado a região do Parque que se encontra dentro do primeiro estado. Em seguida, delimitou-se uma zona de 10 quilômetros de distância em torno da área selecionada. A partir desta etapa, selecionou-se a região desta zona pertencente aos municípios de Alto Jequitibá, Alto Caparaó, Caparaó e Espera Feliz, todos municípios mineiros.

3.3. Mapeamento dos fragmentos florestais

3.3.1. Materiais utilizados

Para obtenção dos dados necessários à realização deste estudo, utilizou-se a imagem digital do sensor IKONOS II com resolução espacial de 4 metros, nos intervalos espectrais do visível e infravermelho próximo, obtida em 30 de abril de 2004. Além disso, foram utilizadas as bases cartográficas planialtimétricas em formato digital na escala de 1:50.000, digitalizadas a partir das folhas SF-24-V-A-I-3 e SF-24-V-A-IV-I, contendo limites municipais, estradas, hidrografia e curvas de nível. O tratamento e análise dos dados foram realizados por meio dos softwares IDRISI 14.0 Kilimanjaro (EASTMAN, 2003) e ArcGis, versão 9.0 (ESRI, 2004). Além desses, foi utilizado também o Sistema de Posicionamento Global Diferencial – DGPS, modelo GTR, para coleta dos Pontos de Controle no Terreno – PCTs usados na correção geométrica.

3.3.2. Interpretação visual da imagem

Inicialmente, foram coletados Pontos de Controle Terrestre (PCTs) para o georreferenciamento da imagem, obtendo-se um RMSe (Root Mean Square Error) de 0,45 pixel. Nesta fase, foi possível inserir a projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) e o *Datum* horizontal Córrego Alegre (COA).

Posteriormente, realizou-se a interpretação visual da imagem IKONOS II, usando a composição RGB com as bandas 4 (0,76-0,90 μm), 2 (0,52-0,60 μm) e 1 (0,45-0,52 μm), seguida da digitalização dos fragmentos florestais existentes na área de estudo.

3.3.3 Análise dos dados

Inicialmente, foram calculados os perímetros e as áreas dos fragmentos florestais com a finalidade de quantificar a sua participação na área de estudo e diagnosticar a fragmentação em nível de paisagem; posteriormente, analisaram-se as variáveis relativas à área, perímetro e forma.

Com os valores de área e perímetro de cada fragmento florestal, determinaram-se as características correspondentes à forma de cada fragmento com base no Índice de Circularidade (IC), que é obtido por meio da raiz quadrada da área de cada fragmento florestal, dividida pela área circular do seu referido perímetro. O cálculo dos valores de IC permite identificar se os fragmentos florestais possuem tendências de formas alongadas ou circulares. Assim, os valores de IC próximos a 1 indicam fragmentos com tendência circular e à medida que esse valor torna-se menor, o fragmento apresenta-se com tendência mais alongada.

3.4. Delimitação e quantificação das Áreas de Preservação Permanente (APPs)

3.4.1. Base de dados

Para a realização do trabalho de delimitação e quantificação da superfície das APPs, foram utilizadas as bases de dados digitais de altimetria e hidrografia das folhas SF-24-V-A-I-3 (Manhumirim) e SF-24-V-A-IV-I (Espera Feliz), na escala de 1:50.000, disponível no site do IBGE no formato vetorial DGN. Estas bases foram exportadas para o formato shapefile, estrutura de dados original do software ArcView®, possibilitando inserir dados na tabela de atributos.

3.4.2. Verificação da base de dados

Realizou-se uma verificação dos dados de altimetria e hidrografia. Os dados altimétricos foram conferidos e corrigidos e os valores das cotas atribuídos às curvas de nível. Na base hidrográfica foi conferido e corrigido o sentido de escoamento da rede de drenagem.

Foi utilizada a Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) e o *Datum* horizontal Córrego Alegre (COA), conforme especificado nas cartas originais.

3.4.3. Geração e individualização das categorias de APPs

Após análise e tratamento das bases de dados digitais e de acordo com o disposto nos artigos 2º e 3º da Resolução nº 303 do CONAMA, foram delimitadas as seguintes categorias de APPs segundo a metodologia desenvolvida por RIBEIRO *et al.*, (2002, 2005).

- 1) altitude superior a 1.800 metros (APP-1)
- 2) terço superior dos morros (APP-2)
- 3) encosta ou elevações com declividade superior a 45º (APP-3)
- 4) entorno das nascentes e suas áreas de contribuição (APP-4)
- 5) margem dos cursos d'água (APP-5)
- 6) ao longo das linhas de cumeada, no terço superior das sub-bacias (APP-6)

Para cada uma das 6 categorias de áreas de preservação permanentes delimitadas acima, foi produzida uma base de dados digital no formato matricial (grade) correspondente. As grades foram geradas com resolução espacial de 10 metros, compatível com a exatidão cartográfica para a escala de 1:50.000, da base de dados de altimetria e hidrografia utilizada. Às células das grades correspondentes às regiões das categorias de APPs, assinalaram-se atributos números, do tipo inteiro, com “1”, e às demais células da grade assinalaram-se o atributo NODATA¹.

Resumidamente, a metodologia para delimitação automática desenvolvida por RIBEIRO *et al.* (2002, 2005), implementada utilizando-se o ambiente GRID do módulo Arc/INFO® workstation², abrangeu as etapas descritas a seguir:

Inicialmente, produziu-se o Modelo Digital de Elevação Hidrograficamente consistente (MDEHC), que apresenta uma acentuada coincidência entre a hidrografia da base de dados vetorial e a drenagem derivada numericamente, além de assegurar que o escoamento superficial, de qualquer ponto do MDEHC, convirja para a calha do curso d'água e, dentro da calha, para a foz da bacia. A partir do MDEHC, foram produzidas outras grades que balizaram a geração das superfícies das categorias de APPs mapeadas.

¹ As células de uma grade assinaladas como NODATA não possuem qualquer tipo de valor associado a elas, i. e., são vazias.

² Módulo do software de Sistemas de informações Geográficas ArcGis®, desenvolvido pelo Environmental Systems Research Institute, Inc. - ESRI

Para a delimitação das APPs no terço superior dos morros (APP-2), foram geradas a grade com a altitude das células das bases dos morros e montanhas e a grade com a altitude das células dos topos dos morros e montanhas. Identificaram-se os morros e montanhas invertendo-se o modelo digital de elevação, sendo os topos identificados como depressões. Para cada depressão delimitou-se a respectiva bacia de contribuição, cujo contorno representa, então, a base do morro ou montanha.

A delimitação das APPs ao longo das linhas de cumeada, no terço superior das sub-bacias (APP-6) foi realizada, gerando-se a grade da bacia de contribuição de cada segmento da rede hidrográfica, depois a grade com a altitude das células da hidrografia e finalmente a grade da altitude das células dos divisores de água, selecionando-se as áreas com desnível maior que 50 metros.

A delimitação das APPs situada no entorno das nascentes e suas áreas de contribuição (APP-4), foi feita demarcando-se um raio de 50 metros em torno de cada nascente. Em seguida, delimitou-se a bacia de contribuição. Unindo-se estas duas áreas, obteve-se a grade final desta categoria de APP.

As categorias de APPs relativas às áreas com altitudes superiores a 1.800m (APP-1), encostas ou elevações com declividade superior a 45° (APP-3) e às margens dos cursos d'água (APP-45), foram obtidas por meio de funções de seleção por consulta (SELECT) e de geração de margens (BUFFER) disponíveis, respectivamente, no ambiente GRID e ARC do módulo Arc/INFO® workstation.

Devido à natureza topográfica da área de estudo, é provável que haja a sobreposição de duas ou mais categorias de APPs. Para identificar as área de sobreposição, primeiro, assinalaram-se às células de interesse das 6 grades das categorias de APPs, com atributos numéricos, do tipo inteiro, apresentados no Quadro 2, depois, somaram-se as 6 grades. Estes atributos foram escolhidos de forma que, ao se fazer a soma das 6 classes, os atributos resultantes fossem únicos e revelassem as 61 combinações simples de sobreposição possíveis entre as 6 grades de APPs.

Quadro 2- Atributos assinalados às células das 6 grades de categorias de APPs.

CATEGORIA	ATRIBUTO
APP-1	1
APP-2	2
APP-3	4
APP-4	8
APP-5	16
APP-6	32

O mapa temático das categorias de APPs, contendo as áreas de preservação permanente individualizadas por categoria, foi produzido a partir da reclassificação das áreas de sobreposição, assinalando-se a cada área sobreposta a categoria menos abrangentes, isto é, aquela cuja área fosse menor e que, eventualmente estivesse inserida em uma categoria mais abrangente. Para a área de estudo, identificaram-se sobreposições duplas e trípticas. Os critérios de assinalamento de categorias, com base no tipo de sobreposição observado, são apresentados no Quadro 3. Na primeira coluna estão os atributos resultantes da soma das APPs após a reclassificação, enquanto a segunda apresenta as combinações que as resultaram. Na terceira coluna os números de 1 a 6 representam as APPs delimitadas na área de estudo. Por exemplo, na primeira linha do Quadro 3, para a sobreposição entre as APPs situadas em altitude superior 1.800 metros (APP-1) e situadas no entorno das nascentes e suas áreas de contribuição (APP-4) foram assinaladas à estas células, o atributo número correspondente à APP-1, ou seja o número 1, apresentado na quarta coluna.

Quadro 3 – Assinalamento das categorias de APPs sobrepostas.

Soma APPs	combinações	Interseção de APPs (I)	Assinalamento
9	8+1	4 I 1	1
10	8+2	4 I 2	2
12	8+4	4 I 3	3
18	16+2	5 I 2	2
20	16+4	5 I 3	3
24	16+8	5 I 4	4
26	16+8+2	5 I 4 I 2	2
28	16+8+4	5 I 4 I 3	3
33	32+1	6 I 1	1
40	32+8	6 I 4	4
44	32+8+4	6 I 4 I 3	3

3.5. Análise entre fragmentos florestais e legislação ambiental

Para identificação e análise da cobertura vegetal existente dentro e fora das áreas de preservação permanente, existente na área de estudo, foram utilizados os mapas temáticos de fragmentos florestais e das categorias de APPs. Estes mapas foram sobrepostos, através do comando CROSSTAB do *software* Idrisi Kilimajaro. Em seguida, as classes resultantes foram identificadas e mensuradas.

3.6. Mapeamento do uso da terra

Para a obtenção dos dados necessários à realização deste estudo, utilizou-se a imagem digital dos sensor IKONOS II com resolução espacial de 4 metros, nos intervalos espectrais do visível e infravermelho próximo, obtida em 30 de abril de 2004. O tratamento e análise dos dados foram realizados por meio dos softwares IDRISI 14.0 Kilimanjaro (EASTMAN, 2003) e ArcGis, versão 9.0 (ESRI, 2004).

Foi selecionada a região do entorno, situada no município de Espera Feliz, estado de Minas Gerais, para realização da interpretação visual da imagem, utilizando a bandas 1 (0,45-0,52 μm), 2 (0,52-0,60 μm) e 4 (0,76-0,90 μm). Nesta fase a imagem encontrava-se georreferenciada. O Quadro 4 apresenta a chave de interpretação criada para este trabalho.

Com a finalidade de verificar a confiabilidade do mapa gerado, foi realizada uma avaliação da exatidão por meio do índice Kappa, conforme a Equação 1. Assim, foi possível mapear 7 classes de uso da terra.

Equação 1

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

Onde: \hat{K} = Índice de exatidão Kappa

r = números de linhas e colunas na matriz

x_{ii} = número de observações na linha [i] e coluna [i]

x_{i+} = total de observações na linha [i]

x_{+i} = total de observações na coluna [i]

N = número total de observações

Quadro 4 – Chave de interpretação da imagem do sensor IKONOS II, composição RGB com as bandas 4 (0,76-0,90 μm), 2 (0,52-0,60 μm) e 1 (0,45-0,52 μm).

Classe temática		Amostra	Contexto	Forma	Cor	Textura
Sistema Fitofisionômico	Fragmentos Florestais		Áreas cobertas com vegetação nativa nos diferentes estádios de vegetação	Irregular	Vermelho escuro	Rugosa
	Pasto Sujo		Pequenos arbusto associados à pastagem abandonada	Irregular	Marrom e Vermelho claro	Rugosa
	Formação rochosa		Ocorre nas cristas de morro, em escarpa e ruptura de declive	Irregular	Azul escuro a Preta	Lisa
Sistema Antrópico	Cafezal		Cultura perene	Poligonal	Vermelho	Pouco rugosa
	Pastagem		Áreas transformadas para pastoreio	Poligonal	Azul e marrom claro	Lisa
	Área Agrícola		Culturas anuais (milho, feijão e hortaliças)	Retangular	Azul escuro ou vermelho muito claro	Lisa e/ou pouco rugosa
	Área edificada		Centros urbanos	Poligonal	Azul claro	Pouco lisa e/ou pouco rugosa

3.7. Análise de conflito de uso da terra

Na identificação e análise do conflito de uso da terra nas áreas destinadas à preservação permanente, foram utilizados os mapas temáticos de uso e cobertura da terra e das categorias de APPs, na área do entorno pertencente ao município de Espera Feliz, estado de Minas Gerais. Inicialmente, realizou-se a sobreposição desses mapas, através do comando CROSSTAB do Idrisi Kilimajaro. Em seguida, as ocorrências de conflito de acordo com as classes de uso foram identificadas e devidamente mensuradas.

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

4.1. Superfícies dos municípios na área de estudo

A Figura 2 mostra o entorno de 10 Km de distância do Parque Nacional do Caparaó, situado nos municípios mineiros de Alto Jequitibá, Alto Caparaó, Caparaó e Espera Feliz. A área total do entorno é de 25.174,84 ha. As áreas por município são: Alto Jequitibá 6.915,09 ha (27,46%), Alto Caparaó 5.798,71 ha (23,03%), Caparaó 6.181,32 ha (24,55%) e Espera Feliz 6.279,72 ha (24,94%).

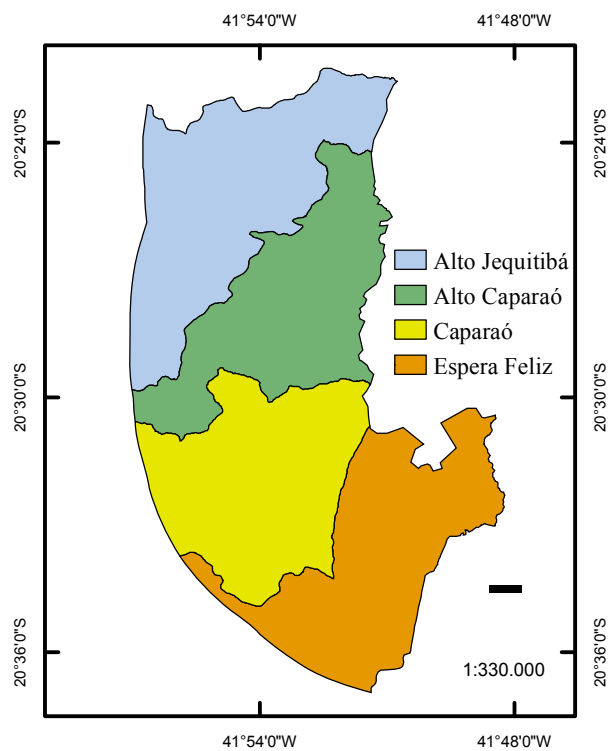


Figura 2 – Entorno do Parque Nacional do Caparaó (lado mineiro), pertencente aos municípios de Alto Jequitibá, Alto Caparaó, Caparaó e Espera Feliz.

4.2. Mapeamento dos fragmentos florestais

A imagem do sensor IKONOS II, composição RGB com as bandas 4, 2 e 1, obtidas em 30 de abril de 2004, permitiu identificar e mapear 529 fragmentos (Figura 3).

Foram considerados os parâmetros relacionados à área, perímetro e forma, como resultado do diagnóstico ambiental, no contexto da paisagem, para os 529 fragmentos mapeados.

4.2.1. Área

Os fragmentos florestais mapeados no entorno do parque ocupam uma área total de 3.677,72 ha (15,04%)³. OLIVEIRA (1997) em um estudo nas áreas sob a influência da VeraCruz Florestal Ltda., no município da Eunápolis, Bahia, encontrou 18,55% da área coberta por fragmentos florestais. PEREIRA (1999), encontrou 26,2% de cobertura vegetal nativa no município de Viçosa, estado de Minas Gerais e NASCIMENTO (2004), estudando a bacia do rio Alegre, no município de Alegre, Espírito Santo, encontrou 14,31% da área, coberta por fragmentos florestais.

Pela análise do Quadro 5, nota-se que o tamanho médio desses fragmentos é de 6,95 ha, e que 44 fragmentos estão inseridos em torno desta média. BARROS FILHO (1997), encontrou fragmentos florestais com dimensões médias de 4,0 ha, proveniente da análise de 13 fragmentos distribuídos em um imóvel rural de 241,5 ha. PEREIRA (1999), trabalhando no município de Viçosa, Minas Gerais, encontrou 13,6 ha de área média dos fragmentos. NASCIMENTO (2004), trabalhando na bacia do Rio Alegre – ES, encontrou o tamanho médio dos fragmentos em torno de 6,3 ha e que 49 fragmentos estavam com áreas semelhantes a esta média

³ Para o cálculo da taxa de cobertura foram desconsiderados 714,2 ha, referente a áreas cobertas por nuvens.

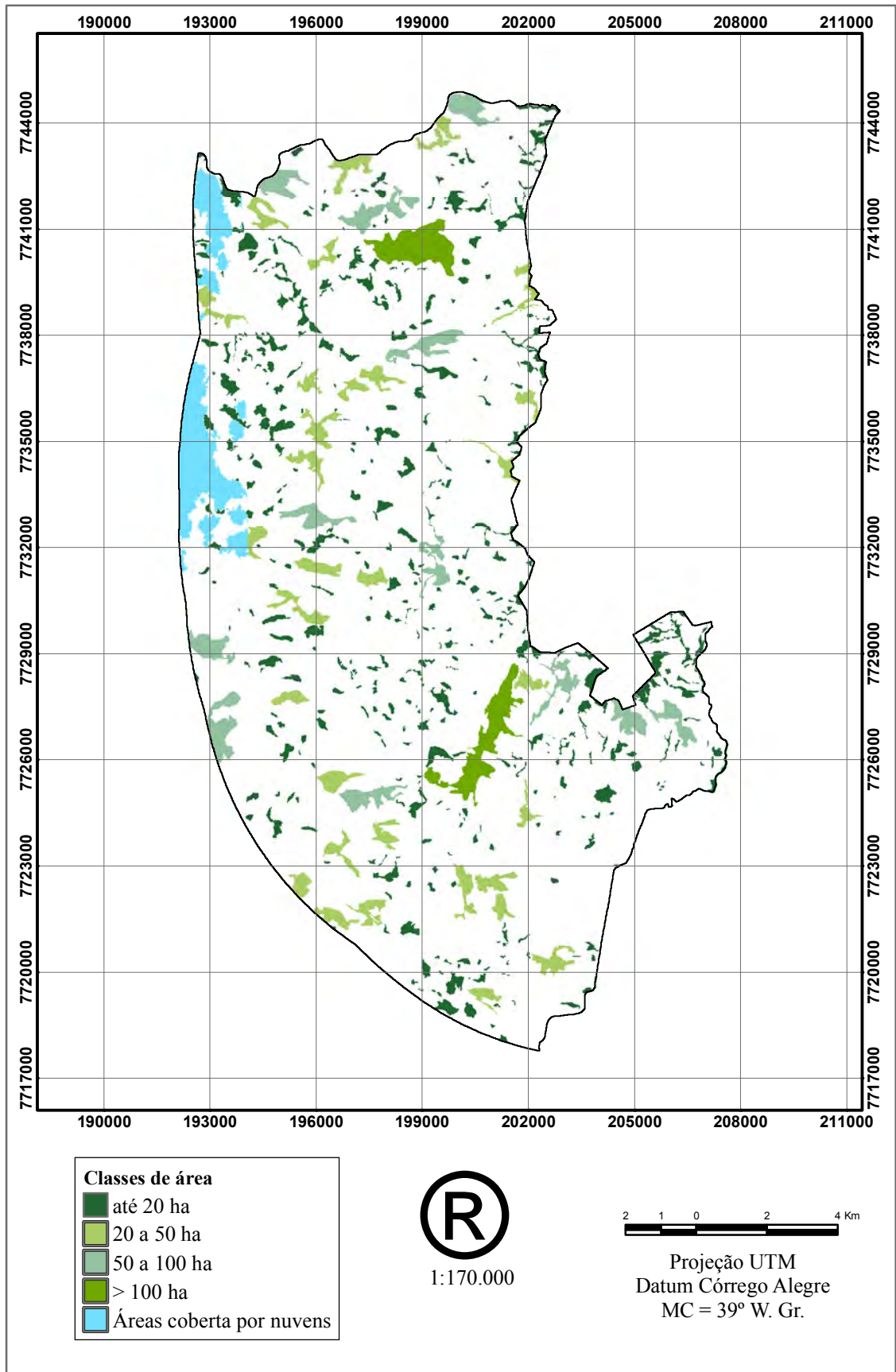


Figura 3 – Fragmentos florestais mapeados no entorno do Parque Nacional do Caparaó, estado de Minas Gerais.

Analisando ainda os valores constantes do Quadro 5, nota-se que a região encontra-se bastante fragmentada, mostrando que existe uma atividade antrópica intensa na área estudada. Verifica-se que 401 fragmentos (75,8%) possuem áreas de até 5,0 ha, representando 16,31 % (600,4 ha) da área total e 82 fragmentos com área média de 28,52 ha, representam 63,76% da área total relativa aos fragmentos mapeados. Os dois maiores fragmentos identificados, com 225,5 e 203,6 ha, ocupam 11,66% da área total dos fragmentos mapeados. PEREIRA (1999), em estudos realizados no município de Viçosa, encontrou 57,4% do número total de fragmentos com áreas de até 5,0 ha enquanto NASCIMENTO (2004), na bacia do rio Alegre, encontrou 76,63% com área de até 6,0 ha,.

Embora os fragmentos com área inferior a cinco hectares possam apresentar um alto efeito de borda e uma área total pequena, não sendo, em princípio, prioritários para conservação, os mesmos podem ser importantes em um planejamento da recuperação ambiental de uma área e para a troca de genes entre populações, pois funcionariam como pequenas manchas de vegetação que servem de refúgio temporário para um indivíduo em migração (MACARTHUR e WILSON, 1967).

Quadro 5 – Classes de áreas (ha) dos fragmentos florestais mapeados no entorno do Parque Nacional do Caparaó, estado de Minas Gerais.

Classe de área (ha)	Fragmentos Florestais						
	Número de ocorrências			Área			
	absoluto	%	Ac% ⁴	ha	%	Ac%	Média
Até 0,5	81	15,31	15,31	23,28	0,63	0,63	0,28
0,5 --- 1,0	112	21,17	36,48	82,3	2,24	2,87	0,73
1,0 --- 2,0	98	18,53	55,01	142,8	3,88	6,75	1,45
2,0 --- 5,0	110	20,79	75,80	352,01	9,57	16,33	3,20
5,0 --- 10,0	44	8,32	84,12	303,17	8,24	24,57	6,89
10,0 --- 100,0	82	15,50	99,62	2345,04	63,76	88,33	28,59
>100,00	2	0,38	100,0	429,12	11,67	100,0	214,56
TOTAL	529	100		3677,72	100		6,95

⁴Ac% (frequência acumulada em porcentagem)

Analisando a Figura 4, observa-se que a região do entorno situada em Alto Jequitibá, apresenta, percentualmente, a maior área de cobertura florestal, com 19,29% (1.196,02 ha), sendo o único a superar a média da cobertura da região do entorno, seguido de Espera Feliz, com 14,20% (891,68 ha).

Os municípios de Alto Caparaó e Caparaó apresentam a menor cobertura florestal na área do entorno, com 12,76% (739,69 ha) e 13,54% (850,35 ha), respectivamente, provavelmente, por que suas sedes estão situadas dentro da região do entorno, ocasionando maior pressão sobre os fragmentos.

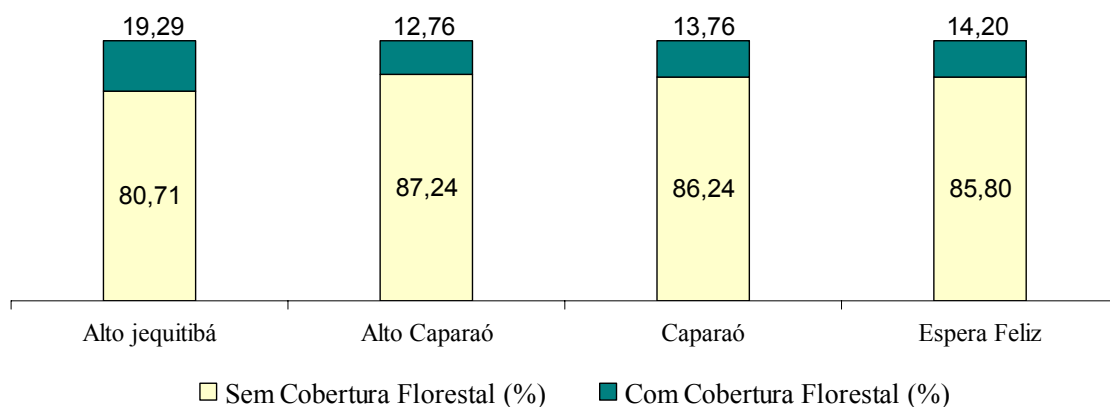


Figura 4 – Percentual da Cobertura Florestal no entorno do Parque Nacional do Caparaó, nos municípios de Alto Jequitibá, Alto Caparaó, Caparaó e Espera Feliz, estado de Minas Gerais

4.2.2. Perímetro

A análise do Quadro 6 mostra que o fragmento de maior perímetro apresenta 23.400,00 m. De maneira geral, os fragmentos florestais mapeados corresponderam a um perímetro total de 824.140 m e apresentaram um perímetro médio de 1.557,92 m. Contudo, observando-se ainda os resultados do Quadro 6, pode-se constatar que dos 529 fragmentos, 307 (58,03%) possuem perímetro inferior a 1.000 metros.

Quadro 6 – Classes de perímetros (m) dos fragmentos florestais mapeados no entorno do Parque Nacional do Caparaó, estado de Minas Gerais.

Classe de Perímetro (m)	Fragmentos Florestais				
	Número de ocorrências		Perímetro		
	Quantidade	%	m	%	Média (m)
Até 500	133	25,14	46.240,0	5,61	347,67
500 ---- 1.000	174	32,89	121.420,0	14,73	697,82
1.000 ---- 2.000	117	22,12	159.120,0	19,31	1.360,00
2.000 ---- 4.000	57	10,78	159.040,0	19,30	2.790,18
4.000 ---- 8.000	39	7,37	228.900,0	27,77	5.869,23
8.000 ---- 16.000	8	1,51	86.020,0	10,44	10.752,50
>16.000	1	0,19	23.400,0	0,19	23.400,00
TOTAL	529	100,00	824.140,0	100,00	1.557,92

4.2.3. Forma

A forma dos fragmentos foi determinada por meio da análise do Índice de Circularidade (IC). A importância dessa análise para os estudos da dinâmica e estrutura dos fragmentos florestais consiste na possibilidade de indicar o nível de proteção de seu interior em relação aos efeitos de borda. Assim, os fragmentos com valores de IC próximos de 1, apresentam tendência de forma mais arredondada e à medida que esses valores se distanciam significativamente de 1, os fragmentos apresentam tendência de forma mais alongada. A tendência da forma mais arredondada indica que o interior do fragmento florestal pode estar mais protegido, enquanto que a tendência mais alongada permite presumir que o fragmento esteja mais sujeito aos efeitos de borda e maior grau de perturbação.

A Figura 5 apresenta os fragmentos florestais mapeados com seus Índices de Circularidade. Em relação aos fragmentos, nota-se que a região do entorno encontra-se bastante fragmentada, mostrando que existe uma intensa atividade antrópica na área estudada. Em relação à forma, nota-se que os maiores fragmentos apresentam um fator de forma relativamente pequeno e, portanto, com um alto efeito de borda. Isto acontece, principalmente, porque estes fragmentos se encontram em topo de morros e acompanham os divisores de água. Os menores fragmentos geralmente estão situados em áreas mais baixas.

Pela análise do Quadro 7, verifica-se que 2 fragmentos (0,38%) apresentaram tendências de forma bem arredondadas, com valores de IC acima de 0,8. Observou-se também que 216 fragmentos (40,83%) apresentaram formas moderadamente arredondadas, com Índice de Circularidade entre 0,6 a 0,8 e um total de 311 (58,79%) apresentou uma forte tendência de formas alongadas. NASCIMENTO (2004) em estudos realizados na bacia do rio Alegre, Alegre, Espírito Santo, observou que 53,68% dos fragmentos apresentaram formas alongadas e 8,42% apresentaram formas arredondadas.

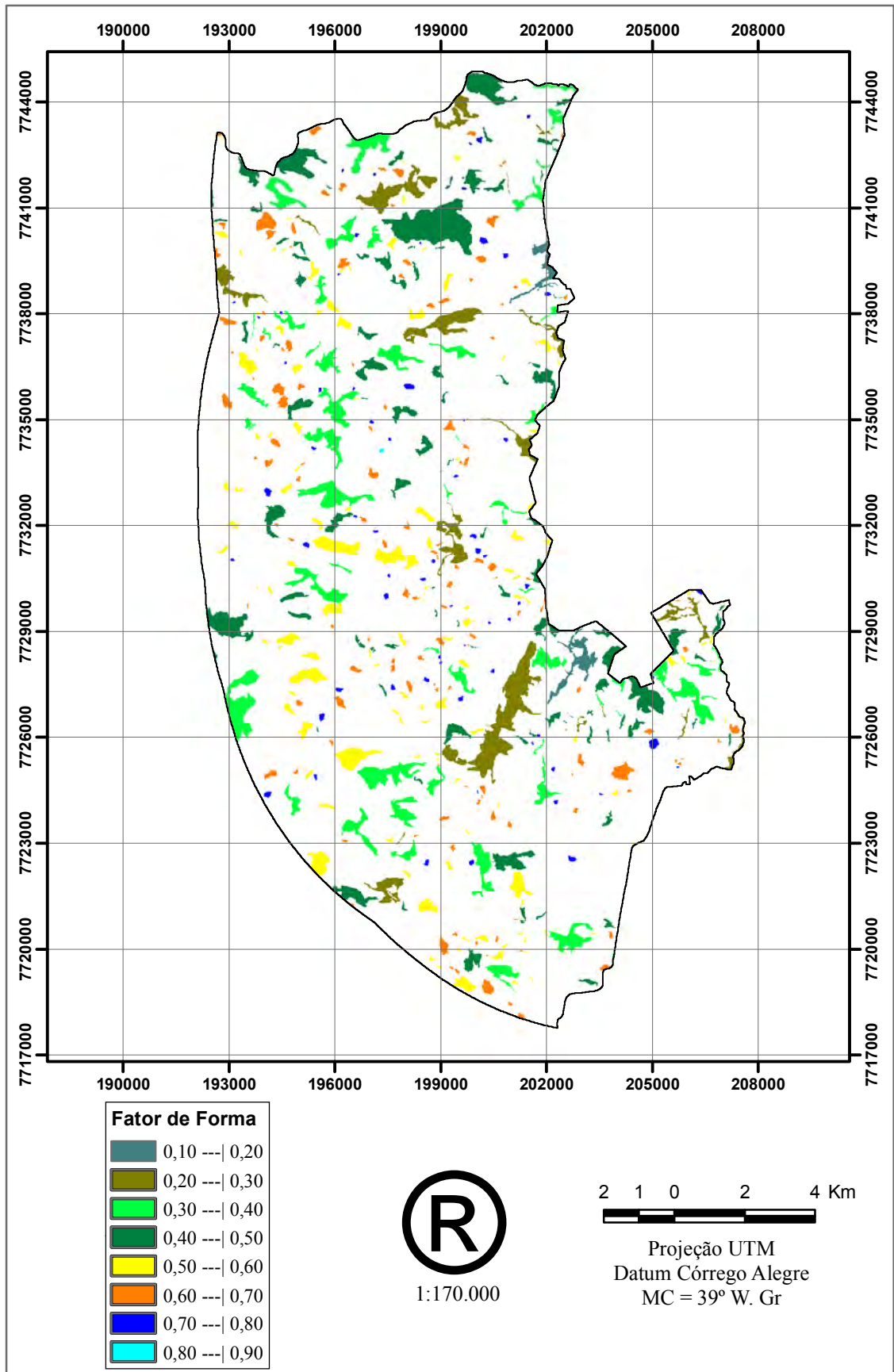


Figura 5 – Índices de Circularidade (Forma) dos fragmentos florestais mapeados no entorno do Parque Nacional do Caparaó, estado de Minas Gerais.

Quadro 7 – Classes de Índices de Circularidade (IC) dos fragmentos florestais mapeados no entorno do Parque Nacional do Caparaó, estado de Minas Gerais.

Classes		Fragmentos Florestais		
IC		Número de ocorrências		%
0,1	----	0,2	2	0.38
0,2	----	0,3	20	3.78
0,3	----	0,4	56	10.59
0,4	----	0,5	101	19.09
0,5	----	0,6	132	24.95
0,6	----	0,7	141	26.65
0,7	----	0,8	75	14.18
0,8	----	0,9	2	0.38
TOTAL			529	100

4.3. Delimitação e quantificação das áreas de preservação permanente

A metodologia de delimitação automática das áreas de preservação permanente (APPs) tendo como referência legal a Resolução n.º 303, do CONAMA, possibilitou identificar e quantificar as categorias de APPs situadas em áreas com altitude superior 1.800m (APP-1), no terço superior dos morros (APP-2), nas encostas com declividade superior a 45 graus (APP-3), nas nascentes e suas respectivas áreas de contribuição (APP-4), ao longo das margens de cursos d'água (APP-5) e no terço superior das sub-bacias (APP-6), conforme Figura 6.

A análise do Quadro 8 mostra que as APPs ocuparam uma área de 12.098,22 ha, de um total de 25.174,84 ha da área do entorno, representando 48,06% de áreas legalmente protegidas. OLIVEIRA (2002), na microbacia do Paraíso, Viçosa-MG e NASCIMENTO (2004), na Bacia do Rio Alegre, Alegre-ES, desenvolveram estudos semelhantes, encontrando, respectivamente, 52,13% e 45,95% da área como APPs.

Ainda analisando o Quadro 8, nota-se que dos 48,06% de áreas legalmente protegidas, 23,96% encontravam nas categorias de APPs situadas no terço superior das sub-bacias (APP-6), 15,72% nas margens dos cursos d'água (APP-5), 7,90% nas nascentes e suas respectivas áreas de contribuição (APP-4), e apenas 0,47% correspondeu às demais categorias (APP-1, APP2 e APP3). A área do entorno pertencente ao município de Caparaó apresentou a maior porcentagem de áreas situadas em áreas de preservação permanente 50,14% (3.099,47 ha).

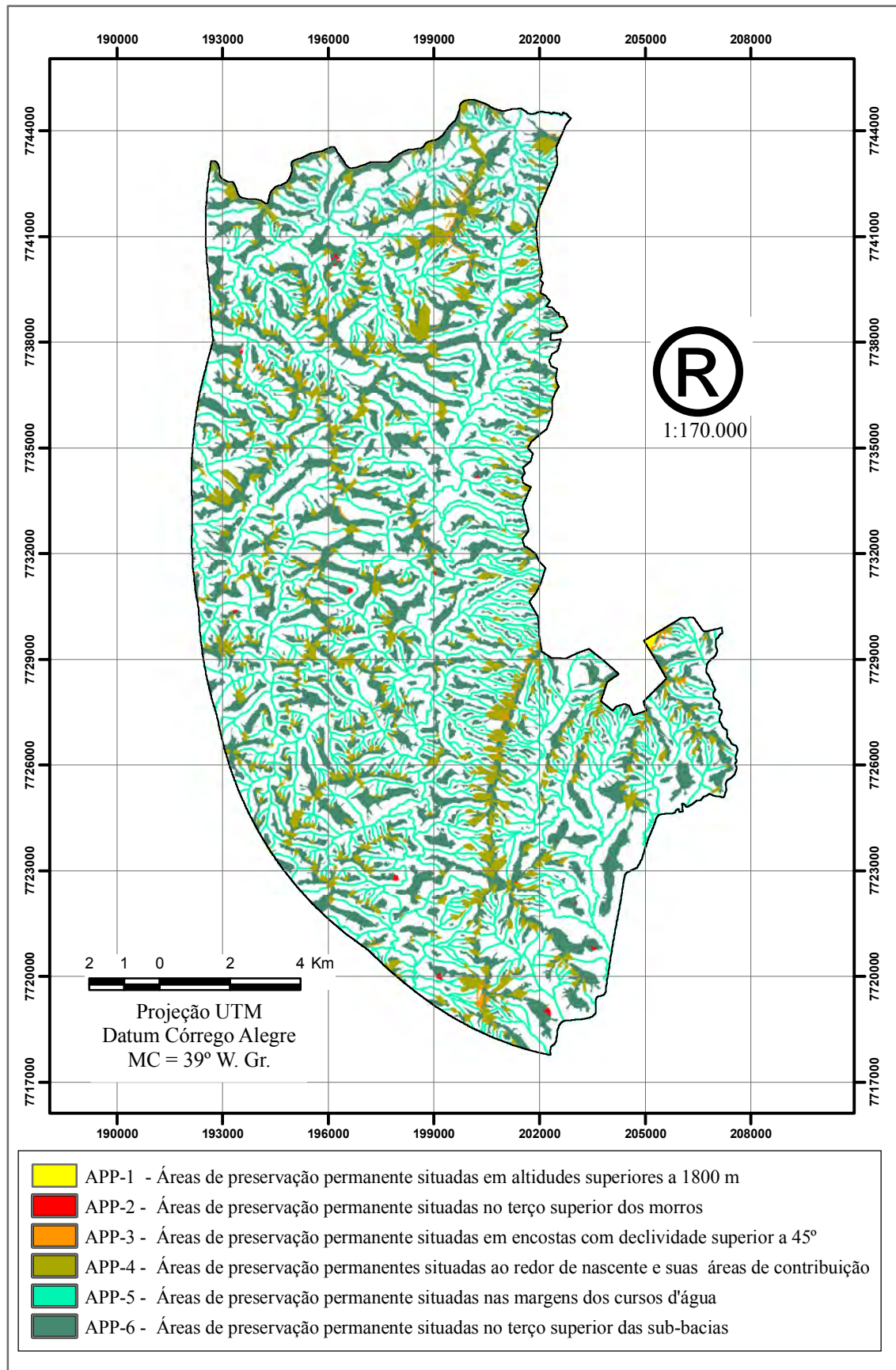


Figura 6 – Categorias de áreas de preservação permanente (APPs) identificadas no entorno do Parque Nacional do Caparaó, estado de Minas Gerais.

Quadro 8 – Quantificação das Áreas de Preservação Permanentes (APPs) no entorno do Parque Nacional do Caparaó, estado de Minas Gerais.

Categoria	Região do entorno				Total		
	Áreas (ha)				Área		
	Alto Jequitibá	Alto Caparaó	Caparaó	Espera Feliz	ha	%	
Áreas de Preservação Permanente	APP-1	-	-	-	8,42	8,42	0,03
	APP-2	3,74	2,68	4,38	7,87	18,67	0,07
	APP-3	42,64	7,68	13,85	28,79	92,96	0,37
	APP-4	658,55	326,02	534,72	470,15	1.989,44	7,90
	APP-5	907,82	921,18	1.096,98	1.031,21	3.957,19	15,72
	APP-6	1.804,76	1.401,04	1.449,47	1.376,27	6.031,54	23,96
	Total	3.417,51	2.658,60	3.099,47	2.922,71	12.098,22	48,06
Fora da APP	3.497,58	3.140,11	3.081,92	3.357,01	13.076,62	51,94	
Total	6.915,09	5.798,71	6.181,32	6.279,72	25.174,80	100,00	

4.4. Análise entre fragmentos florestais e legislação ambiental

De maneira geral, as classes de uso da terra sem cobertura florestal estão parcialmente situadas nas áreas legalmente protegidas. Do total de 11.767,52 ha relativos às APPs, 9.606,80 ha (81,64%) não possuem cobertura florestal e apenas 2.160,72 (18,36%) estão cobertas por fragmentos florestais nativos. Vale ressaltar que nesta análise foram desconsiderados 330,70 ha de APPs, referentes a áreas cobertas por nuvens na imagem do sensor IKONOS II. Observa-se que a conservação dos fragmentos florestais não estão necessariamente correlacionadas à observância da legislação, pois, 41,25% (1.517,00) destes, estão fora das áreas de preservação permanente, situadas em áreas em que usos antrópicos são permitidos, incluindo-se a reserva legal.

A Figura 7 e o Quadro 9, mostram a participação da Cobertura florestal dentro e fora das APPs. Nota-se que a APP situada no terço superior das sub-bacias (APP-6) apresentou a maior área sem cobertura florestal, totalizando 4.715,47 ha. Deste total, 1.206,70 ha, pertence à região do entorno situado no município de Alto Jequitibá. Em relação à APP-5, 3.369,42 ha, encontra-se sem proteção da cobertura florestal, com o município de Caparaó, apresentando a maior área sem cobertura (987,17 ha).

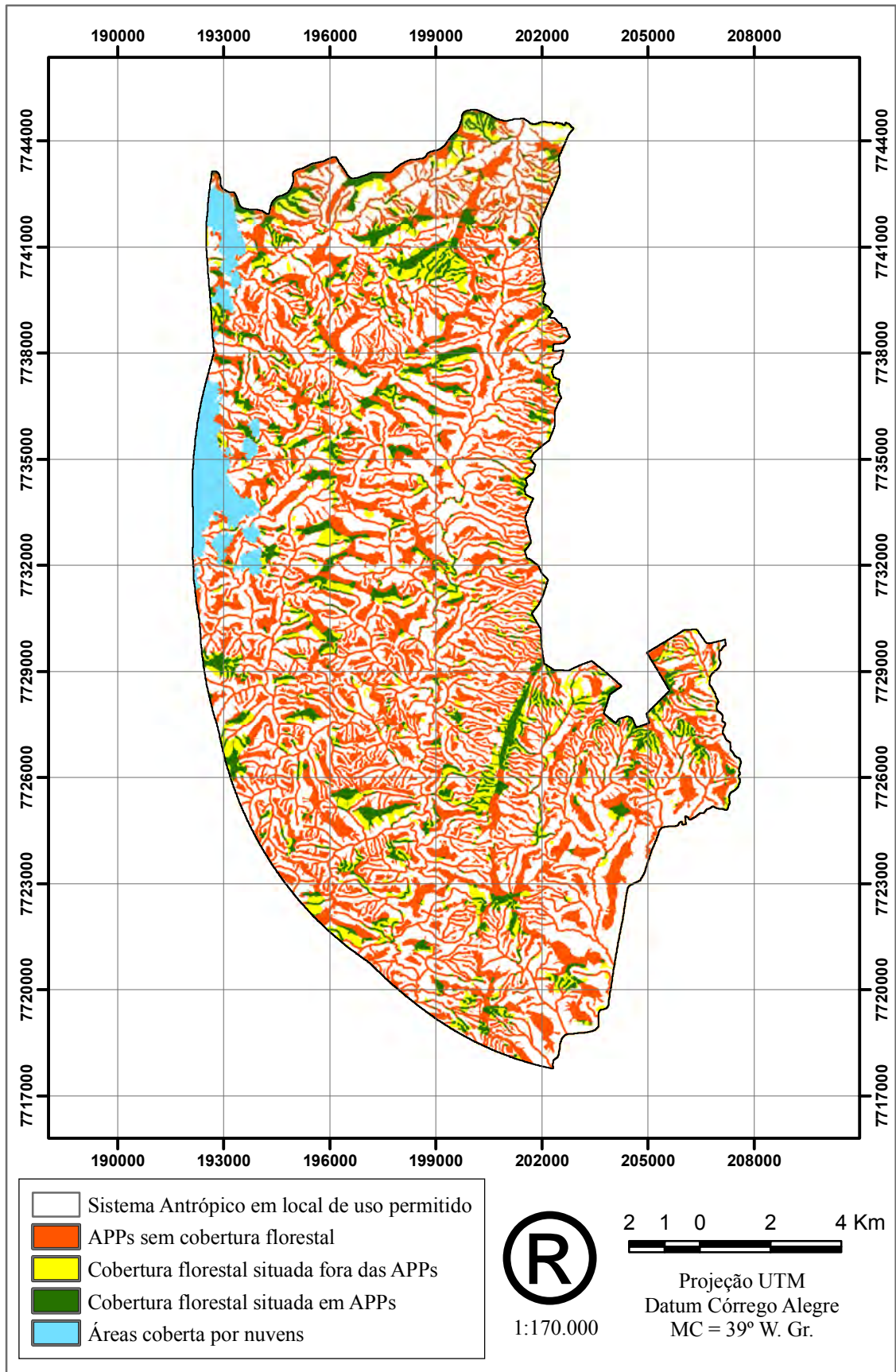


Figura 7 – Localização das áreas de preservação permanente, uso legal e conflito de uso no entorno do Parque Nacional do Caparaão, estado de Minas Gerais.

Quadro 9 – Participação da cobertura florestal dentro das categorias de APPs, delimitadas no entorno do Parque Nacional do Caparaó, estado de Minas Gerais.

Categoria	Ocorrência	Região do Entorno				TOTAL
		Área (ha)				Área (ha)
		Alto Jequitibá	Alto Caparaó	Caparaó	Espera Feliz	
APP-1	SCF ⁵	-	-	-	8,06	8,06
	CF ⁶	-	-	-	0,36	0,36
APP-2	SCF	2,52	2,53	4,36	5,54	14,95
	CF	1,22	0,15	0,02	2,33	3,72
APP-3	SCF	29,41	5,66	7,61	20,1	62,78
	CF	11,71	2,02	6,24	8,69	28,66
APP-4	SCF	430,84	253,25	396,3	355,73	1.436,12
	CF	171,6	72,77	138,42	114,42	497,21
APP-5	SCF	688,91	819,15	987,17	874,19	3.369,42
	CF	128,03	102,03	109,81	157,02	496,89
APP-6	SCF	1.206,70	1.140,07	1.200,94	1.167,76	4.715,47
	CF	415,87	260,97	248,53	208,51	1.133,88
Fora da APP	SCF	2.646,51	2.838,38	2.734,59	2.956,66	11.176,14
	CF	467,59	301,73	347,33	400,35	1.517,00

⁵SCF – Sem cobertura florestal; ⁶CF – Cobertura Florestal.

A análise da Figura 8 mostra, em termos percentuais, que as categorias de APPs com maiores áreas cobertas por fragmentos florestais foram as APPs situadas nas encostas com declividade superior a 45 graus (APP-3), com 31,3%, provavelmente pela dificuldade da utilização dessas áreas para fins agropecuários, e nas nascentes e suas respectivas áreas de contribuição (APP-4), com 25,7%. A maior parte da área da APP-1 é de formação rochosa, razão da menor porcentagem de cobertura florestal.

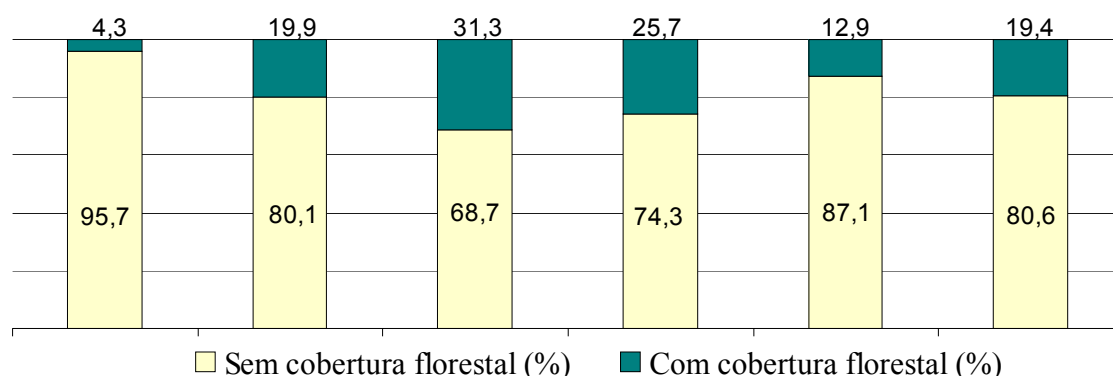


Figura 8 – Percentual do tipo de cobertura entre as categorias de APPs mapeadas no entorno do Parque Nacional do Caparaó, estado de Minas Gerais.

4.5. Mapeamento do uso da terra

A imagem do sensor IKONOS II, composição RGB, com as bandas 4, 2 e 1, permitiu identificar e mapear sete classes de usos e ocupação da terra na região do entorno do Parque Nacional do Caparaó, situada no município de Espera Feliz, MG (Figura 9).

O mapa representado pela Figura 9, teve a sua exatidão verificada pela matriz de erros, usando o índice de exatidão Kappa (Anexo 1). O resultado obtido com a utilização do estimador para imagem temática, foi de 0,93, valor considerado excelente ($0,8 < K \leq 1$) (CONGALTON & GREEN, 1998), indicando que a classificação alcançou um resultado satisfatório.

Em relação às classes mapeadas, nota-se pelo Quadro 10, que a classe Cafezal ocupou grande parte da área com 3.068,75 ha, (48,87%), ressaltando a sua importância econômica para a região e sendo a grande responsável pela fragmentação florestal. Devido à importância econômica, procurou-se separar a classe cafezal da área agrícola. A classe de pastagem ocupou 1.971,87 ha (31,40%), mostrando também, grande contribuição para a fragmentação florestal. Os fragmentos florestais ocuparam 14,20% da área. A análise do Quadro 10, juntamente com a Figura 9, mostram as atividades agropecuárias como uma das principais responsáveis pela transformação da paisagem natural, contribuindo marcadamente para os processos de antropização a que a área tem sido submetida. Segundo PEREIRA (1999), o município de Viçosa possui 68,00% da sua área coberta por lavouras e pastagem. NASCIMENTO (2004), em estudo realizado na bacia do rio Alegre, verificou que a classe de pastagem foi a principal responsável pela fragmentação florestal, ocupando 67,87% da cobertura do solo.

Quadro 10 – Classes de usos da terra identificadas no entorno do Parque Nacional do Caparaó, situado no município de Espera Feliz, Minas Gerais.

Classes de usos da terra	Área	
	(ha)	%
Cafezal	3.068,75	48,87
Pastagem	1.971,87	31,40
Fragmentos florestais	891,68	14,20
Pasto sujo	205,84	3,28
Área agrícola	70,64	1,12
Área edificada	60,41	0,96
Formação rochosa	10,53	0,17
TOTAL	6.279,72	100

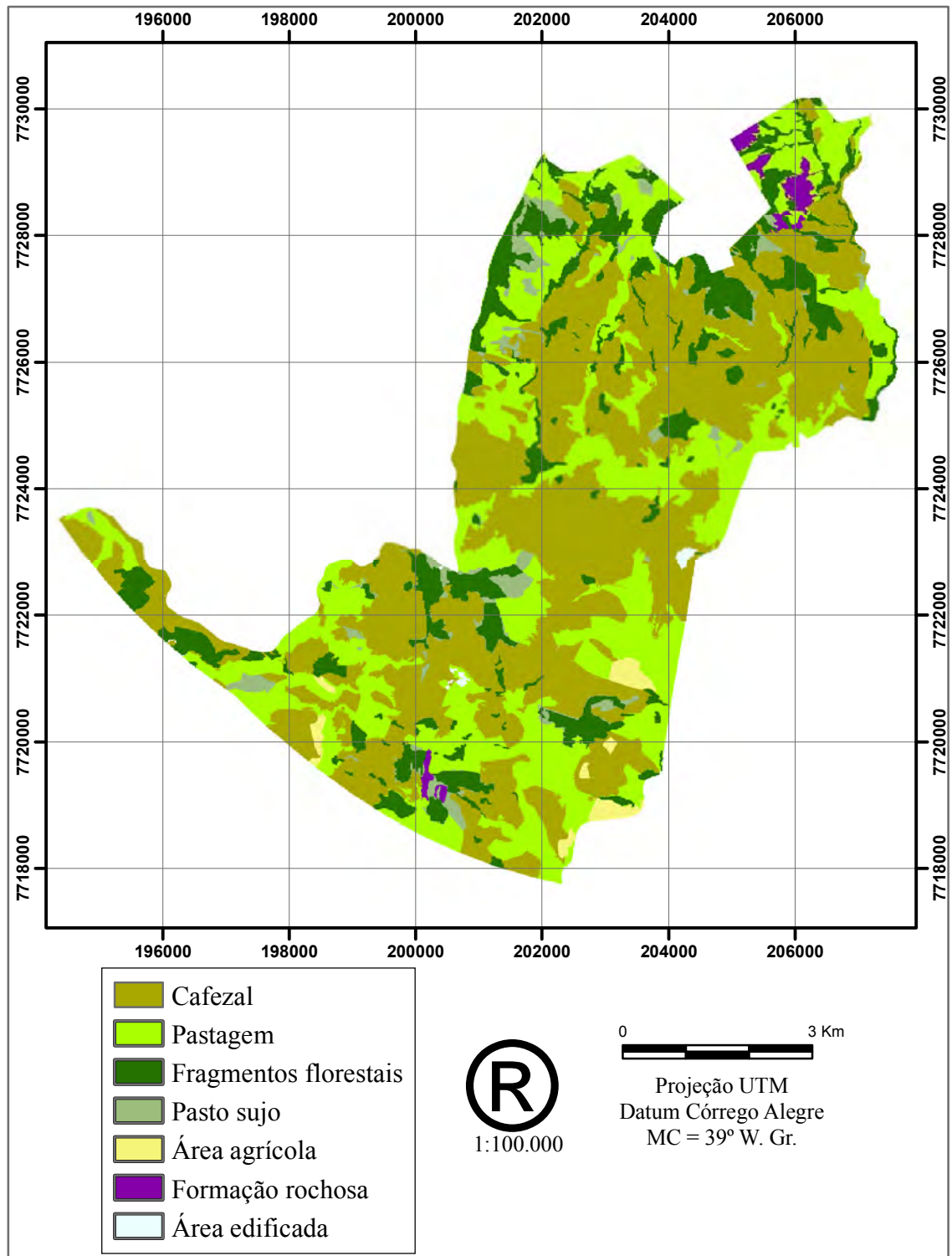


Figura 9 – Classes de usos e ocupação da terra no entorno do Parque Nacional do Caparaó, pertencente ao município de Espera Feliz, estado de Minas Gerais.

4.6. Análise de conflito de uso da terra

Uma análise do conflito de uso da terra foi realizada no entorno do parque situado no município de Espera Feliz, sendo este escolhido por possuir as seis categorias de áreas de preservação permanente e com características semelhantes ao restante da área.

De maneira geral, as classes de uso da terra mapeadas estão parcialmente situadas nas áreas legalmente protegidas, principalmente aquelas resultantes de ações antrópicas. Contudo, apenas as classes pertencentes ao sistema antrópico caracterizam o conflito de uso, pois resultam da intervenção humana. Do total de 2.922,71 ha relativos às APPs, 2.280,99 ha (78,04%) estão sendo afetados por uso indevido e apenas 641,72 ha (21,96%) são ocupadas por classes pertencentes ao sistema fitofisionômico natural, como formação rochosa (110,04 ha), pasto sujo (40,35 ha) e cobertura florestal (491,33 ha), demonstrando que o conflito de uso encontra-se em um estado bastante acentuado.

A análise do Quadro 11 mostra que as classes de cafezal e pastagem ocuparam a maior parte das APPs, com 1.449,34 ha (49,58%) e 802,28 ha (27,44%) respectivamente. As classes de cafezal (10,24%) e pastagem (64,49%) também ocuparam a maior parte das APPs no trabalho realizado por NASCIMENTO (1994) na bacia do Rio Alegre, ES. Apenas 491,33 ha (16,81%) das APPs possui cobertura florestal. As áreas de APPs situadas nas margens de curso d'água (APP-5) e no terço superior das sub-bacias (APP-6), com 835,21 e 1.108,99 ha, respectivamente, foram as categorias mais afetadas pelo uso indevido da terra.

Analisando ainda o Quadro 11, verificou-se que as classes de áreas edificadas e áreas agrícolas, com 1,01 e 28,36 ha, respectivamente, ocuparam as menores porções entre as categorias de APPs mapeadas. Além disso, verificou-se que as áreas de preservação permanentes situadas nos terços superiores dos morros (APP-6) apresentaram, dentre as categorias de APPs, a maior redução em área de floresta nativa, com 1.167,70 ha (84,85%) ocupados por alguma outra classe de uso da terra e, apenas, 208,51 ha (15,15%) estão efetivamente cobertos por fragmentos florestais.

Em termos percentuais, as categorias de APPs menos afetadas pelas classes de uso da terra e, por consequência, com maiores áreas cobertas por fragmentos florestais, foram as APPs situadas nas encostas com declividade superior a 45 graus (APP-3) e nos terços superiores dos morros (APP-2), com 30,18% (8,69 ha) e 29,60% (2,33 ha) de cobertura florestal, respectivamente.

Quadro 11 – Quantificação da ocorrência de conflitos de usos da terra e APPs delimitadas no entorno do Parque Nacional do Caparaó, situado em Espera Feliz, Minas Gerais.

Classe de Uso e Ocupação do Solo	Categorias de APPs						Total	Fora da APP (ha)
	Área (ha)							
	APP 1	APP 2	APP 3	APP 4	APP 5	APP 6		
Cafezal	0,00	5,01	1,26	222,45	439,35	781,27	1.449,34	1.619,41
Pastagem	0,11	0,45	8,98	96,62	383,00	313,12	802,28	1.169,59
Área Agrícola	0,00	0,08	0,00	1,83	12,40	14,05	28,36	42,28
Área edificada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,55	1,01	9,52
sub-total⁷	0,11	5,54	10,24	320,90	835,21	1.108,99	2.280,99	2.840,80
Floresta	0,36	2,33	8,69	114,42	157,02	208,51	491,33	400,35
Formação rochosa	0,00	0,00	5,80	29,93	31,54	42,77	110,04	95,80
Pasto sujo	7,95	0,00	4,06	4,90	7,44	16,00	40,35	20,06
sub-total	8,31	2,33	18,55	149,25	196,00	267,28	641,72	516,21
Total	8,42	7,87	28,79	470,15	1.031,21	1.376,27	2.922,71	3.357,01

⁷ Áreas que estão em conflito de uso da terra.

A Figura 10 mostra a participação das classes de uso da terra nas áreas de preservação permanente no município de Espera Feliz, correspondente ao entorno do Parque do Nacional do Caparaó.

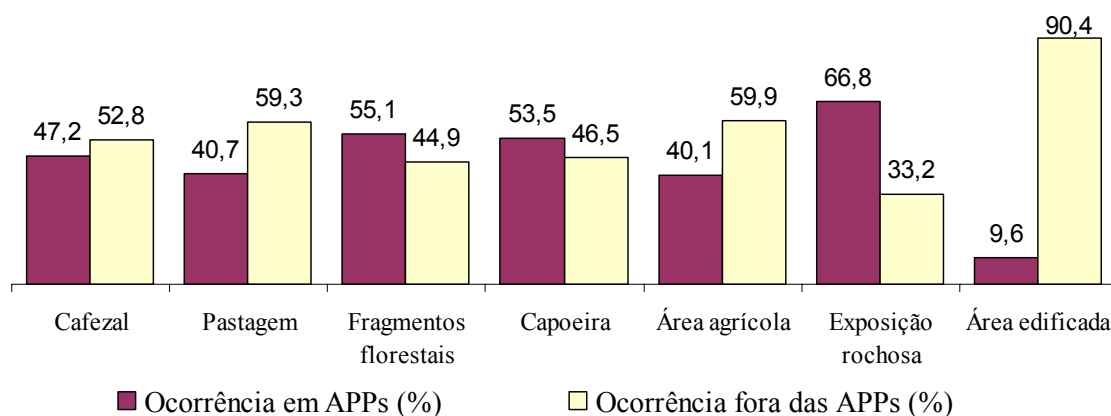


Figura 10 – Percentual de ocorrência das classes de usos e ocupação da terra em relação às APPs no entorno do Parque Nacional do Caparaó, município de Espera Feliz, Minas Gerais.

5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos foi possível concluir que:

- A adoção do SIG permitiu a delimitação automática das áreas de preservação permanentes e a identificação de conflito de uso da terra presentes na área de estudo.

- A utilização da imagem de alta resolução espacial (IKONOS II) permitiu o mapeamento de 529 fragmentos florestais.

- Considerando os resultados referentes aos 529 fragmentos florestais, constatou-se que 401 (75,8%) possuem área de até 5,0 ha, sendo que 44 fragmentos estão inseridos nesta média. Os dois maiores fragmentos ocupam 11,66% da área dos fragmentos mapeados. Embora a maior parte dos fragmentos florestais tenha apresentado área bastante reduzida, torna-se importante evidenciar que a sua conservação contribui para manutenção ou aumento da diversidade biológica local. Entre os municípios estudados, Alto Jequitibá apresentou a maior área (1.196,02 ha) e maior percentual de cobertura florestal (19,29%).

- Aproximadamente 311 fragmentos florestais (58,79%) possuem formas alongadas, estando sob intenso efeito de borda e apenas 2 fragmentos apresentaram formas arredondas com valores do Índice de Circularidade (IC) próximo de 1.

- A respeito da delimitação automática das Áreas de Preservação Permanente (APPs), essa mostrou-se bastante eficiente, produzindo de maneira automatizada, informações precisas sobre as suas dimensões e distribuição espacial na paisagem.

- As categorias de áreas de preservação permanentes situadas em áreas com altitudes superiores a 1.800m, no terço superior dos morros, nas encostas com declividade superior a 45 graus, nas nascentes e suas respectivas áreas de contribuição,

ao longo das margens de cursos d'água e no terço superior das sub-bacias ocuparam 12.098,22 ha (48,06%), de um total de 25.174,84 ha da área total do entorno.

- Do total de 11.767,52 ha relativos à área de preservação permanente, apenas 2.160,72 ha (18,36%) estão cobertos por fragmentos florestais nativos enquanto que 1.517,00 ha (41,25%) da área total dos fragmentos florestais mapeados estão fora das áreas de preservação permanente.

- O terço superior das sub-bacias apresentou a maior área sem cobertura florestal, com 4.715,47 ha, sendo 1.206,70 ha, pertencentes à região do entorno situado no município de Alto Jequitibá.

- A utilização da imagem de alta resolução espacial (IKONOS II) possibilitou o mapeamento de 7 classes de uso da terra, na região do entorno, situada em Espera Feliz.

- A área do Entorno situado no município de Espera Feliz é de 6.279,72 ha, dos quais 48,87% são cobertos por cafezal, 31,40% por pastagem e 14,20% por fragmentos florestais.

- Em se tratando do conflito de uso da terra, na região do entorno situada em Espera Feliz, as classes cafezal (1.449,34 ha) e pastagem (802,28 ha) ocuparam a maior parte das APPs, ocupando, respectivamente, (49,58%) e (27,44%) das áreas legalmente protegidas pela legislação ambiental.

6. RECOMENDAÇÕES

Diante dos resultados obtidos, recomendam-se as seguintes ações como subsídios para elaboração de propostas de técnicas de manejo racional visando o ordenamento do uso da terra:

- Aplicação das técnicas adotadas neste trabalho para o restante do entorno do Parque Nacional do Caparaó e outras Unidades de Conservação.

- O estudo científico detalhado dos fragmentos florestais objetivando identificar as suas características físicas, bióticas e a interferência antrópica.

- Conscientização da comunidade local sobre a importância da preservação ambiental para o desenvolvimento econômico e social a partir da implantação de um programa de educação ambiental.

- Recomenda-se a identificação mais precisa dos tipos de fisionomias e mosaicos de estágio de regeneração presentes dentro de um mesmo fragmento florestal, utilizando material com escala superior.

- Implantação de um programa de reflorestamento com espécies nativas ou a partir de sistemas agroflorestais nas áreas de preservação permanente, especialmente aquelas situadas ao longo dos cursos d'água e nas áreas de contribuição das nascentes.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, L. M. **Sistemas de informações geográficas como instrumentos para o planejamento de uso da terra, em bacias hidrográficas.** Viçosa, MG: UFV, 1993. 112p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- BARROS FILHO, L. **Fragmentos florestais nativos: estudo de paisagens em domínio da floresta atlântica, município de Itabira, MG.** Viçosa, MG: UFV, 1997. 52p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- BARROS SILVA, A. **Sistemas de informações geo-referenciadas. Conceito e fundamentos.** Campinas, SP: Editora da Unicamp, 1999.
- BALMFORD, A.; BRUNER, A.; COOPER, P.; COSTANZA, R.; FARBER, S.; GREEN, R. E.; JENKINS, M.; JEFFERISS, P.; JESSAMY, V.; MADDEN, J.; MUNRO, K.; MYERS, N.; NAEEM, S.; PAAVOLA, J.; RAYMENT, M.; ROSENDO, S.; ROUCHGARDEN, J.; TRUMPER, K.; TURNER, R. K. **Economic Reasons for Conserving Wild Nature.** *Science*, 297: p.950 – 953, 2002.
- BENJAMIN, A. H. **Introdução à lei do sistema de unidades de conservação. In: Direito ambiental das áreas protegidas: o regime jurídico das unidades de conservação.** Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2001, p.276-316.
- BRASIL. **Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.** Institui o Novo Código Florestal Brasileiro.
- BRASIL. **Decreto de 20 de novembro de 1997.** Dispõe sobre a definição dos limites do Parque Nacional do Caparaó.
- BUNCE, R. G. H.; JONGMAN, R. H. G. **An introduction to landscape ecology.** In: BUNCE, R. G. H.; RYSZKOWSKI, L.; PAOLETTI, M. G. *Landscape ecology and agroecosystems.* Boca Raton: Lewis, p. 3-10, 1993.

- BURROUGH, P. A. & MCDONEELL, R. A. **Principles of Geographical Information Systems. Spatial Information Systems and Geostatistics.** Oxford University, Oxford, 1998.
- CHAVES, M. A. **Modelos digitais de elevação hidrológicamente consistentes para a bacia Amazônica.** Viçosa, MG: UFV, 2002, 115p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- CPRM; COMIG. **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil: Ipanema, Folha SE.24-Y-C-IV.** Belo Horizonte, 2000. v.26. 1, *in* CD-ROM.
- CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) **Legislação Ambiental Brasileira.** 1999. Disponível em: <<http://mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em: 20 março de 2006.
- CONGALTON, R G.; GREEN, K. **Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices.** New York: Lewis Publishers, 1998. 137p.
- COSTA, T. C. C.; SOUZA, M. G.; BRITES, R S. **Delimitação e caracterização de Áreas de Preservação Permanente por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG).** Revista Árvore. Viçosa - MG, v. 20, n.1, p.129 - 135, 1996.
- DNPM; CPRM. **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil. Cachoeiro do Itapemirim,** 1993.
- DOBSON, A P; Bradshaw, A D & Baker, A J M. **Hopes for the future: Restoration Ecology and Conservation Biology.** *Science*, 277: p. 515 – 522, 1997.
- EASTMAN, J. R. **Guide to Gis and image processing: IDRISI Kilimanjaro,** Wocester, USA: Clark. 2003 University, 1999.
- ESRI – **Environmental Systems Research Institute,** Inc. ArcGIS Professional GIS for the desktop, versão 9.0. CA. 2004.
- FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology.** New York: John Wiley, 1986. 619p. Publications. Austrália, 1989. 141p.
- FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL – **FUNDER.** Disponível em: <<http://www.artnet.com.br/funder>>. Acesso em: 01 de maio de 2006.
- Gomes, L. J. **Conflitos entre a conservação e o uso da terra em comunidades rurais no entorno do Parque Nacional da Serra da Bocaina: uma análise interpretativa.** Campinas, SP: UEC,FC, 2002 [s.n.]. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Campinas, 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cartas topográficas do mapeamento sistemático: Espera Feliz, Manhumirin, escala 1:50.000, Projeção Universal Transversa de Mercator, M.C. = 39° W. Gr.** Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 janeiro 2006.

- IBAMA. Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza SNUC: **Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000 e Decreto no 4.340, de 22 de agosto de 2002**, 5. ed. Brasília, 2004. 56 p.
- IBAMA. Ministério do Meio Ambiente. **Histórico do Parque Nacional do Caparaó**. Disponível em: <www.ibama.gov.br/parna-caparao>. Acesso em 8 abril de 2006.
- KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. **Conseqüências genéticas da fragmentação sobre população de espécies arbóreas**. Série Técnica IPEF, vol. 12, nº 32, 1998, p. 65-70.
- KAPOS, V. **Effects of isolation on the water status of forest. Patches in the Brazilian Amazon**. Journal of Tropical Ecology, v. 5, p. 173-185, 1989.
- KRAMER, E. A. **Measuring landscape changes in remnant tropical dry forests**. In: Laurance, W. F.; Bierregaard, R.O. (Eds.). Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities. London: The University of Chicago Press, 616 p., 1997
- LIMA, A **Parecer Jurídico: princípios constitucionais aplicáveis às áreas de preservação permanente** - doutrina e jurisprudência. Brasília, DF, 94p. 2003.
- LIESENBERG, V., ANJOS, T. J., REFOSCO, J. C. **Utilização de imagem TM/LANDSAT na análise do conflito de uso do solo em áreas ciliares na bacia hidrográfica do Rio Texto, SC**. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO – CBCOMP, 2002.
- LILLESAND, T. M., KIEFER, R. W. **Remote Sensing and image interpretation**. 3.º ed. New York: John Wiley e Sons, Inc., 1994.750 p.
- MacARTHUR, R. H; WILSON, E. O. **The theory of island biogeography**. Princeton: Princeton University, 1967. 203p.
- MACHADO, P. L. **Direito ambiental brasileiro**. 4. ed. São Paulo: Malheiros, 1992. 606 p.
- MARTINS, I. C. M. **Diagnóstico ambiental no contexto de paisagem de fragmentos florestais -"Ipucas"- no município de Lagoa da Confusão, Tocantins**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 97p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- MOTA, E. V. R. **Identificação de novas unidades de conservação no estado do Espírito Santo utilizando o sistema de Análise geo-Ambiental Saga**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 140p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- MOREIRA, A. A. **Identificação de conflito no uso da terra em uma microbacia hidrográfica**. Viçosa: UFV, 1999. 61p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.

- MOREIRA, L. de M. **Evolução Crustal do Leste de Minas Gerais: uma contribuição a partir do estudo geotermobarométrico de metamorfitos da região de Simonésia - Manhuaçu (MG)**. 1997. 116p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- NASCIMENTO, M. C. **Mapeamento das áreas de preservação permanente e dos conflitos de uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Alegre, ES**. Viçosa: UFV, 2004. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- OLIVEIRA, A. M. S. **Impacto econômico da implantação de áreas de preservação permanente na bacia do Rio Alegre, município de Alegre-ES**. Viçosa: UFV, 2005. 62p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- OLIVEIRA, L. M. T. **Diagnóstico de fragmentos nativos, em nível de paisagem, em áreas sob influência da Vera Cruz Florestal, Eunápolis, BA**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 74p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- OLIVEIRA, M. J. **Proposta metodológica para delimitação automática de Áreas de Preservação Permanente em topos de morro e em linha de cumeada**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 53p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- ORLANDO, H. **Unidades de conservação e manejo da zona de entorno**. In: Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, 1, 1997, Curitiba. Anais...Curitiba: IAP, UNILIVRE, Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação, 1997. 2v.
- PEREIRA, R. A. **Mapeamento e caracterização de fragmentos de vegetação arbórea e alocação de áreas preferenciais para sua interligação no Município de Viçosa, MG** – Viçosa, MG: UFV, 1999. 203p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- PINTO, L. V. A, FERREIRA, E., BOTELHO, S. A, DA VIDE, A. C. **Delimitação de Uso Conflitivo do Solo das Áreas de Preservação Permanente da Sub-Bacia do Ribeirão Santa Cruz**. In: XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR., 2003, Belo Horizonte, MG. Anais... Belo Horizonte: INPE, 2003, CD-ROM.
- REZENDE, S. B. **Geomorphology, mineralogy and gênesis of four soils on gneiss in southeastern Brazil**. 1980.143p. Thesis (Ph D) – West Lafayette, Indiana.
- RIBEIRO, C. A A S.; OLIVEIRA, M. J.; SOARES, V. P.; PINTO, F. A C. **Delimitação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros e em linhas de cumeada: metodologia e estudo de caso**. In: Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicadas à Engenharia Florestal, 5, 2002. Curitiba, PR. Anais... Curitiba, PR., 2002. p. 7-18.

- RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; OLIVEIRA, A. M. S.; GLERIANI, J. M. **O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente.** Revista Árvore. n. 2, v. 29, p.203-212, 2005.
- RODRIGUES, M. **Geoprocessamento: um retrato atual.** Revista Fator GIS. Sagres Cartografia e Editora, Curitiba, PR, 1993, Ano 1, nº 2, pág. 20 – 23.
- SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. L.; MARQUES, C. R. **Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review.** Conservation Biology, V. 5, n. 1, p. 18-35, 1991.
- SANTOS, J. E.; NOGUEIRA, F.; PIRES, J. S. R.; OBARA, A. T.; PIRES, A. M. Z. C. R. **The value of the Ecological Station of Jataí's ecosystem services and natural capital.** Revista Brasileira de Biologia, 61(2): 171 – 190, 2001.
- SILVA, E. **Avaliação qualitativa de impactos ambientais do reflorestamento no Brasil.** Viçosa, MG: UFV, 1994. 309p. Dissertação (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- SILVA, E. **Código Florestal Brasileiro: função e áreas de preservação permanente.** In: Simpósio Internacional Sobre Ecossistemas Florestais, 4, 1996, Belo Horizonte, MG. Anais... Belo Horizonte: 1996, pA8.
- SOARES, V. P.; MOREIRA, A. A.; RIBEIRO, J. C.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. **Avaliação das áreas de uso indevido da terra em uma micro-bacia no município de Viçosa, MG, através de fotografias aéreas e Sistemas de Informação Geográfica.** Revista Árvore, v. 26, n. 2, p. 243-251, 2002.
- VIANA, V. M. **Biologia e manejo de fragmentos florestais.** In: Congresso Florestal Brasileiro, 6, Campos do Jordão, 1990. Anais... Curitiba: Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade de Engenheiros Florestais, p. 113-118, 1990.
- VIANA, V. M.; TABANEZ, J. A.; MARTINS, J. L. A. **Restauração e manejo de fragmentos florestais.** In: Congresso Nacional Sobre Essências Nativas, 2, São Paulo, 1992. Anais... São Paulo: Instituto Florestal de São Paulo. p. 400-407, 1992.
- VIANA, V. M.; TABANEZ, J. A.; BATISTA, J. L. F. **Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest.** In: Laurance, W.; BIERREGARD, R. O.; MORITZ, C., ed. Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities. Chicago: University of Chicago Press, p. 351-365, 1997.
- VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. **Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais.** Série Técnica IPEF, v. 12, n. 32, p.25-42, 1998.
- VOGELMANN, J.E. **Assessment of Forest Fragmentation in Southern New England using Remote Sensing and Geographic Information Systems Technology.** Conservation Biology, vol. 9(2), p 439-449, 1995.
- ZOLHO, R. **Princípios de manejo e desenvolvimento da área tampão do Parque**

Nacional de Gorongosa. Comunidades e Maneio dos Recursos Naturais:
Memórias da 1a Conferência Nacional sobre Maneio Comunitário dos Recursos
Naturais. Maputo, Moçambique. FAO/IUCN. 1998. p199 – 226.

ANEXO

Anexo 1 – Resultado da classificação pelo estimador de acerto Kappa, no entorno do Parque Nacional do Caparaó, pertencente ao município de Espera Feliz, Minas Gerais.

CLASSES DE USO DA TERRA	Cafezal	Pastagem	Fragmento Florestal	Pasto sujo	Área agrícola	Formação rochosa	Área edificada	TOTAL
Cafezal	15.609	467	0	0	0	0	0	16.076
Pastagem	235	10.370	6	164	0	54	0	10.829
Fragmento Florestal	15	16	4.364	360	0	83	0	4.838
Pasto sujo	52	0	0	932	0	0	0	984
Área agrícola	0	0	0	0	377	0	0	377
Formação rochosa	0	0	0	0	0	293	0	293
Área edificada	0	0	0	0	0	0	57	57
TOTAL	15.911	10.853	4.370	1.456	377	430	57	33.454
Coefficiente Kappa								0,93

Coefficiente Kappa: $\leq 0,2$ – péssimo; $0,2 < K \leq 0,4$ – razoável; $0,4 < K \leq 0,6$ – bom; $0,6 < K \leq 0,8$ – muito bom; e $0,8 < K \leq 1,0$ – excelente

APÊNDICE

APÊNDICE 1

RESOLUÇÃO N° 303, DE 20 DE MARÇO DE 2002

Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto n.º 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto nas Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e o seu Regimento Interno, e Considerando a função sócio-ambiental da propriedade prevista nos arts. 5º, inciso XXIII, 170, inciso VI, 182, § 2º, 186, inciso II e 225 da Constituição e os princípios da prevenção, da precaução e do poluidor-pagador; Considerando a necessidade de regulamentar o art. 2º da Lei n° 4.771, de 15 de setembro de 1965, no que concerne às Áreas de Preservação Permanente; Considerando as responsabilidades assumidas pelo Brasil por força da Convenção da Biodiversidade, de 1992, da Convenção Ramsar, de 1971 e da Convenção de Washington, de 1940, bem como os compromissos derivados da Declaração do Rio de Janeiro, de 1992; Considerando que as Áreas de Preservação Permanente e outros espaços territoriais especialmente protegidos, como instrumentos de relevante interesse ambiental, integram o desenvolvimento sustentável, objetivo das presentes e futuras gerações, resolve:

Art. 1º Constitui objeto da presente Resolução o estabelecimento de parâmetros, definições e limites referentes às Áreas de Preservação Permanente.

Art. 2º Para os efeitos desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - nível mais alto: nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d'água perene ou intermitente;

II - nascente ou olho d'água: local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea;

III - vereda: espaço brejoso ou encharcado, que contém nascentes ou cabeceiras de cursos d' água, onde há ocorrência de solos hidromórficos, caracterizado predominantemente por renques de buritis do brejo (*Mauritia flexuosa*) e outras formas de vegetação típica;

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

VI - base de morro ou montanha: plano horizontal definido por planície ou superfície de lençol d' água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota da depressão mais baixa ao seu redor;

VII - linha de cumeada: linha que une os pontos mais altos de uma seqüência de morros ou de montanhas, constituindo-se no divisor de águas;

VIII - restinga: depósito arenoso paralelo à linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, também consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do substrato do que do clima. A cobertura vegetal nas restingas ocorrem em mosaico, e encontra-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivos e arbóreo, este último mais interiorizado;

IX - manguezal: ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência flúvio-marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os estados do Amapá e Santa Catarina;

X - duna: unidade geomorfológica de constituição predominante arenosa, com aparência de cômodo ou colina, produzida pela ação dos ventos, situada no litoral ou no interior do continente, podendo estar recoberta, ou não, por vegetação;

XI - tabuleiro ou chapada: paisagem de topografia plana, com declividade média inferior a dez por cento, aproximadamente seis graus e superfície superior a dez hectares, terminada de forma abrupta em escarpa, caracterizando-se a chapada por grandes superfícies a mais de seiscentos metros de altitude;

XII - escarpa: rampa de terrenos com inclinação igual ou superior a quarenta e cinco graus, que delimitam relevos de tabuleiros, chapadas e planalto, estando limitada no topo pela ruptura positiva de declividade (linha de escarpa) e no sopé por ruptura negativa de declividade, englobando os depósitos de colúvio que localizam-se próximo ao sopé da escarpa;

XIII - área urbana consolidada: aquela que atende aos seguintes critérios:

- a) definição legal pelo poder público;
- b) existência de, no mínimo, quatro dos seguintes equipamentos de infra-estrutura urbana:
 - 1. malha viária com canalização de águas pluviais,
 - 2. rede de abastecimento de água;
 - 3. rede de esgoto;
 - 4. distribuição de energia elétrica e iluminação pública;
 - 5. recolhimento de resíduos sólidos urbanos;
 - 6. tratamento de resíduos sólidos urbanos; e
- c) densidade demográfica superior a cinco mil habitantes por km².

Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

- a) trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura;
- b) cinquenta metros, para o curso d'água com dez a cinquenta metros de largura;
- c) cem metros, para o curso d'água com cinquenta a duzentos metros de largura;
- d) duzentos metros, para o curso d'água com duzentos a seiscentos metros de largura;
- e) quinhentos metros, para o curso d'água com mais de seiscentos metros de largura;

II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

III - ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de:

- a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;
- b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinquenta metros;

IV - em vereda e em faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de cinquenta metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado;

V - no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base;

VI - nas linhas de cumeada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação à base, do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros;

VII - em encosta ou parte desta, com declividade superior a cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive;

VIII - nas escarpas e nas bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a cem metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa; IX - nas restingas:

a) em faixa mínima de trezentos metros, medidos a partir da linha de preamar máxima;

b) em qualquer localização ou extensão, quando recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues;

X - em manguezal, em toda a sua extensão;

XI - em duna;

XII - em altitude superior a mil e oitocentos metros, ou, em Estados que não tenham tais elevações, à critério do órgão ambiental competente;

XIII - nos locais de refugio ou reprodução de aves migratórias;

XIV - nos locais de refúgio ou reprodução de exemplares da fauna ameaçadas de extinção que constem de lista elaborada pelo Poder Público Federal, Estadual ou Municipal;

XV - nas praias, em locais de nidificação e reprodução da fauna silvestre.

Parágrafo único. Na ocorrência de dois ou mais morros ou montanhas cujos cumes estejam separados entre si por distâncias inferiores a quinhentos metros, a Área de Preservação Permanente abrangerá o conjunto de morros ou montanhas, delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura em relação à base do morro ou montanha de menor altura do conjunto, aplicando-se o que segue:

I - agrupam-se os morros ou montanhas cuja proximidade seja de até quinhentos metros entre seus topos;

II - identifica-se o menor morro ou montanha;

III - traça-se uma linha na curva de nível correspondente a dois terços deste; e

IV - considera-se de preservação permanente toda a área acima deste nível.

Art. 4º O CONAMA estabelecerá, em Resolução específica, parâmetros das Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso de seu entorno.

Art. 5º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação. revogando-se a Resolução CONAMA 004, de 18 de setembro de 1985.

JOSÉ CARLOS CARVALHO
Presidente do Conselho

Publicada DOU 13/05/2002