

## **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<sup>1</sup>  
Vicente Paulo Soares<sup>1</sup>  
José Eduardo Macedo Pezzopane<sup>2</sup>  
José Marinaldo Gleriani<sup>1</sup>  
Elias Silva<sup>1</sup>  
Gumercindo Souza Lima<sup>1</sup>  
Ângelo Marcos Santos Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Viçosa –UFV  
Campus Universitário – 36570-000 – Viçosa – MG, Brasil  
fernando.ef@bol.com.br, {vicente, gleriani, gslima}@ufv.br,  
eshamir@mail.ufv.br, angelo.mso@gmail.com

<sup>2</sup>Centro de Ciência Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo – CCAUFES  
Alto Universitário, – 29550.000 – Alegre – ES, Brasil  
jemp@cca-ufes.br

**Abstract.** The objectives of this study were to elaborate a forest fragmentation map using digital images obtained from Ikonos II and delineate automatically the permanent preservation areas, based on the Brazilian Forest Law # 4,771/65 and the CONAMA Act # 303/02. The study area is located in the surrounding region of the Caparaó National Park, comprising the municipalities of Alto Jequitibá, Alto Caparaó, Caparaó e Espera Feliz, Minas Gerais State, Brazil. Using geoprocessing techniques, it was possible to map 529 forest fragments and to delineate the following permanent preservation areas: located in altitudes above 1,800 m (8.24 ha); hilltops (18.67 ha); upper third of the hillsides (6,031.54 ha)); slopes above 45 degrees (92,96 ha); springs and their contribution areas (1,989.44 ha) and along ridgelines and riparian zones (3,957.19 ha). It was observed that 3,677.72 ha (15,04%) of the surrounding region, corresponded to forest fragments and only 2,160.72 (18,36%) of permanent preservation areas are protected by native forest.

**Palavras-chave:** permanent preservation area, geoprocessing, forest fragments, área de preservação permanente; geoprocessamento, fragmentos florestais.

### **1. Introdução**

A expansão antrópica continua sendo o grande responsável pelas pressões sobre as florestas naturais. A fragmentação florestal tem gerado consequências negativas nos diferentes compartimentos ambientais (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).

Uma das formas de preservar ecossistemas foi a implantação de Unidades de Conservação (UC) como parques nacionais, reserva ecológica, reserva biológica e outras. Para minimizar o impacto negativo das atividades humanas em volta destas unidades, foram estabelecidas zonas de amortecimento nestas áreas (Orlando, 1997).

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. Estas funções são: preservação da paisagem, proteção dos recursos hídricos, proteção do fluxo gênico da fauna e flora e dissipador de energia erosiva (Brasil, 1965).

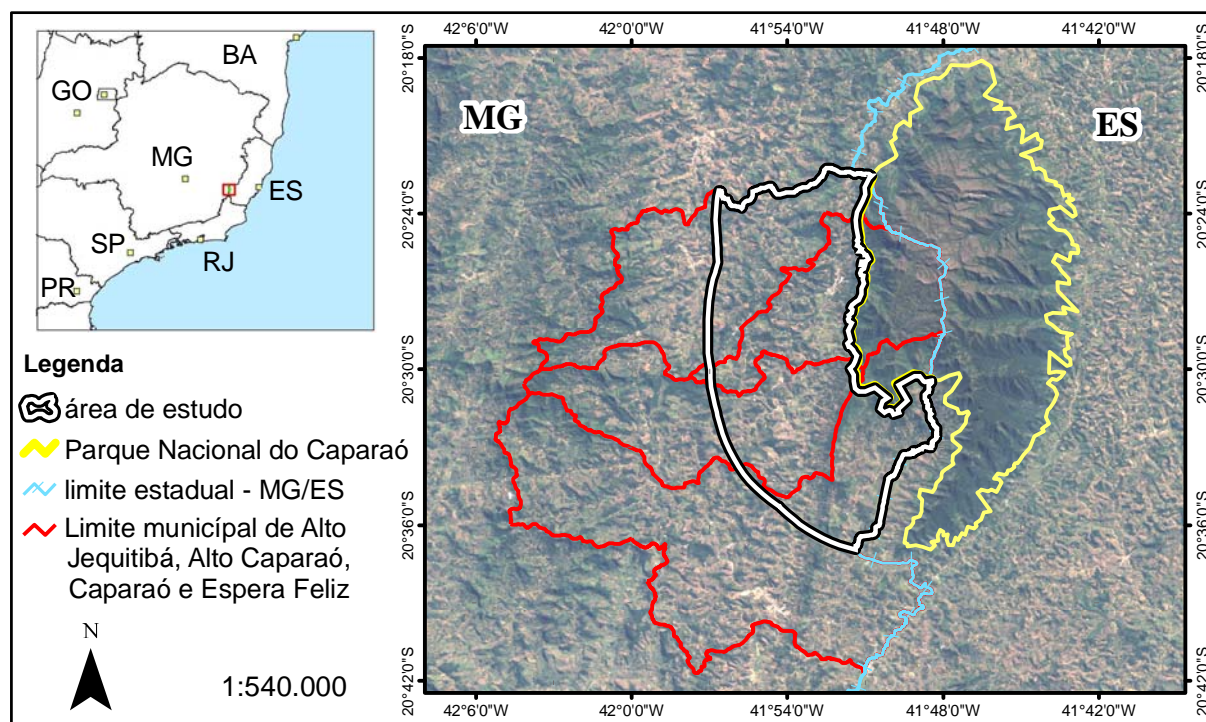
Os sistemas de informações geográficas (SIG) atuais dispõem de diversos recursos para uma modelagem numérica precisa e detalhada do relevo. Estes modelos podem ser utilizados na proposição de metodologias para delimitação automática de APPs, com base nos critérios estabelecidos pela Resolução n.º 303, do CONAMA, de 20 de março de 2002. Os produtos derivados a partir desses procedimentos têm substituído, com vantagens, os métodos manuais, tradicionalmente utilizados (Ribeiro et al., 2002), permitindo a obtenção de resultados menos subjetivos, em menor tempo e replicáveis (Tribe, 1992) e apresentado níveis de exatidão comparáveis aos obtidos por métodos manuais (Eash, 1994).

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

Este estudo teve como objetivo mapear os fragmentos florestais e delimitar, de maneira automática, as áreas de preservação permanente com base nos critérios estabelecidos na Resolução n. 303, do CONAMA e no código florestal brasileiro, bem como analisar a cobertura florestal dessas áreas no entorno do Parque Nacional do Caparaó, no estado de Minas Gerais.

## 2. Material e Métodos

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 no estado de Minas Gerais, abrangendo parte dos municípios do Alto Jequitibá, Alto Caparaó, Caparaó e Espera Feliz. Corresponde a uma faixa de 10 km de distância da parte mineira do Parque Nacional do Caparaó (Figura 1), de acordo com a Resolução n° 13/90 do CONAMA, que determinou esta distância de faixa em torno das Unidades de Conservação.



**Figura 1** – Localização do entorno do Parque Nacional do Caparaó, inserido nos municípios de Alto Jequitibá, Alto Caparaó, Caparaó e Espera Feliz, Minas Gerais.

Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é do tipo Cwb, caracterizado pelo inverno frio e seco e verão chuvoso. De maneira geral, a topografia da região possui relevo bastante acidentado, intercalada por reduzidas áreas planas. Na referida área, encontram-se basicamente culturas de subsistência, pastagens e um grande predomínio de café, além de remanescentes florestais nativos localizados, sobretudo, nos topos dos morros.

Para a realização deste estudo, utilizou-se imagens do satélite IKONOS II com resolução espacial de 4 metros, nos intervalos espectrais do visível (0,52 – 0,69  $\mu\text{m}$ ) e infravermelho próximo (0,76 – 0,90  $\mu\text{m}$ ), obtida em abril de 2004; bases cartográficas planialtimétricas em formato digital na escala de 1:50.000, digitalizadas partindo das folhas SF-24-V-A-I-3 e SF-24-V-A-IV-I (IBGE, 1977). O tratamento e análise dos dados foram realizados por meio dos softwares IDRISI 14.0, Kilimanjaro (Eastman, 2003) e ArcGIS, versão 9.0, módulos ArcMap e ArcInfo Workstation (ESRI, 2004). 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.

Inicialmente, foram coletados 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 as bandas 4 (0,76-0,90  $\mu\text{m}$ ), 2 (0,52-0,60  $\mu\text{m}$ ) e 1 (0,45-0,52  $\mu\text{m}$ ), seguida da digitalização dos fragmentos florestais por meio do software IDRISI.

De acordo com o disposto nos artigos 2º e 3º da Resolução nº 303 do CONAMA, foram delimitadas seis categorias de APPs, seguindo a metodologia desenvolvida por Ribeiro et al., (2002, 2005). Esta metodologia, resumidamente, abrangeu as etapas descritas a seguir:

Inicialmente, produziu-se o Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente 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. 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.

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.

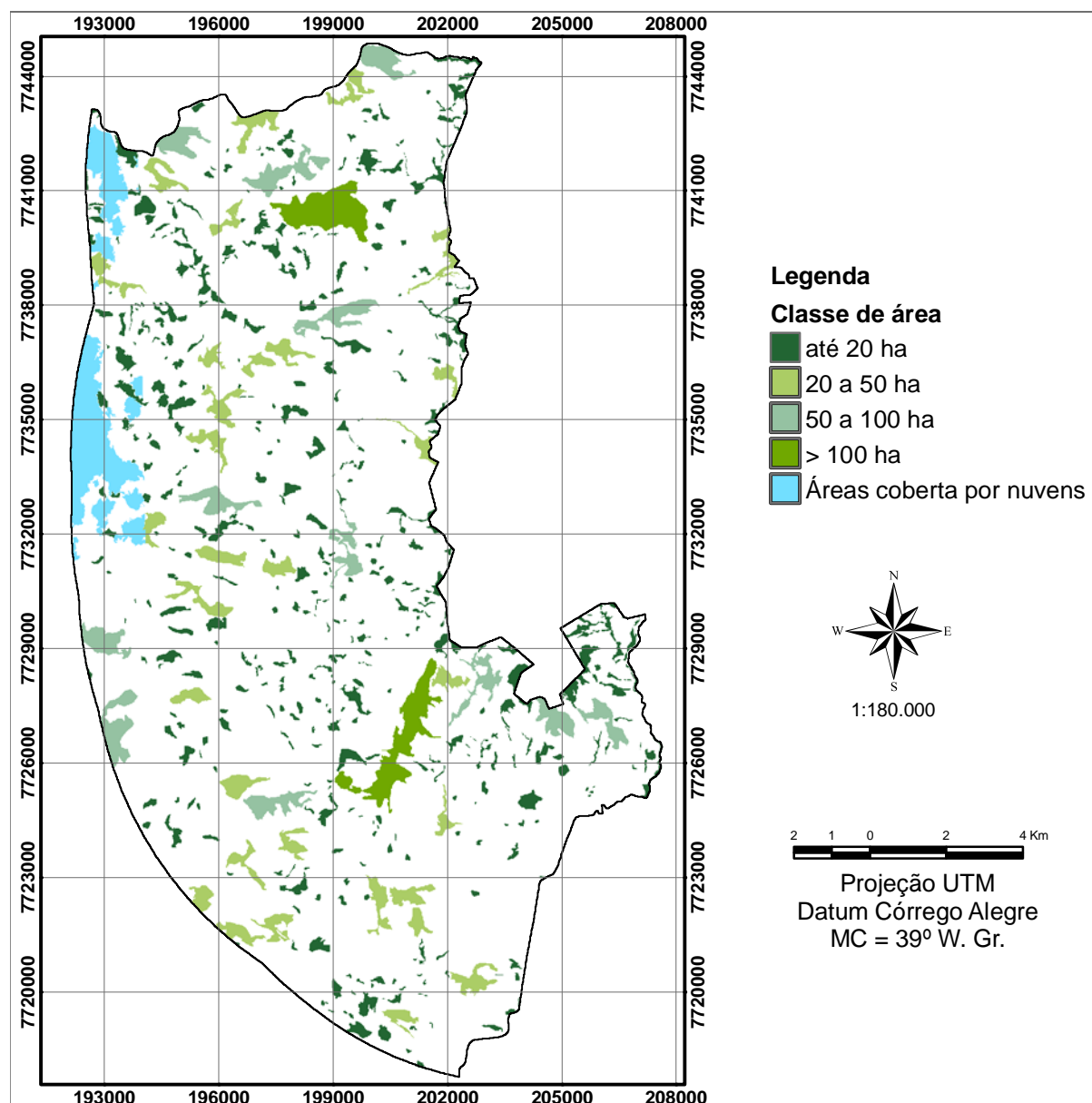
As categorias de APPs relativas às áreas com altitudes superiores a 1.800m (APP-1), encostas ou elevações com declividade superior a 45º (APP-3) e às margens dos cursos d'água (APP-5), foram obtidas por meio de funções de seleção por consulta (SELECT) e de

geração de margens (BUFFER) disponíveis, respectivamente, no ambiente GRID e ARC do módulo Arc/INFO® workstation.

Para identificação e análise da cobertura vegetal existente dentro e fora das áreas de preservação permanente, 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. Resultados e Discussões

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 2**).



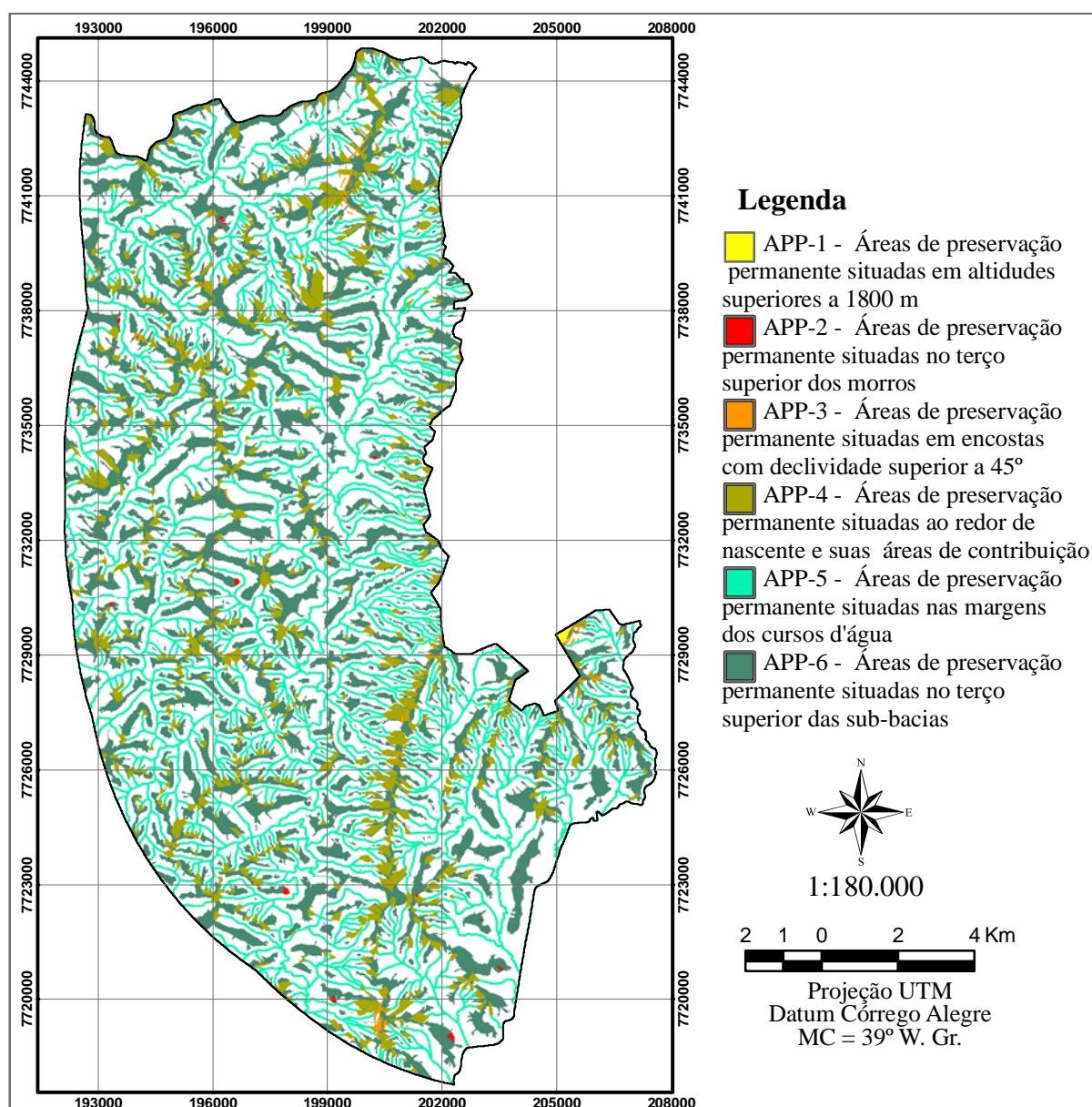
**Figura 2** – Fragmentos florestais mapeados no entorno do Parque Nacional do Caparaó, Minas Gerais.

Os fragmentos florestais mapeados no entorno do parque ocupam uma área total de 3.677,72 ha (15,04%), com tamanho médio de 6,95 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. Alto Jequitibá e Espera Feliz apresentam 19,29% ha (1196,02) e 14,43% (891,72 ha), respectivamente, de cobertura florestal na área do entorno.

Nota-se que a região encontra-se bastante fragmentada, mostrando que existe uma atividade antrópica intensa na área estudada. 401 fragmentos (75,8%) possuem áreas de até 5,0 ha, representando 16,31 % (600,4 ha) da área total dos fragmentos. Os dois maiores fragmentos identificados, com 225,5 e 203,6 ha, ocupam 11,66% da área total dos fragmentos mapeados.

As APPs delimitadas 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 (**Figura 3**).



**Figura 3** – Categorias de áreas de preservação permanente (APPs) identificadas no entorno do Parque Nacional do Caparaó, estado de Minas Gerais.

Observou-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), seguido de Alto Jequitibá 49,42% (3.417,51 ha), Espera Feliz 46,54% (2.922,71 ha) e Alto Caparaó 45,84% (2.658,60 ha).

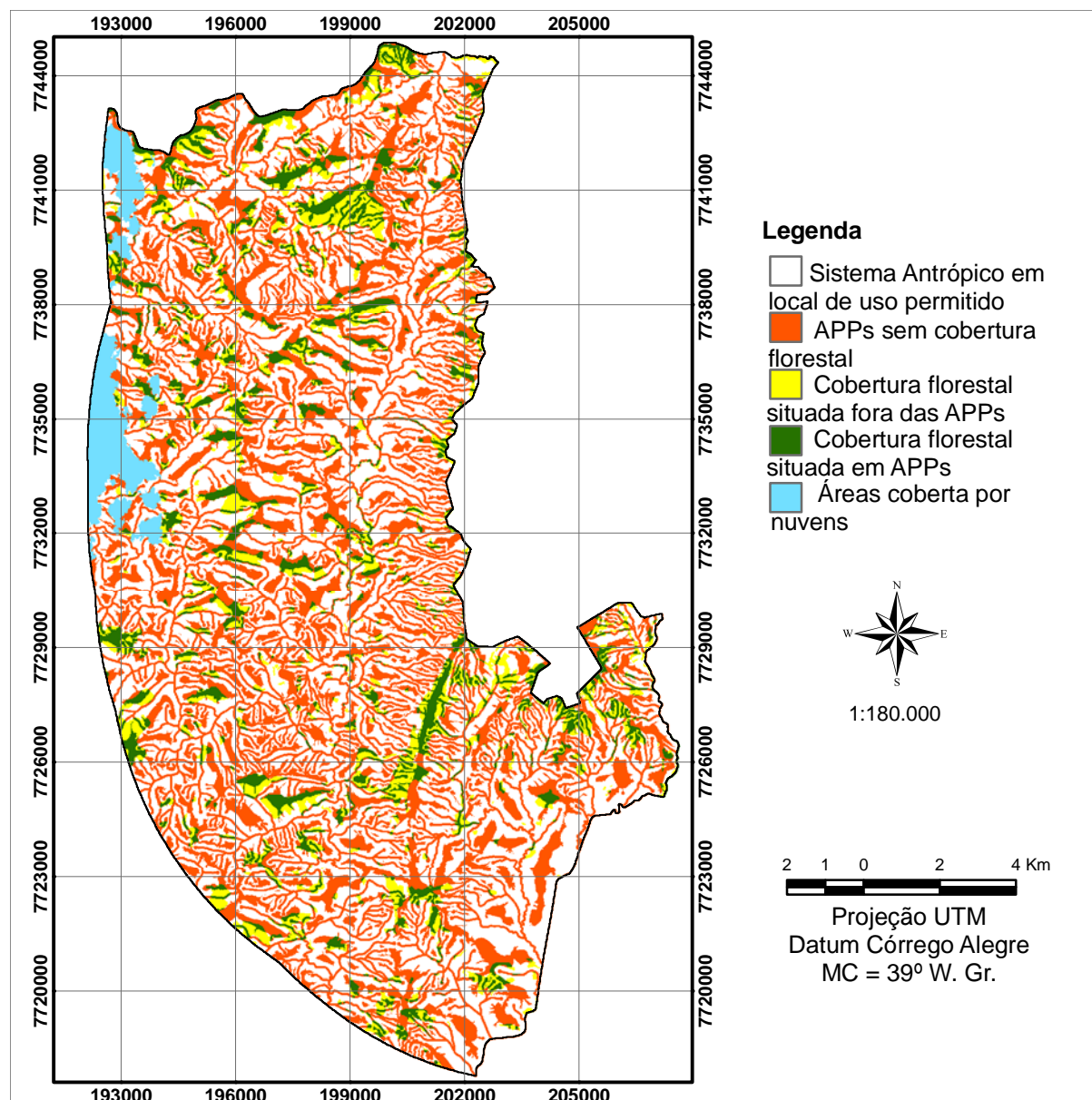
De acordo com o **Quadro 1** e **Figura 4**, as classes de uso da terra sem cobertura florestal estão parcialmente situadas nas áreas legalmente protegidas. Do total de 11.767,52 ha relativos às APPs, 9.606,80 ha (81,64%) não possuem cobertura florestal e apenas 2.160,72 (18,36%) estão cobertas por fragmentos florestais nativos. Vale ressaltar que nesta análise foram desconsiderados 330,70 ha de APPs, referentes a áreas cobertas por nuvem na imagem do sensor IKONOS II.

**Quadro 1** – Participação da cobertura florestal dentro das categorias de APPs, delimitadas no entorno do Parque Nacional do Caparaó, estado de Minas Gerais.

Cate- goria	Ocorrência	Região do Entorno				TOTAL Área (ha)
		Área (ha)				
		Alto	Alto	Caparaó	Espera	
APP- 1	Sem Floresta	-	-	-	8,06	8,06
	Cobertura florestal	-	-	-	0,36	0,36
	<i>total</i>	-	-	-	8,42	8,42
APP- 2	Sem Floresta	2,52	2,53	4,36	5,54	14,95
	Cobertura florestal	1,22	0,15	0,02	2,33	3,72
	<i>total</i>	3,74	2,68	4,38	7,87	18,67
APP- 3	Sem Floresta	29,41	5,66	7,61	20,1	62,78
	Cobertura florestal	11,71	2,02	6,24	8,69	28,66
	<i>total</i>	41,12	7,68	13,85	28,79	91,44
APP- 4	Sem Floresta	430,84	253,25	396,3	355,73	1.436,12
	Cobertura florestal	171,60	72,77	138,42	114,42	497,21
	<i>total</i>	602,44	326,02	534,72	470,15	1933,33
APP- 5	Sem Floresta	688,91	819,15	987,17	874,19	3.369,42
	Cobertura florestal	128,03	102,03	109,81	157,02	496,89
	<i>total</i>	816,94	921,18	1096,98	1031,21	3866,31
APP- 6	Sem Floresta	1.206,70	1.140,07	1.200,94	1.167,76	4.715,47
	Cobertura florestal	415,87	260,97	248,53	208,51	1.133,88
	<i>total</i>	1.622,57	1.401,04	1.449,47	1.376,27	5.849,35
APPs total	Sem Floresta	2.358,38	2.220,66	2.596,38	2.423,32	9.598,74
	Cobertura florestal	728,43	437,94	503,02	490,97	2.160,36
	<i>total</i>	3.086,81	2.658,60	3.099,40	2.914,29	11.759,10
Fora da APP	Sem Floresta	2.646,51	2.838,38	2.734,59	2.956,66	11.176,14
	Cobertura florestal	467,59	301,73	347,33	400,35	1.517,00
	<i>total</i>	3.114,10	3.140,11	3.081,92	3.357,01	12.693,14

Observa-se que a conservação dos fragmentos florestais não estão necessariamente correlacionados à observância da legislação, pois, 41,25% (1.517,00) destes, estão fora das áreas de preservação permanente. A **Figura 4**, mostra a participação da Cobertura florestal dentro e fora das APPs. As áreas situada no terço superior das sub-bacias (APP-6) apresentou a maior área sem cobertura florestal, totalizando 4.715,47 ha. Em relação à APP-5, 3.369,42 ha, encontra-se sem proteção da cobertura florestal.

Em termos percentuais, 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%.



**Figura 4** – Localização das áreas de preservação permanente, uso legal e conflito de uso no entorno do Parque Nacional do Caparaó (lado mineiro).

#### 4. Conclusões

Com base nos resultados obtidos, foi possível concluir que:

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

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

A área total do entorno estudado é de 25.174,84 ha, dos quais 15,04% são cobertos por fragmentos florestais.

A metodologia de delimitação automática das Áreas de Preservação Permanente (APPs) 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 nas margens dos cursos d'água, encostas com declividade superior a 45 graus, áreas de contribuição das nascentes, terço superior do morro, e terço superior das sub-bacias ocuparam 12.098,22 (48,06%) da área total do entorno, sendo que a maior participação correspondeu à APP-6, com 23,96% e as menores corresponderam às APPs-1,2 e3 com apenas 0,47%.

Em se tratando da participação da cobertura florestal dentro e fora das APPs, nota-se que 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.

## 5. Referências

Brasil. **Lei Federal n. 4.771**. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro de 15 de setembro de 1965.

Eash, D. A. A. **Geographic information system procedure to quantify drainage-basin characteristic**. Water Resources Bulletin, v. 30 p. 1-8, 1994.

Eastman, J. R. **Guide to Gis and image processing**: IDRISI, 32. Worcester, USA: Clark University, 1999.

Esri – **Environmental Systems Research Institute**, Inc. ArcGIS Professional GIS for the desktop, versão 8.2. CA. 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cartas topográficas: Espera Feliz, Manhumirim**. 1977. Escala 1:50.000.

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.

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.

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

Saunders, D. A; Hobbs, R A.; Marques, C. R. **Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review**. Conservation Biology, V. 5, n. 1, p. 18-35, 1991.

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, p.48.

Tribe, A. Automated recognition of valley lines and drainage networks from grid digital elevation models: a review and a new method. **Journal of Hidrology**, v. 139, p. 263-293, 1992.

Viana, V. M.; Tabanez, A A J.; 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.