

## ADEQUAÇÃO DO USO DA TERRA EM FUNÇÃO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL<sup>1</sup>

CELSO DE SOUZA CATELANI<sup>1</sup>  
GETULIO TEIXEIRA BATISTA<sup>2</sup>  
WANDERSON FRANCISCO PEREIRA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Aluno do Curso de Geografia/UNITAU

<sup>2</sup>Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais/UNITAU  
Universidade de Taubaté - Departamento de Ciências Agrárias  
Estrada Municipal Dr. José Luis Cembranelli, 5.000  
CEP.12081-010 - Bairro Itaim - Taubaté - S.P - Brasil  
e-mail: getulio@universiabrasil.net

**Abstract.** This work based on supervised classification techniques using Landsat TM data generated a land use map (forest, pasture, urban, and reforestation) for the municipality of Santo Antônio do Pinhal. Based on state of the art Geographic Information System (GIS) functions recently developed for the software package SPRING, a map of "Permanent Preservation Areas" (APPs) around springs, along rivers, inclination higher than 45<sup>0</sup>, altitude above 1800m, and top of hills was generated based on the drainage network and contour lines from the 1:50,000 scale topographic maps following the 1965 Federal Forest Law and subsequent Decrees. Based on the maps of APPs and land use, it was investigated the adequacy of the land use for the entire municipality area. A total of 6,129 ha (45% of the municipality) in APPs were found. From those only 3,101 ha or 51% are occupied by forest. However, 61% of top of hills are covered by forest. Only 27 ha is APP of >45<sup>0</sup> inclination and most of it is covered by forest. Results will contribute to the planning of tourism exploration of this municipality.

**Keywords:** remote sensing, image processing, environmental legislation, land use, digital elevation model.

### 1. Introdução

O Vale do Paraíba sofreu ao longo do último século grande degradação ambiental por estar inserido entre os dois maiores pólos urbanos do país – São Paulo-Rio. Uma série de ciclos de exploração agrícola, como a cana de açúcar e o café, substituído pela agropecuária após a degradação dos solos devido à erosão fez com que a derrubada da floresta primitiva se processasse de forma drástica. Originalmente, o Estado de São Paulo possuía 81,8% em floresta e em 1980 restavam apenas 6,5% de floresta no estado, o Vale do Paraíba seguiu essa tendência (Saito, 1995).

Por outro lado, o Código Florestal Brasileiro instituído em 1965 (Brasil, 1965), seguido por vários outros documentos legais impõe restrições sobre o uso de áreas denominadas de preservação permanente (APPs). Entretanto, devido à tradição de uso intensivo do solo no passado e a dificuldade de imposição desse código, pouco se tem feito para verificar o uso atual dessas áreas.

Entretanto, hoje existe uma conscientização bem maior por parte da comunidade da necessidade de preservação dos recursos naturais, especialmente a partir da reunião de cúpula no Rio de Janeiro em 1992, onde foi assinada a Convenção sobre Mudanças Climáticas (MCT, 2002), seguida da instituição do Protocolo de Quioto (Miguez, 2002) sobre a redução da emissão de gases de efeito estufa e o crescimento da atuação das ONGs ambientalistas. Seguindo essa preocupação, o Ministério Público no Estado de São Paulo tem atuado no sentido de fazer valer a legislação ambiental vigente. Há que se ressaltar a importância da preservação da vegetação de floresta para a melhoria da qualidade e quantidade de água, hoje, já em crise para o abastecimento da região (Rebouças et al., 2002).

---

<sup>1</sup> Submetido para o XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE / SELPER, Belo Horizonte, 5 a 10 de abril de 2003.

As técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto constituem hoje, um importante conjunto de ferramentas aplicáveis ao planejamento geográfico, bem como para a obtenção de dados a serem utilizados no planejamento e zoneamento, tanto em níveis regionais quanto municipais. De fato, tem havido um desenvolvimento marcante das geotecnologias (Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento) que disponibilizam uma série de ferramentas que auxiliam sobremaneira a investigação da adequação do uso do solo em áreas de preservação permanente (Aulicino et al., 2000; Corrêa et al., 1996). Entretanto, poucos trabalhos têm sido feitos para investigar e demonstrar a eficácia da tecnologia, especialmente na delimitação das áreas de usos restringidos pelo Código Florestal.

O município de São Antônio do Pinhal, inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Mantiqueira tem grande potencial turístico, especialmente na área rural, pelo seu clima de montanha, belezas naturais e sua localização ao lado do município de Campos do Jordão que é um dos maiores pólos turísticos do Estado. Além da importância socioeconômica, esse município foi escolhido pelas suas características geomorfológicas de região montanhosa que induzem um desafio maior na avaliação da tecnologia.

Dessa forma, esse trabalho teve como objetivo gerar um mapa de uso atual da terra com a delimitação das áreas cobertas com florestas, essências exóticas, urbanas e outras construções, com base em técnicas de Sensoriamento Remoto e imagens atuais do satélite Landsat TM do município de Santo Antônio do Pinhal, SP. Como segundo objetivo foi gerado um mapa contendo a delimitação das “Áreas de Preservação Permanente” (nascentes, margens de rios, declividade acima de 45<sup>0</sup>, altitude acima de 1.800m, topo de morros, serras e montanhas) e áreas de uso restrito (inclinação entre 25<sup>0</sup> e 45<sup>0</sup>) com base em mapas topográficos na escala 1:50.000 (IBGE, 1974) e no Código Florestal e posteriores documentos legais (Brasil, 1965; CONAMA, 1985 e 2002), através da geração de um modelo numérico do terreno com base no uso de funções no estado da arte de sistemas de informações geográficas (disponibilizadas na versão do SPRING, V.3.6.03, <http://www.dpi.inpe.br/spring/>; Câmara et al., 1996). Finalmente, o trabalho cruzou os dois mapas para avaliar o uso efetivo das áreas de preservação permanente no município de Santo Antônio do Pinhal e apresenta uma discussão do uso de geotecnologias na geração de mapa da legislação ambiental pertinente.

## 2. Materiais e Métodos

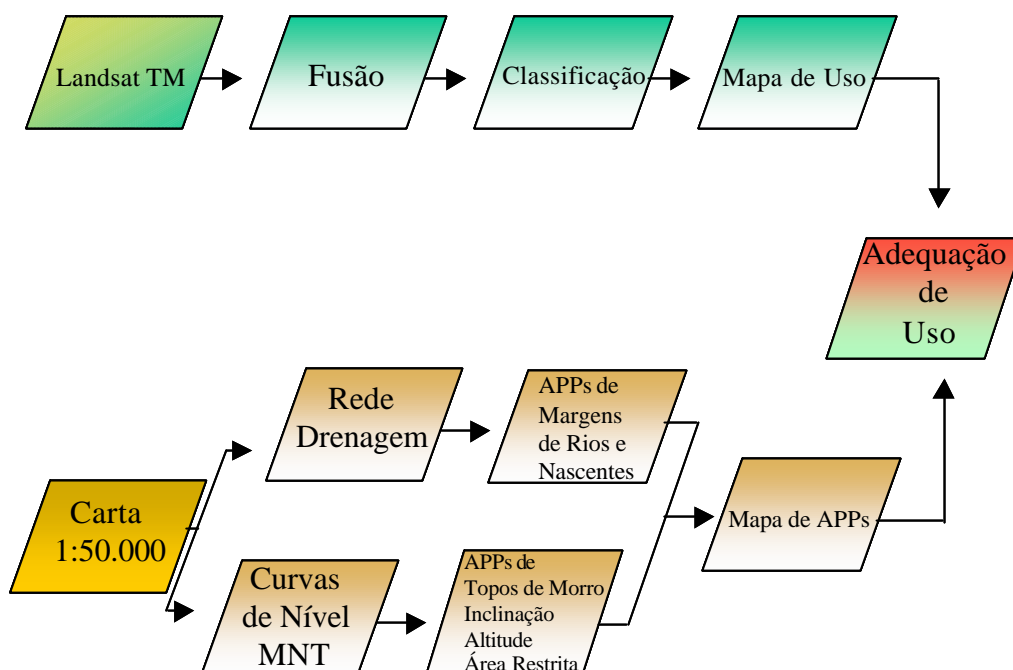
### Área de Estudo

Pela sua topografia e belezas naturais, Santo Antonio do Pinhal é uma estância pioneira no turismo rural, muito visitada para a realização de esportes de montanha. Historicamente, a região foi desbravada por volta de 1720, pelos bandeirantes. Em 1860, foi fundado oficialmente o povoado, dando a ele o nome para Santo Antonio do Pinhal em razão dos muitos pinheiros (*Araucária angustifolia*) existentes no local.

O município é coberto na quase sua totalidade por Latossolo Vermelho escuro com intrusões de Cambissolo Háplico. Sua agricultura apresenta cerca 690 ha cultivados, onde cerca de 140 ha são culturas perenes, 110 ha semiperene e 450 ha de culturas anuais (LUPA, 1996). Segundo essa mesma fonte, o município apresenta: 5.610 ha em pastagens, 380 ha em reflorestamento e 2.160 ha de vegetação natural. Predominam no município as pequenas propriedades: 333 entre 0-50 ha, 49 entre 50-500 ha e nenhuma acima de 500 ha (LUPA95/96). Segundo o IBGE (2000) a população rural em 2000 era de 3.297 indivíduos, enquanto a urbana era apenas de 3.031.

### Fluxograma de trabalho

A **Figura 1** apresenta de forma sintética as principais fases da metodologia que envolveu o desenvolvimento de dois produtos principais: Mapa de Uso da Terra e Mapas de APPs.



**Figura 1. Fluxograma de trabalho para geração do mapa de uso da terra e delimitação da legislação ambiental (APPs).**

### **Geração do Mapa de Uso da Terra**

Inicialmente, criou-se um banco de dados georreferenciados e um projeto para o desenvolvimento do trabalho, em seguida, foi efetuada a importação das bandas 3,4 e 5 da imagem Landsat TM de resolução espacial reamostrada para 25m e da banda pancromática com resolução espacial de 12,5m da cena 218/076 adquirida em 12 de março de 2002. Posteriormente, passou-se para a etapa de transformação e fusão das imagens para facilitar a análise visual da cena. Dez amostras de cada classe foram selecionadas para treinamento com base na interpretação visual da imagem e conhecimento da área. Após análise das amostras com base no histograma (verificação da hipótese de distribuição normal) e da matriz de confusão, as bandas originais foram classificadas pelo método “classificação supervisionada de máxima verossimilhança” nas seguintes classes temáticas: Floresta, Pastagem, Essências Exóticas e Urbana.

### **Geração do Mapa de Áreas de Preservação Permanente**

As áreas de preservação permanentes foram delimitadas com base na Lei Federal Nº 4.771, de 1965 que Instituiu o Código Florestal Brasileiro e da Resoluções CONAMA Nº 4/1985 e Nº 303/2002. Dessa forma, foram mapeadas as seguintes classes:

- a) **margens de rios** - ao longo dos rios ou de qualquer curso d’água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja: 1) de 30 (trinta) metros para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura; 2) de 50 (cinquenta) metros para os cursos d’água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- b) **nascentes** - ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d’água naturais ou artificiais, ainda que intermitentes e nos chamados olhos d’água, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) **topo de morros** - montes, montanhas e serras;

- d) **declive superior a 45°** - nas encostas ou partes destas com equivalente a 100 por cento na linha de maior declive;
- e) **altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros**, qualquer que seja a vegetação.

Posteriormente, a Resolução CONAMA Nº 4/1985, estabeleceu:

- “g) **morro ou monte**: elevação do terreno com cota do topo com relação à base entre 50 (cinquenta) a 300 (trezentos) metros e encostas com declividade superior a 30% (aproximadamente 17°) na linha de maior declividade; o termo monte se aplica de ordinário à elevação isolada na paisagem;
  - i) **montanha**: grande elevação do terreno, com cota em relação à base superior a 300 (trezentos) metros e freqüentemente formada por agrupamento de morros;
  - j) **base de morro, monte ou montanha**: plano horizontal definido por planície ou superfície de lençol d’água adjacente ou nos relevos ondulados, pela cota de depressão mais baixa ao seu redor;
  - m) **linha de cumeada** - interseção dos planos das vertentes, definindo uma linha simples ou ramificada, determinadas pelos pontos mais altos a partir dos quais divergem os declives das vertentes; a Resolução CONAMA Nº 303 (2002) fixou que 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 de da linha de cumeada equivalente a mil metros;
- Art. 4º** - Nas montanhas ou serras, quando ocorrem dois ou mais morros cujos cumes estejam separados entre si por distâncias inferiores a 500 (quinhentos) metros, a área total protegida pela Reserva Ecológica abrangerá o conjunto de morros em tal situação e será delimitada a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura, em relação à base do morro mais baixo do conjunto.”

Na geração do Mapa de Áreas de Preservação Permanente, foram utilizados os dados contidos na Carta do Brasil, escala 1:50.000, projeção UTM, referentes às cartas de Tremembé e Monteiro Lobato (IBGE, 1974), tendo sido digitalizadas as curvas de nível com distância vertical de 20m e toda a rede de drenagem do município de Santo Antonio do Pinhal.

As APPs de margens de rios foram obtidas através da criação de um mapa de distâncias da rede de drenagem, gerado a partir de uma grade numérica com resolução de 20m, que foi posteriormente, fatiado com a distância de 30m em ambos os lados.

APPs de entorno de nascentes foram obtidas da mesma forma, porém utilizando-se como dado de entrada um plano de informação contendo somente os pontos correspondentes às nascentes e procedendo o fatiamento com o valor de 50m de raio a partir da nascente.

As APPs de inclinação superior a 45° e as Áreas de Uso Restrito foram obtidas através da criação de um mapa de declividade a partir de uma grade regular, a qual foi fatiada gerando um mapa temático com as duas classes pré-definidas.

APPs de altitude superior a 1800m foram obtidas a partir da criação de um mapa de altitudes baseado nas curvas de nível digitalizadas anteriormente. Após a criação do mapa de altitude, destaca-se somente a faixa correspondente à área com altitude superior a 1800m.

APPs de topo de morro (montes, serras e montanhas foram delimitadas pelo traçado das linhas de cumeada em todo o município e pela identificação dos topos de morros mais baixos nos seguimentos de 1000m dessas linhas e pela delimitação da cota da APP a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação à base.

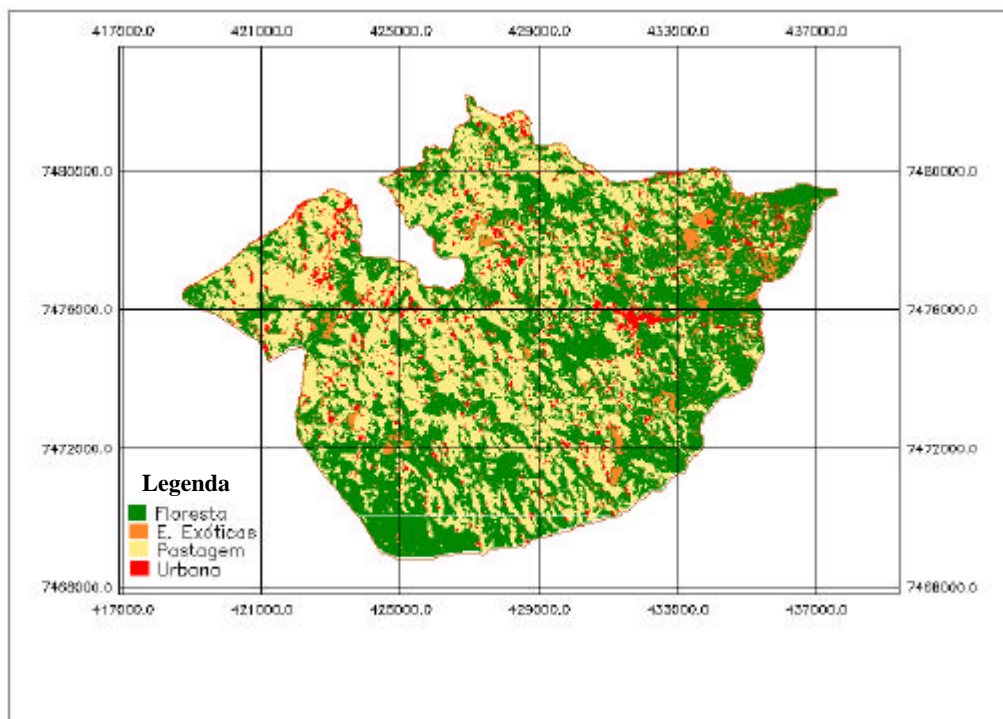
### **Verificação da Adequação do Uso versus Legislação Ambiental**

De posse dos Mapas temáticos de “Uso do Solo” e de APPs, foi possível se obter através de tabulação cruzada de dados matriciais, a intersecção entre os planos de informação de uso da terra e os planos de APPs. Algumas áreas podem pertencer a mais de uma classe de APP.

Nesse caso, foi adotado um critério de prioridade com a seguinte ordem: 1º Nascentes, 2º Margens de Rios, 3º Áreas com inclinação Superior a 45°, 4º Altitude Superior a 1800m, 5º Topo de Morro e 6º Áreas de uso restrito com inclinação entre 25° e 45° para se evitar a contagem dupla de áreas de APPs. Dessa forma, foi possível identificar a situação atual do uso do solo em relação às restrições de uso do solo previstas no Código Florestal.

### 3. Resultado e Discussão

A **Figura 2** apresenta o mapa de uso atual da terra do município de Santo Antônio do Pinhal.



**Figura 2.** Mapa de uso da terra do município de Santo Antônio do Pinhal com base em dados Landsat TM, bandas 3, 4, e 5.

A **Tabela 1** fornece a área de cada classe de uso da terra mapeada.

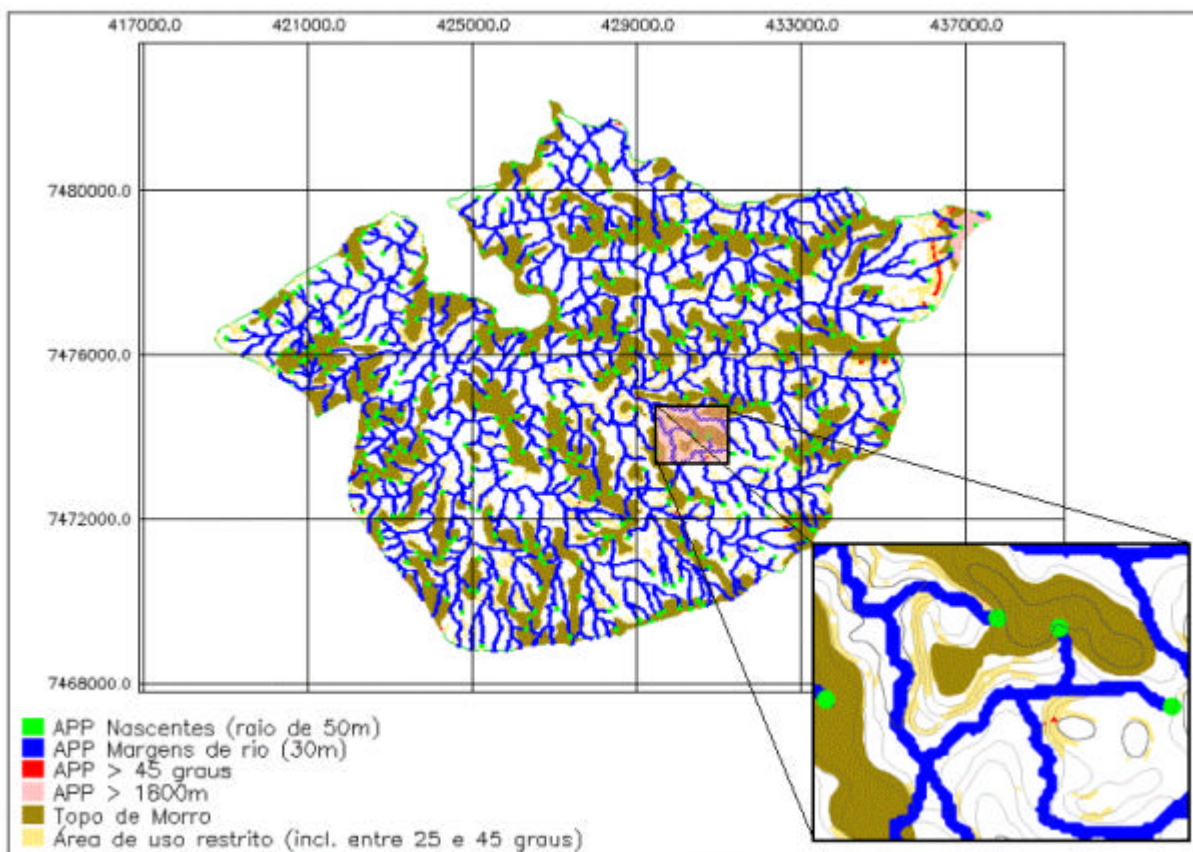
**Tabela 1.** Área das Classes de Uso da Terra

Uso do Solo em Santo Antônio do Pinhal		
Uso	Área (ha)	% em Relação ao Município
Floresta	6.521	47,3
E. Exótica	631	4,6
Pastagem	5.883	42,7
Urbana	679	4,9
Outras	65	0,5
<b>Total</b>	<b>13.779</b>	<b>100,0</b>

Salvaguardadas as incompatibilidades de legenda, escala, e épocas dos levantamentos, os resultados de uso da terra estão consistentes com dados anteriores (LUPA, 1996). Foi

observado que houve um crescimento recente de reflorestamento e possivelmente um aumento da área de floresta (capoeira) no município.

A **Figura 3** apresenta o mapa resultante do mapeamento das áreas de preservação permanente (APPs) obtidas a partir da informação dos mapas 1:50.000 (IBGE, 1974).



**Figura 3. Mapa das Áreas de Preservação Permanente e Áreas de Uso Restrito do Município de Santo Antônio do Pinhal.**

A **Tabela 2** apresenta a área das classes de APPs e de uso restrito mapeadas.

**Tabela 2. Área das Classes de Áreas de Preservação Permanente e Uso Restrito no Município de Santo Antônio do Pinhal**

APPs e Áreas de Uso Restrito			
Classes de APPs	Área (ha)	% das APPs	% das APPs no Município
Nascentes	328	5,3	2,4
Margens (30m)	2585	42,2	18,8
Inclinação > 45°	24	0,4	0,2
Altitude > 1800m	41	0,7	0,3
Topos de Morros	3151	51,4	22,9
<b>TOTAL de APPs</b>	<b>6129</b>	<b>100,0</b>	<b>44,5</b>
Uso Restrito	856	-	6,2

Nesse trabalho, só foram consideradas as reservas previstas em leis federais, há que se ressaltar que os Estados e Municípios, através de seus órgãos ambientais responsáveis, têm competência para estabelecer normas e procedimentos mais restritivos. Portanto, as áreas de



APPs poderão aumentar em função dessas novas restrições. Há que se considerar também, em adição, as áreas de reserva legal que correspondem a 20% da área das propriedades rurais nesse município. As informações de APPs de topo de morro requerem o conhecimento do modelo numérico do terreno (MNT) além dos limites da área de estudo. No caso desse estudo, o fato do limite municipal coincidir com a linha de cumeada, isso não foi necessário. Ressalta-se, entretanto, que a área de APPs na **Tabela 2** para topos de morros poderá ser aumentada quando se considerar o MNT além da área do município.

### Verificação da Adequação do Uso da Terra nas APPs.

A **Tabela 3** apresenta o resultado do cruzamento do mapa de uso da terra e o mapa de APPs e áreas de uso restrito.

**Tabela 3. Cruzamento de Classes de Uso do Solo versus APPs**

Classes APP Uso	(Área em ha)						Total de APPs	Uso Restrito
	Nascentes	Margens	>45°	>1800m	Topos			
Floresta	169	967	17	36	1912	<b>3101</b>	474	
E. Exóticas	20	77	2	2	161	<b>262</b>	52	
Pastagem	128	1386	4	1	935	<b>2454</b>	293	
Urbana	8	137	1	0	107	<b>253</b>	31	
Outras	3	18	0	2	36	<b>59</b>	6	
<b>TOTAL</b>	<b>328</b>	<b>2585</b>	<b>24</b>	<b>41</b>	<b>3151</b>	<b>6129</b>	<b>856</b>	

### 4. Conclusões

O município apresenta na escala de trabalho de 1:50.000 um total de 6.129 ha de áreas de preservação permanente (APPs) o que equivale a 45% da área do município. Verificou-se que embora de vocação voltada para a exploração do ecoturismo, o município de Santo Antônio do Pinhal apresenta grande parte das APPs com uso indevido. Da área total em APPs, apenas 3.101 ha estão com vegetação de floresta, o que corresponde a 51% do total das APPs. A situação para topos de morro é menos drástica, uma vez que 61% destes estão cobertos por vegetação florestal não exótica. Nas margens de rios, a situação é crítica, uma vez que apenas 37% estão cobertos por floresta. Em adição, o município apresenta 856 ha de áreas de “Uso restrito”, previsto na legislação. O uso dominante nas áreas sem cobertura florestal é de pastagem (5.883 há no município). Há que se ressaltar, entretanto, que comparando com dados anteriores, houve aumento das áreas de cobertura florestal no município (vegetação secundária e essências exóticas).

Ferramentas de processamento de imagens e de sistemas geográficos de informação como as disponíveis no SPRING (Câmara et al., 1996) são essenciais para a verificação da adequação do uso de áreas de preservação permanente ao nível municipal. Entretanto, APPs referentes aos topos de morros, montes, serras e montanhas requerem grande esforço interpretativo do analista e, portanto, recomendamos precaução no uso dos resultados referentes a essa classe.

O mapa de APPs é fortemente dependente da escala de trabalho e resolução da grade do modelo numérico do terreno usado na delimitação dessas áreas. Portanto, os resultados aqui reportados se referem à escala 1:50.000 e grade regular de MNT de 20m.

## 5. Referências

- AULICINO, L.C.M.; RUDORFF, B.F.T; MOREIRA, M.A; MEDEIROS, J.S; SIMI Jr.,R. **Subsídios para o Manejo Sustentável da Bacia Hidrográfica do Rio Una através do uso de técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**. In: Anais em CD-ROM do IX SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE PERCEPCIÓN REMOTA, Puerto Iguazu, Misiones, Argentina, Novembro 2000.
- BRASIL. Lei Federal Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (**Institui o Novo Código Florestal Brasileiro**).
- CÂMARA G., SOUZA R.C.M., FREITAS U.M., GARRIDO J. "SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling". **Computers & Graphics**, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.
- CONAMA, Resolução Nº 4 de 18 DE SETEMBRO DE 1985. O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE tendo em vista o que estabelece a Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965, alterada pela lei 6.535, de 15 de junho de 1978, e pelo que determina a Resolução CONAMA 008/84 **estabelece critérios para as Áreas de Preservação Permanente**.
- CONAMA, Resolução Nº 303 de 20 de março de 2002. **Dispões sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente**.
- CORRÊA, T., COSTA, 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.
- IBGE-Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Superintendência de Cartografia, Carta do Brasil-Escala 1:50.000. Proj. Universal Transversa de Mercator. **Carta Tremembé (SP): SF 23-Y-B-V-4**. 1974. e **Carta Monteiro Lobato (SP-MG): SF-23-Y-B-V-3**, 1973.
- IBGE. **Censo demográfico 2000 – Características da população e dos domicílios – Resultados do Universo**. Ministério do Planejamento e Gestão - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, p.1-520, 2000.
- LUPA, 1996. **Levantamento das Unidades de Produção Agropecuária e Estatísticas Agrícolas, Estado de São Paulo 1995/96**. Centro de Informações Agropecuárias da CATI - CIAGRO, Campinas - SP. [http://www.cati.sp.gov.br/servicos/lupa/m\\_lupa.htm](http://www.cati.sp.gov.br/servicos/lupa/m_lupa.htm).
- MIGUEZ, J.D.G. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: a proposta e as perspectivas brasileiras**. In: Anais do Encontro "Sustentabilidade na Geração e Uso de Energia no Brasil: os Próximos Vinte Anos", UNICAMP, 18 a 20 de fevereiro de 2002. 11p.
- MCT, 2002. **Convenção sobre Mudança do Clima: O Brasil e a Convenção Quadro das Nações Unidas**. <http://www.mct.gov.br/clima/>.
- REBOUÇAS, A.C., B. BRAGA, E J.G. TUNDISI, Organizadores. **“Águas Doces no Brasil - capital ecológico, usos e conservação”**. Ed. Escrituras Editora e Livraria da Vila. 2ª.edição, 2002.
- SAITO, M.A., DIVISÃO REGIONAL AGRICOLA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - S.P 1995. **Manejo de Pastagens - Recursos Naturais: Caracterização e Conservação**; cap.1, 143 p.

## 6. Agradecimentos

Agradecemos ao Arq. Romeu Simi Jr. (CAOMA-MPSP) e Dr. Dalton Valeriano (INPE) pelas discussões sobre a interpretação da legislação de APPs. Ao Eng. Sergio Rossim e Analista Luigi Aulicino, ambos do INPE, pela ajuda no uso das funções de MNT do SPRING. Ao INPE pelo fornecimento da imagem Landsat TM.