

## Mapeamento automático de áreas de preservação permanente em topos de morros no município de Santa Maria - RS

Débora Luana Pasa<sup>1,2</sup>  
Mateus Sabadi Schuh<sup>1,3</sup>  
Augusto da Rosa Casanova Ferreira<sup>1,4</sup>  
Ângela Maria Klein Hentz<sup>1,5</sup>  
José Américo de Mello Filho<sup>1,6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Av. Roraima, 1000, 97105-900, Camobi, Santa Maria, <sup>2</sup>deborapasa@yahoo.com.br, <sup>3</sup>mateuschuh@gmail.com, <sup>4</sup>augustocasanovaferreira@gmail.com, <sup>5</sup>angelakhentz@gmail.com, <sup>6</sup>americo@ccr.ufsm.br

**Abstract.** The uncontrolled advance of the urban and agricultural areas on Permanent Preservation Areas - PPAs has spurred laws as the Brazilian Forest Code, which aims to prevent the overthrow of the native vegetation of these places, thus preserving the ecosystems in general. The demarcation of PPAs in hilltops is a process considered complex, making it difficult the monitoring these regions by environmental agencies. To assist this procedure, are used geoprocessing techniques with the help of satellite images. This method consists in to map the APPs on hilltops automatically, through the generation of Hydrologically Consistent Digital Elevation Models and of algebra functions of maps, saving time and labor. This study aimed to map the PPAs in hilltops in Santa Maria-RS through the use of Geografic Information System - GIS and of LANDSAT 5 satellite image. In Spring 5.0.6 GIS, was made a thematic classification of the image. The delimitation of PPAs, and the land use conflict map was made in the ArcGIS 9.3 software. It was found that Santa Maria has 57,28 Km<sup>2</sup> of PPAs on hilltops, and of this total, 21.68% are in the area of conflict with the law. Finally, it is emphasized that the mapping obtained good results because ensured the effectiveness of the methodology developed for the scale of work.

**Palavras chave:** sensoriamento remoto, SIG, geoprocessamento, áreas de preservação permanente, remote sensing, GIS, geoprocessing, permanent preservation areas.

### 1.Introdução

A crescente expansão urbana e agrícola são fatores que levaram muitas áreas de preservação permanente a serem desmatadas. Entretanto, nos últimos anos vem aumentando a preocupação com o desmatamento das florestas no âmbito mundial. Para impedir o processo de desmatamento, são criadas leis ambientais que tem por objetivo preservar o meio ambiente.

Áreas de Preservação Permanente, nos termos da lei federal 4.771/1995 do Código Brasileiro, que esta sendo revisado atualmente, são consideradas bens de interesse comum a todos os habitantes do País e devem ser integralmente protegidas. Essas áreas são constituídas ou não de vegetação nativa e são responsáveis pela estabilidade ambiental da região, preservação de recursos hídricos, fauna, flora, atenuação da erosão e da lixiviação dos solos, além de assegurar o bem estar da população.

A manutenção de vegetação em topo de morros ou montanhas é de ampla importância, pois o aumento da demanda por áreas urbanas pode acarretar em apropriações indevidas nesses locais. (WEISS, 2012) . Essa atitude leva por consequência o desmatamento da vegetação nativa, que certamente ocasionará em possíveis desmoronamentos e deslizamentos de terra, pois a desestruturação do solo torna-o mais fraco.

Conforme o Código Florestal, o regime de proteção das APP deve ser bastante rígido, ou seja, intocável. Entretanto mesmo a lei sendo rigorosa, a falta de monitoramento contínuo

ainda é um grande dilema nessa questão. Segundo Ribeiro et al (2005), a demarcação das áreas de proteção no topo de morros é um processo complexo, o que dificulta a fiscalização e, por conseguinte, o fiel cumprimento da legislação.

O mapeamento de APPs em topos de morro analogicamente no campo, traz uma grande dificuldade de visualizar materialmente e mapear as APPs devido ao trabalho de reconhecimento correto da área em regiões de declive acentuado, mas que são essenciais para o mapeamento.

Hott et al. (2005), asseguram que a determinação dessas áreas por métodos analógicos, é considerada subjetiva e está vinculada a experiência do analista, sendo suscetível a contestação.

Na tentativa de auxiliar a demarcação de APPs em topos de morros e substituir os métodos manuais, utilizam-se técnicas de geoprocessamento, através de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Sensoriamento Remoto. Esses têm representado um importante suporte para o planejamento e tomadas de decisões relacionadas ao meio ambiente (GREEN, 1994). As técnicas de geoprocessamento constituem-se de uma forma mais prática e rápida de realizar análises ambientais em menor tempo, necessitando, entretanto, de mão de obra especializada para gerir os dados oriundos da análise.

Oliveira et al. (2007), comentam que a utilização de um SIG para gerar e cruzar diferentes informações proporcionou grande eficiência, principalmente em agilidade e ganho de tempo.

O desempenho satisfatório e a eficácia dos processos utilizando geoprocessamento, integrado as informações produzidas pelas imagens de satélite, fortalecem as ações ambientais e dão suporte para a tomada de decisão em casos de conflito do uso da terra em APPs.

Desta maneira, o presente artigo visa mapear as áreas de preservação permanente em topos de morros, no município de Santa Maria- RS, através do auxílio Sistemas de Informações Geográficas e de técnicas de Sensoriamento Remoto, contribuindo assim para o processo de análise ambiental da região de forma mais rápida e eficiente.

## **2. Metodologia do trabalho**

### **2.1 Área de estudo**

O Município de Santa Maria está localizado na região central do Estado do Rio Grande do Sul, estando distante em torno de 300Km da capital Porto Alegre, tendo entre seus principais acessos e deslocamentos as rodovias RS 287 que passa de Leste à Oeste o município, a RS 158 no sentido Sudoeste-Norte e a RS 392 na direção Sudeste-Norte. Possui uma população de aproximadamente 270.000 habitantes e tem um território com cerca 1.779.556.000 m<sup>2</sup>. Santa Maria encontra-se entre a Latitude 29° 41' 29" Sul e Longitude 53° 48' 3" Oeste.

### **2.2 Base de dados**

Para a elaboração deste trabalho foi utilizado uma imagem LANDSAT/ 5 TM datada de 10/10/2011, referenciada ao datum WGS-84 e com resolução espacial de 30 metros.

A base cartográfica do exército foi utilizada para a extração das curvas de nível e o limite do município foi adquirido da malha digital do IBGE de 2007. Toda a base de dados foi georreferenciada ao datum SIRGAS 2000, projeção UTM.

### **2.3 Áreas de Preservação Permanente em Topos de Morros**

Conforme o Código Florestal Brasileiro, deve-se preservar a vegetação nativa em topos de morros, montes, montanhas e serras. A resolução do CONAMA 302/2002 ressalta que as APPs em topos de morro devem ser consolidadas em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação a base, sendo que:

- Morro: Elevação do terreno com cota do topo em relação a base entre 50 e 300 metros de altura e encostas com declividade superior a 30% na linha de maior declividade.
- Montanha: Elevação do terreno com cota em relação a base superior a de 300 metros.
- Base do Morro 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.

## 2.4 Desenvolvimento do trabalho

Na elaboração do mapa temático do uso do solo no Município de Santa Maria utilizou-se o aplicativo Spring 5.0.6. A imagem de satélite foi importada no ambiente do SIG, e, após delimitada a região de estudo, a imagem foi segmentada. A segmentação de imagens, segundo Gonzales e Woods (2000), consiste em usar o computador para definir na imagem, recortes automáticos ao redor de objetos de interesse. Além disso, as bandas 1,2,3 foram submetidas a uma composição de cores BGR, para melhor visualizar a área.

A segmentação da imagem utilizou limiares de similaridade 10 e área de pixel 20. Nascimento et al. (1998), afirmam que o limiar de similaridade é o valor da distância Euclidiana mínima entre as médias das regiões vizinhas, ou seja, o quanto duas regiões são consideradas similares. E o limiar de área é o valor da área mínima, dado em número de pixel, para que uma região seja individualizada.

Após essa etapa, adquiriu-se amostras de cada topologia (Água, Solo Exposto, Lavoura, Campo, Área Urbana e Floresta) e utilizou-se o classificador Bhattacharya. Conforme Moreira (2005), o classificador Bhattacharya é um algoritmo que requer a classificação supervisionada, com a aquisição de áreas de treinamento, utilizando regiões que são separadas durante a segmentação das regiões a serem classificadas.

Para a delimitação de APPs em topo de morro utilizou-se o aplicativo ARGIS 9.3 e a metodologia indicada por Peluzio et al. (2010). Primeiramente fez-se o modelo digital de elevação hidrologicamente consistente (MDEHC), eliminando as depressões espúrias, e o mapa de declividade para a área de estudo. Em seguida obteve-se o layer de cumes através do MDEHC invertido, Direção de Fluxo d'água invertido e Mascaras de Cumes. Ao inverter o MDEHC, temos que os topos são identificados como depressões e a base é caracterizada pelo contorno do limite da bacia de contribuição de águas do local, remetente a direção de fluxo invertido.

Através de álgebra de mapas, pode-se realizar a classificação das elevações dos morros e o distanciamento entre os mesmos, conforme a resolução do CONAMA, levando assim ao final do processo de mapeamento das APPs em topos de morros.

## 3. Resultados e Discussão

O modelo digital de elevação hidrologicamente consistente (MDEHC), representado na Figura 1, é a base para as análises realizadas na delimitação de APPs em topo de morros, pois demonstra a altitude máxima e mínima da região. Através desse modelo fez-se o mapa de declividade, demonstrado na Figura 2, no qual pode-se visualizar a inclinação dos morros. A partir desses dois rasters foi possível gerar informações sobre os cumes, a hidrografia, classificar e diferenciar morros e montanhas, a distância entre os mesmos e assim definir as APPs a partir de 2/3 da altura do morro.

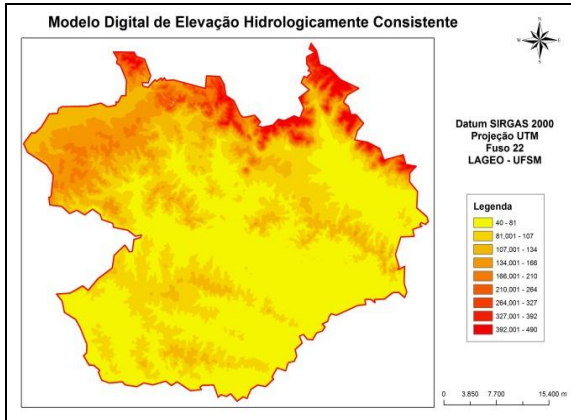


Figura 1: MDEHC de Santa Maria

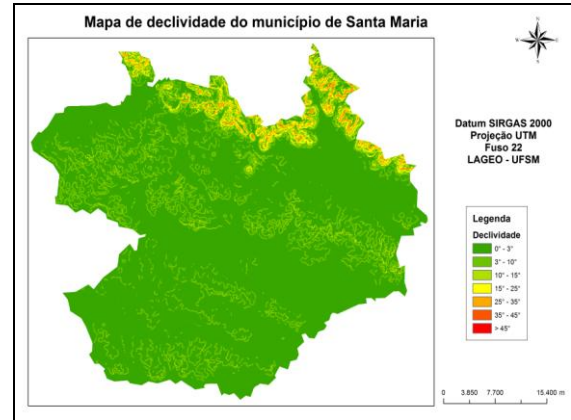


Figura 2: Mapa de Declividade de Santa Maria

Para verificar as regiões em conflito com as APPs classificou-se uma imagem LANDSAT/5 TM no aplicativo SPRING 5.0.6. Evidencia-se neste artigo que, mesmo a imagem tendo baixa resolução espacial (30 metros), a escala da área em estudo é pequena, desta maneira a resolução da imagem se aplica perfeitamente no contexto do estudo, ou seja, é compatível com a escala de trabalho.

Para cada topologia classificada, adquiriu-se 35 amostras, e assim sendo, o aplicativo conseguiu de maneira eficiente diferenciar o intervalo entre os níveis de cinza de cada pixel dentro das classes. O desempenho geral da classificação obteve 97,46% e a confusão entre as classes foi de 2,54%, sendo que, houve confusão de 1,78% entre campo e cultivo; 0,27% entre água e solo exposto e 0,49% entre nuvem e campo. Na Figura 3 abaixo, pode-se verificar o mapeamento do uso e ocupação do solo.

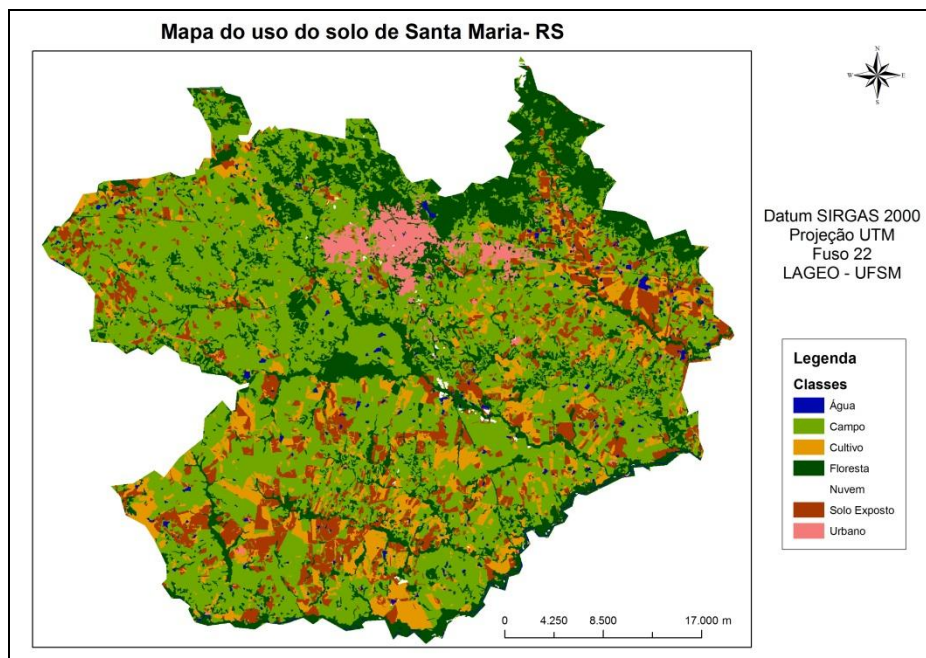


Figura 3: Mapa do uso e ocupação do solo em Santa Maria no ano de 2011

Cabe ressaltar que o município de Santa Maria é limitado ao norte pelos morros do Rebordo do Planalto e o restante do município, está inserido na Depressão Central do Estado do RS. Justifica-se assim, a maior parte da vegetação arbórea estar localizada na parte norte do município.

Na análise dos dados e do mapeamento das áreas de preservação permanente constatou-se que a área total de APPs em topo de morros na cidade de Santa Maria é de 57,28 Km<sup>2</sup>, o que corresponde a 3,21% da área total do município.

Ao sobrepor as APPs em topo de morros com o mapa da classificação do uso do solo, verificou-se que 12,42 Km<sup>2</sup> da área de preservação permanente estão em conflito, ou seja, 21,68% das APPs estão incoerentes com a Resolução do CONAMA 302/2002. Toda essa área deveria estar coberta por vegetação nativa e, no entanto, a mesma está sendo utilizada para fins agrícolas, pecuaristas ou ainda ocupada pelo avanço urbano. A Figura 4 evidencia as APPs em topo de morros e a área em conflito.

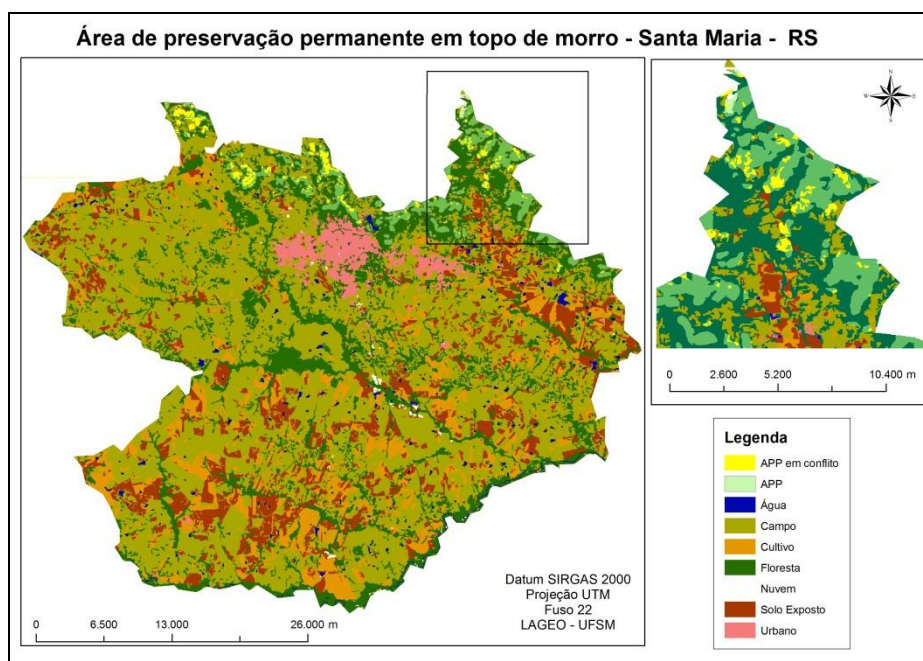


Figura 4: Demonstração de APPs em Topos de Morro e áreas em conflito

#### 4. Conclusão

O auxílio de Sistemas de Informações Geográficas e de Sensoriamento Remoto foi adequado na delimitação de áreas de preservação permanente em topos de morros. Além disso, foi possível verificar que Santa Maria possui 3,21% da totalidade de suas áreas como APPs de Topo de Morro. Através da análise ambiental realizada, observou-se que 21,68% dessa área que deveria estar protegida são, no entanto, áreas em conflito com a Legislação atual.

A utilização de imagem LANDSAT obteve bons resultados, pois garantiu a eficácia da metodologia desenvolvida para a escala de trabalho e comprovou ser de grande auxílio na demarcação das APPs em conflito.

As técnicas de geoprocessamento mostraram-se como ferramentas facilitadoras no mapeamento das APPs, o que ratifica o seu potencial em auxiliar os órgãos responsáveis no monitoramento dessas áreas conforme as leis ambientais, com maior agilidade e ganho de tempo.

#### Referências Bibliográficas

GREEN, K. The Potential and limitations of remote sensing and GIS in providing ecological information. In: Sample, V. A. (ed). **Remote sensing and GIS in ecosystem management**. Washington: Island Press, 1994

GONZALEZ R.; WOODS, R. **Processamento de Imagens Digitais**, 2000.

HOTT, M.C. *et al.* Um método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 3061-3068. CD-ROM, On-line. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.13.47.22/doc/3061.pdf>. Acesso em :24 de outubro de 2012.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 307 p.

NASCIMENTO, P. S. R.; FILHO, R. A. Utilização da técnica de segmentação em imagens TM/Landsat visando otimizar a técnica de interpretação visual. **Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Salvador, Brasil, 14-19 abril 1996, INPE, p. 215-218.

OLIVEIRA, M. Z. *et al.* Delimitação de Áreas de Preservação Permanente: Um estudo de caso através de imagem de satélite de alta resolução associada a um sistema de informação geográfica (SIG). **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 4119-4128. . CD-ROM, On-line. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.21.53/doc/4119-4128.pdf>. Acesso em 25 de outubro de 2012.

PELUZIO, T.M.O. *et al.* **Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente no ARCGIS 9.3**. Alegre: CAUFES, 2010. 58 p.

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, Viçosa-MG**, v.29, n.2, p.203-212, 2005.

WEISS, R. **Identificação de fragilidade ambiental quanto a enchentes e desmoronamentos no perímetro urbano de Santa Maria- RS por geotecnologias**. 2011. 108 p. Dissertação de Mestrado ( Mestrado em Geomática) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS. 2012.