

# Demarcação de Áreas de Preservação Permanente nas Faixas marginais de Rios

Pedro José Farias Fernandes <sup>1</sup>

Laerte Costa Silva <sup>2</sup>

Raphael e Silva Girão <sup>3</sup>

<sup>1</sup> INPE – Divisão de Sensoriamento Remoto

Av. dos Astronautas 1758

12201-970 São José dos Campos SP

pjff@dsr.inpe.br

<sup>2</sup> UFRJ – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional

Av. Pedro Calmon 550

21941-901 Rio de Janeiro RJ

laertes@bol.com.br

<sup>3</sup> UFRJ – Departamento de Geologia e Paleontologia

Quinta da Boa Vista / São Cristóvão –

20940-040 Rio de Janeiro RJ

raphaelgirao@hotmail.com

**Resumo:** Este trabalho tem como objetivo comparar o uso de diferentes fontes de dados no mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APPs) em faixas marginais de rios do município de São José de Ubá (RJ). As fontes de dados para o mapeamento de APPs são: MDEs, SRTM, TOPODATA e ASTER, e dados vetoriais do IBGE. A metodologia desenvolvida para o mapeamento das APPs envolveu um algoritmo de extração de drenagem foi aplicado sobre os MDEs com o objetivo de se gerar vetores de drenagem em um ambiente SIG. Após essa etapa, foi feita análise da largura dos cursos fluviais a partir de ortofotos com resolução espacial de 1 m, concluindo-se que os rios do município possuem menos de 10 m de largura, logo, de acordo com o Código Florestal, conclui-se que as APPs de faixa marginal de rios possuem largura de 30 m. Posteriormente, foram geradas áreas de proximidade de 30 m em torno dos Pls vetoriais de drenagem de cada fonte de dado, permitindo a obtenção dos mapas de APPs e a comparação entre eles.

**Palavras-chaves:** Modelos Digitais de Elevação (MDEs), Hidrologia, Geoprocessamento.

**Abstract:** This study aims to compare the use of different data sources in the mapping of the Permanent Preservation Areas (PPAs) in marginal bands of rivers of São José de Uba (RJ). The data sources used are: SRTM DEMs, TOPODATA DEMs and ASTER DEMs, and vector data from IBGE. The methodology developed for mapping the PPAs involved the drainage extraction by an algorithm applied over the DEMs, with the aim of generating vectors of drainage in a GIS environment. After this step, by analyzing the width of the rivers using orthophotos with spatial resolution of 1 m, we can conclude that the rivers of the municipality have less than 10 m in width, so according to the Forest Code, we concluded that the marginal PPAs in marginal bands of rivers have width of 30 m. Subsequently, the PPAs were mapped by creating a buffer layer of 30 m, allowing the obtention of PPAs maps and the comparison between them.

**Keywords:** Digital Elevation Models (DEMs), Hydrology, Geoprocessing.

## 1 Introdução

Modelos Digitais de Elevação (MDEs) podem ser definidos como representações de valores de elevação (altitude) da superfície terrestre em forma de uma matriz (grid), onde cada célula possui um par de coordenadas (x, y) e o valor z referente à elevação, ou seja, à cota altimétrica (Hengl/Reuter, 2009). Os MDES, por permitirem a extração de informações utilizadas com diferentes objetivos são objetos de estudo importantes nos programas de pesquisa e desenvolvimento internacionais relacionados a dados geoespaciais (Toutin, 2004).

De acordo com Jenson e Domingue (1988), os MDEs possuem aplicações em Hidrologia e na análise de bacias hidrográficas, entre elas, pode-se citar a extração de drenagem. Para executar essa tarefa, algoritmos voltados para a extração de drenagem a partir de MDEs têm sido incorporados aos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs).

Uma das aplicações da extração de drenagem dos MDEs pode ser o mapeamento de Áreas de Preservação Permanente em faixas marginais de rios (Fernandes, 2010), que são áreas protegidas pela legislação onde não é permitida a retirada da cobertura vegetal (Brasil, 1965). Em rios com menos de 10 m de largura, a faixa marginal é de 30 m (Brasil, 1965). Entretanto, o mapeamento de APPs não é uma tarefa simples, pois a ação de cartografar definições estabelecidas na legislação pode gerar mapas imprecisos de APPs, como no caso de se definir cartograficamente faixas marginais de rios, que são feições com variabilidade espaço-temporal (Fernandes, 2010). Portanto, o mapeamento de APPs em faixas marginais de rios, a partir de MDEs, poderia ser usado para fins de gestão, mostrando um quadro geral da área e a localização dessas APPs. Fernandes (2010) recomenda que para a fiscalização das APPs com o menor erro possível sejam feitas vistorias de campo.

Desse modo, o presente trabalho tem como hipótese que a natureza das fontes de dados gera diferentes resultados no mapeamento de APPs. Portanto, trabalho tem como objetivo comparar o uso de diferentes fontes de dados no mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APPs) em faixas marginais de rios do município de São José de Ubá (RJ) (figura 1). As fontes de dados para o mapeamento de APPs são: dados cartográficos do IBGE, e MDEs SRTM, TOPODATA e ASTER.



**Figura 1:** Localização de São José de Ubá no Estado do Rio de Janeiro

## 2 Área de estudo

O clima de São José de Ubá é classificado como Aw de acordo com a classificação de Köppen, ou seja, é um clima tropical com estação seca durante o inverno. Apresenta um período úmido de novembro a abril, e um período seco correspondente ao inverno de maio a outubro. Seu clima é fortemente influenciado pelo relevo e por sua distância do litoral (Veleda, 2006).

Geomorfologicamente, São José de Ubá possui predominantemente um relevo colinoso com mar de morros. Junto às fronteiras oeste, norte e sul possui alinhamentos serranos e colinas dissecadas. O município está inserido na Depressão com Serras Alinhadas no Noroeste-Norte Fluminense. A Geologia da área conta com rochas metamórficas de alto grau, ocorrendo gnaisses, granulitos e migmatitos. Já em relação aos solos de São José de Ubá, Veleda (2006) afirma que há predominância de três tipos, que são o podzólico,

o latossolo e o litólico.

A situação ambiental municipal é problemática em alguns aspectos. Segundo Moura (2005), São José de Ubá possui o menor índice de cobertura vegetal do Estado do Rio de Janeiro, sendo um local onde as práticas agrícolas empregadas contribuem para a acentuação dos processos erosivos.

### 3 Materiais e Métodos

#### 3.1 Dados

Foram utilizados os seguintes dados:

- Hidrografia no formato vetorial das cartas topográficas do IBGE Miracema e São João do Paraíso 1:50.000. Disponíveis no sítio do IBGE <ftp://geofp.ibge.gov.br/>.
- Ortofotos do Projeto RJ-25 realizado pelo IBGE, com escala de 1:25.000 e resolução espacial de 1 m. Disponíveis em <ftp://geofp.ibge.gov.br/>.
- MDEs do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) com pixel de 90 m. Disponíveis no sítio da Embrapa: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm>.
- MDEs e declividade Topodata com pixel de 30 m. Disponíveis no sítio da Divisão de Sensoriamento Remoto do INPE: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/dados.php>.
- MDEs do Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) com pixel de 30 m. Disponíveis no sítio da NASA: <https://wist.echo.nasa.gov/api/>.

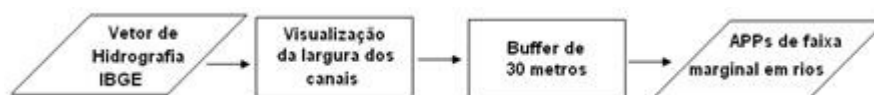
Os MDEs do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) são importantes fornecedores de dados topográficos de alta qualidade (Rabus et al., 2002). O SRTM foi um projeto realizado em parceria entre Estados Unidos, Alemanha e Itália, que gerou MDEs a partir de radar interferométrico transportado pelo ônibus espacial Endeavour em 2000. Os MDEs gerados possuem resolução espacial de 30m para o território dos Estados Unidos e resolução espacial de 90 m para as outras áreas do globo. O Topodata é um banco de dados geomorfológicos extraídos a partir de MDEs do SRTM para todo o território brasileiro que tem como objetivo melhorar a contribuição do SRTM (Valeriano/Rossetti, 2012). Sendo assim, uma metodologia foi desenvolvida para refinar os dados originais SRTM e corrigir/atenuar alguns de seus erros, a partir da seleção de coeficientes geoestatísticos utilizados na krigagem dos dados, gerando MDEs que possuem células com espaçamento de 30 m. Os MDEs ASTER foram gerados através de pares estereoscópicos obtidos por este sensor, referentes à faixa do infravermelho próximo (comprimentos de onda de 0,78 a 0,86  $\mu\text{m}$ ), dentro de um projeto de cooperação entre Japão e Estados Unidos: a versão 1 do ASTER Global Digital Elevation Map (ASTER GDEM) foi lançada em junho de 2009. Sua cobertura vai da latitude de 83° N até 83° S, e os MDEs gerados possuem resolução espacial de 30 m.

#### 3.2 Métodos

A metodologia difere para cada tipo de dado. No caso dos dados cartográficos em formato vetorial do IBGE, o procedimento foi mais simples, envolvendo a etapa de análise das ortofotos do IBGE para determinar a largura dos canais e a geração da área de proximidade (figura 2). A metodologia utilizada para mapear as APPs a partir dos MDEs é mais complexa e envolve o uso de um algoritmo para a extração de drenagem (figura 3).

##### 3.2.1 Dados cartográficos do IBGE

Para o mapeamento das APPs em faixas marginais a partir de dados cartográficos do IBGE, gerou-se um Plano de Informação (PI) da área de proximidade de 30 metros - uma vez que APPs de faixa marginal em rios com menos de 10 metros de largura marginal possuem 30 metros (Brasil, 1965), após a etapa de medição da largura dos rios do município através das ortofotos do IBGE - que permitiu verificar que possuem largura inferior a 10 metros. A figura 2 abaixo mostra o fluxograma:



**Figura 2:** Fluxograma da metodologia utilizada para os dados cartográficos do IBGE

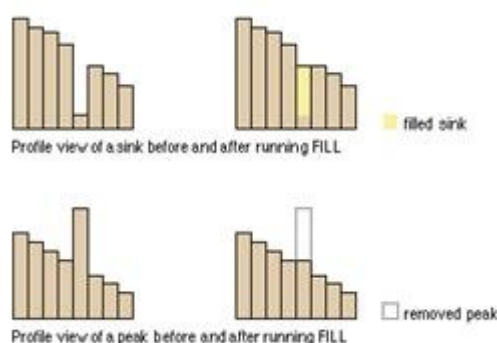
### 3.2.2 MDEs e extração de drenagem

O processo de extração de drenagem consiste basicamente em quatro etapas: Eliminação dos ruídos, geração de um raster de direção do fluxo, geração de um raster de acumulação do fluxo e geração de um raster com a drenagem traçada (figura 3).



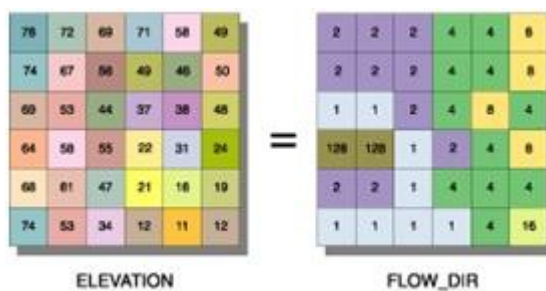
**Figura 3:** Metodologia para o mapeamento de APPs a partir da drenagem extraída dos MDEs

MDEs podem conter pixels com valores espúrios ou ruídos. Algumas células podem possuir valores com cota inferior ou superior às células vizinhas, havendo, portanto, uma depressão ou um pico que retém o fluxo, interrompendo a continuidade da drenagem. Então, é necessário preencher as depressões e eliminar os picos para que a drenagem seja extraída através de um algoritmo (figura 4).



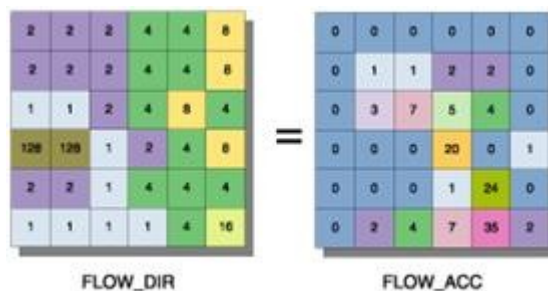
**Figura 4:** Eliminação dos valores espúrios  
Fonte: Esri (2010)

Após a eliminação dos ruídos no MDE, a segunda etapa para a extração da drenagem corresponde à geração de um raster contendo a direção do fluxo a partir da ferramenta. O algoritmo compara valores de células vizinhas, e, assim, os pixels do raster criado apresentam valores correspondentes à direção do fluxo: o fluxo segue para a célula vizinha com menor valor altimétrico (figura 5).



**Figura 5:** Raster de direção do fluxo gerado a partir de outro raster de elevação  
Fonte: Esri (2010)

A etapa seguinte corresponde à criação de um raster de acumulação do fluxo. O algoritmo analisa cada célula e calcula quantas células contribuem com fluxo para uma determinada célula, atribuindo para ela este valor. Desse modo, o programa gera um novo raster com o fluxo acumulado para cada célula (figura 6). A partir da matriz de fluxo acumulado é possível definir a drenagem de uma área. O usuário define um limiar a partir de qual valor de fluxo acumulado pode ser considerado como drenagem. Por exemplo, definindo o valor 5, o algoritmo irá traçar a linha de drenagem com fluxo maior que este valor (figura 7).



**Figura 6:** Raster de fluxo acumulado gerado a partir de um raster de direção do fluxo  
Fonte: Esri (2010)



**Figura 7:** Em azul, a drenagem desenhada a partir do valor 5

No presente trabalho, diversos valores foram testados. Porém, foram escolhidos os valores que permitiram a criação de camadas de hidrografia semelhantes visualmente à camada de hidrografia do IBGE. Para os dados SRTM, decidiu-se usar os valores a partir de 30. Para os dados ASTER e Topodata, valores a partir de 300 e 260 respectivamente, cerca de nove vezes maior. Após isso, o algoritmo fornece a drenagem no formato raster. Posteriormente, foi feita a conversão para o formato vetorial. Finalmente, gerou-se áreas de proximidade com raio de 30 m a partir das feições PLs de hidrografia extraída dos MDEs, o que permitiu o mapeamento de APPs de faixa marginal.

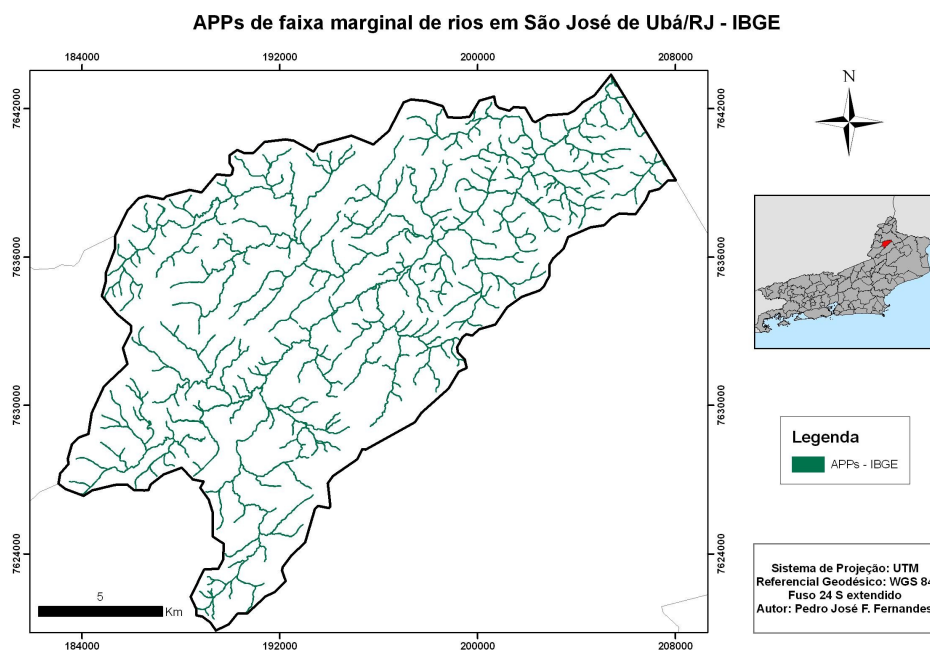
## 4 Resultados

Cada fonte de dados forneceu um resultado diferente. Houve diferenças no posicionamento, na área projetada e no arranjo espacial das APPs. Em relação às APPs mapeadas a partir dos MDEs, pode-se perceber que a resolução espacial influenciou nos resultados obtidos. Os dados das cartas topográficas 1:50.000 do IBGE resultaram em maior área, com aproximadamente 25,37 km<sup>2</sup>. Já entre os MDEs, as APPs mapeadas a partir de dados Topodata foram as que apresentaram o maior total de área (tabela 1).

**Tabela 1 – Total de área das APPs de Faixa Marginal**

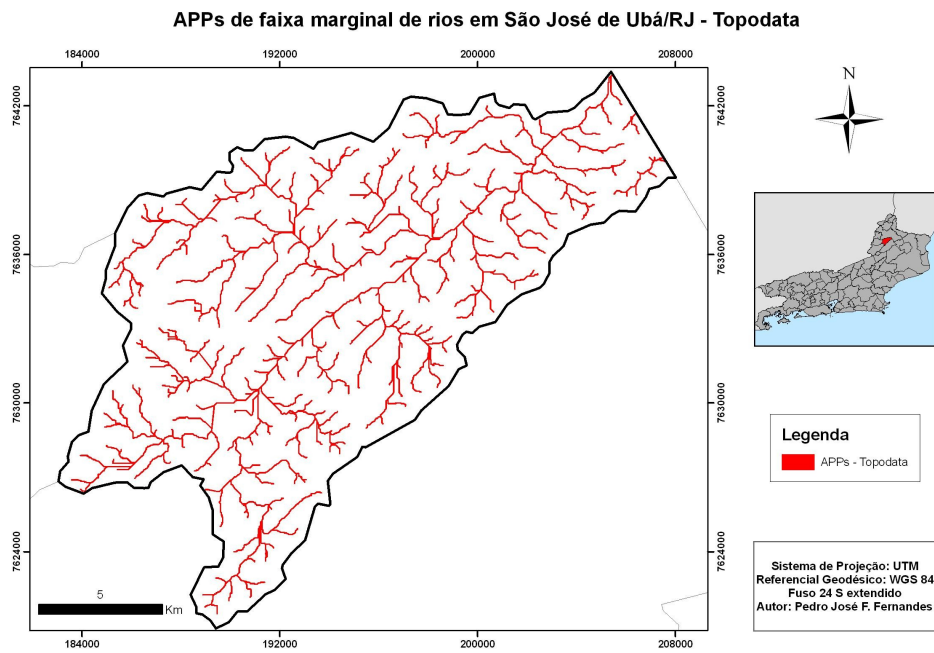
Fonte	Resolução Espacial	Área total	% de área ocupada do município
IBGE	-	25,37 km <sup>2</sup>	10,12%
Topodata	30 m	21,75 km <sup>2</sup>	8,68%
ASTER	30 m	20,15 km <sup>2</sup>	8,04%
SRTM	90 m	20,12 km <sup>2</sup>	8,03%

Pode-se perceber diferenças no posicionamento e no arranjo espacial das APPs, como mostram os mapas abaixo (figuras 8 a 11). As APPs mapeadas a partir dos MDEs possuem uma configuração espacial com tendências retilíneas, sendo que as mapeadas a partir do MDE do Topodata são as que apresentam menor retilinidade, coincidindo mais com o arranjo espacial das APPs mapeadas com dados do IBGE. A retilinidade das APPs é causada pela extração automática da drenagem dos MDEs, que obviamente, não considera características geográficas locais. Foi observado que os MDEs de resolução espacial maior (Topodata e ASTER) apresentaram maior total de área, mostrando, então, a influência do tamanho do pixel no resultado. Entretanto, seu desempenho dos MDEs ASTER não foi muito superior ao desempenho do SRTM.

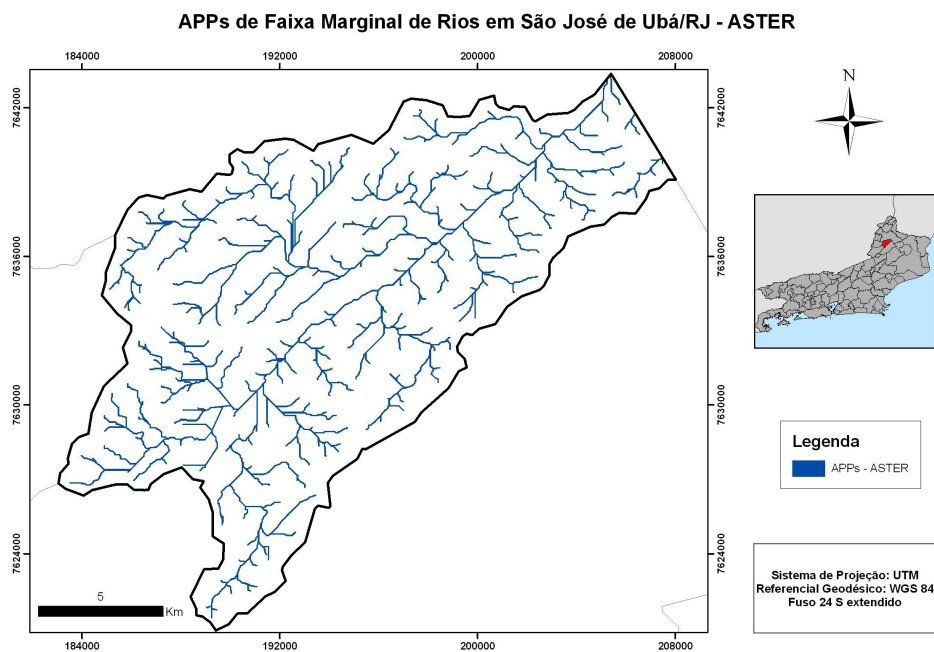


**Figura 8 : APPs mapeadas com dados cartográficos IBGE**

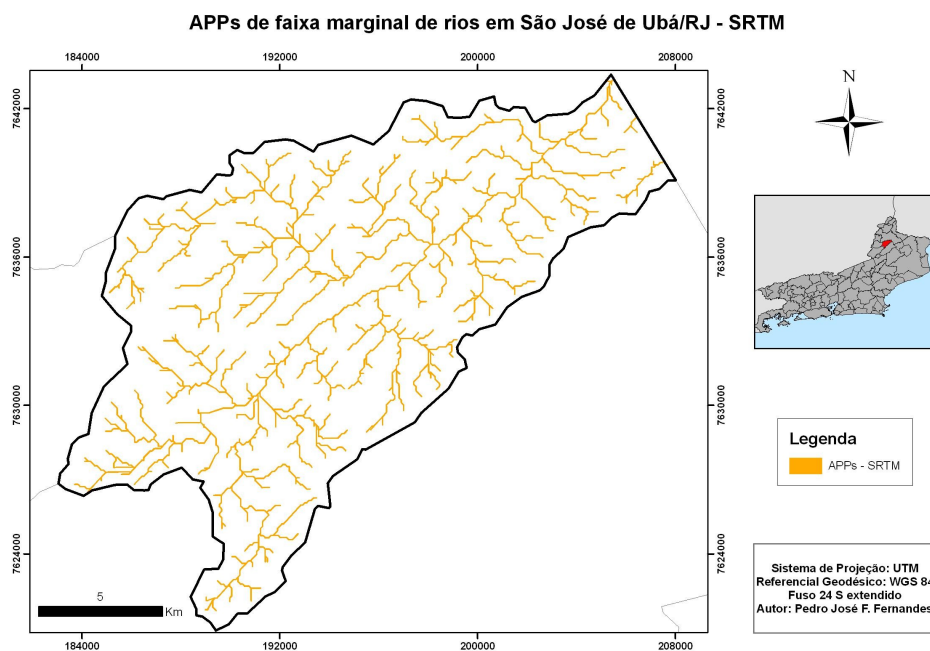




**Figura 9 : APPs mapeadas com dados Topodata**



**Figura 10 : APPs mapeadas com dados ASTER**



## 5 Conclusão

Os resultados confirmam a hipótese de que cada fonte de dado gera um produto diferente. Essas diferenças nos mapas foram causadas pela fotointerpretação e vetorização, no caso dos dados do IBGE, e no caso dos MDEs, pelo valor de fluxo acumulado inserido no sistema para se extrair a drenagem dos MDEs.

Além disso, no caso dos MDEs, o tamanho do pixel pode influenciar no mapeamento, já que as APPs mapeadas a partir de MDEs (Topodata e ASTER) com células de 30 metros possuem total de área superior às APPs mapeadas através de dados SRTM (com células de 90 metros).

Conclui-se que para fins de gestão, o geoprocessamento é útil no mapeamento de APPs. Porém, para fiscalização e cumprimento da lei, deve-se realizar a realidade em campo, pois há dificuldades enfrentadas durante os mapeamentos por fatores técnicos e conceituais que não permitem representar o dinamismo do meio ambiente.

## 6 Referências bibliográficas

**Brasil:** Lei nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965, Institui o novo Código Florestal, Brasil, 1965.

**Brasil:** Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, Brasil, 2002.

**Environmental Systems Research Institute (ESRI):** ArcGIS 9.2 Desktop Help, ESRI, Estados Unidos, 2010.

**Fernandes, P.J.F.:** Geoprocessamento aplicado ao mapeamento de Áreas de Preservação Permanente em São José de Ubá-RJ, UFF, Niterói, 2010.

**Hengl, T.; Reuter, H.:** Geomorphometry: concepts, software, applications, Elsevier, Amsterdam, 2009.



**Jenson,S.K.; Domingue,J.O.:** *Extracting topographic structure from digital elevation data for Geographic Information System analysis*, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, No 11/1988, p. 1593-1600.

**Moura,N.N.:** *Percepção de risco do uso de agrotóxicos: o caso dos produtores de São José de Ubá/RJ*, UFRRJ, Seropédica, 2005.

**Rabus,B.; Eineder,M.; Roth,A.; Bamler,R.:** *The shuttle radar topography mission: a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar*, Photogrammetry & Remote Sensing, No 4/2003, p. 241-262.

**Toutin,T.:** *RADARSAT-2 stereoscopy and polarimetry for 3D mapping*, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, No 1/2000, p.13-33.

**Valeriano,M.M.; Rossetti,D.F.:** *Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data*, Applied Geography, No 2/2012, p. 300-309.

**Veleda,J.A.D.:** *Gestão Sustentável de Bacias Hidrográficas - Base conceitual e Proposições para a recuperação Ambiental do Município de São José de Ubá – RJ*, UERJ, Rio de Janeiro, 2006.