

Avaliação de Áreas de Preservação Permanente (APP's) na microbacia do Córrego Santa Barbara / ES, através do uso de Modelos Digitais de Elevação

Fábio da Silveira Castro ^{1,2}
Fabrícia Benda de Oliveira ²
Alexandre Rosa dos Santos ²
Rosemberg Bragança ²
Adelson de Azevedo Moreira ¹
Flávio Eymard da Rocha Pena ¹
José Maria de Souza ³
Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira ¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - IFES
Av. 7 de Novembro – S/N, Centro, CEP 29395-000 - Ibatiba - ES, Brasil
{fabiosilveira, adelson, flavio.pena, jmsouza}@ifes.edu.br
engcarloshenrique@yahoo.com.br

² Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo - CCAUFES
Caixa Postal 16, S/N, Alto Universitário, CEP 29500-000, Alegre - ES, Brasil
{fabriciabenda, braganca}@cca.ufes.br
mundogeomatica@yahoo.com.br

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - IFES
Av. Arino Gomes Leal – N^o 1700, Santa Margarida, CEP 29700-660 - Colatina - ES, Brasil
jmsouza@ifes.edu.br

Abstract. This study was automatically delimit the Permanent Preservation Areas (PPAs) of nascent, slopes, streams, and hilltops, through the use of Geographic Information System (GIS), comparing the method of Digital Models elevation (DEM) generated from contour lines with vertical contour interval of 20 m, contained in the IBGE topographic maps in the scale of 1:50000, with the method of remote sensing images of the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) developed by Embrapa monitoring by Satellites, available for free in electronic address <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>. in the sub-basin's stream Santa Barbara, located in the municipality of Ibitirama - ES. For delimitation of APP `s (of water courses, nascent, slopes and hilltops), we used the Brazilian environmental legislation and Resolution CONAMA N^o. 303/2002 which establishes parameters, definitions and boundaries of these areas. For the generation of analysis tools were used in computer application ArcGIS® 10, and the data obtained individually in the mapping of each class of APP were grouped without overlapping on a single map, generating two maps of APP's, one using the MDE from the contour and using the SRTM. For classes of APP `s nascent and slopes, we can conclude that the results presented by the models used were similar. In general, the two models used show similarities in the results for delimitation of areas of APP `s and can be applied to delimit them.

Palavras-chave: Permanent Preservation Areas (APP), Digital Elevation Model (DEM), Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), Áreas de Preservação Permanente (APP's), Modelo Digital de Elevação (MDE), Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).

1. Introdução

As APP's são áreas de grande importância ecológica, cobertas ou não por vegetação nativa, que têm como função preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas, BRASIL (2001). Essas áreas são constantemente submetidas à degradação devido à intensificação das pressões antrópicas sobre o ambiente, assim, observa-se uma substituição das paisagens naturais e a extinção de áreas de conservação florestal em fragmentos florestais, causando problemas ambientais e afetando a disponibilidade de recursos naturais ARES (2006).

Os métodos manuais de determinação das APP's vêm sendo substituído por técnicas automatizadas por algoritmos, o que diminui o tempo para delimitação, tornando os dados menos subjetivos e mais fáceis de serem aplicados Ribeiro et al. (2002).

O MDE é à base dos estudos de delimitação de APP's, e segundo Burrough (1986) é definido como uma representação digital de variação contínua do relevo no espaço.

Esses modelos são mais comumente gerados a partir de curvas de nível e da hidrografia, obtidas de cartas topográficas, entretanto, as escalas disponíveis não são detalhadas, assim dados oriundos de imagens de sensores remotos são cada vez mais utilizados para geração desses modelos, e apresentam algumas vantagens sobre outras fontes de dados, como: disponibilidade de dados a nível mundial; grande cobertura de área por cena; resolução moderada; processamento rápido através de softwares e pouco esforço manual; baixo custo de processamento e no caso de sensores ativos capacidade de aquisição em qualquer condição ambiental Subramanian et al. (2005). Apesar disso, apresentam elevações com erros significativos, dependendo da limitação inerente dos instrumentos de observação e da rugosidade e declividade da superfície, carecem de pontos de controle localizados precisamente Dixon (1995).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo, delimitar automaticamente as APP's de nascentes, declividade, cursos d'água, e de topos de morro da sub-bacia hidrográfica do Córrego Santa Bárbara, através da utilização de MDE gerado a partir das curvas de nível e a partir de dados de radar STRM, utilizando um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

2. Metodologia de Trabalho

A Sub-bacia hidrográfica do Córrego Santa Bárbara localiza-se no município de Ibitirama-ES e apresenta uma área aproximada de 5,16 Km², está situada entre as coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) E 219.077 e 222.178 m e N 7.725.318 e 7.728.420 m, zona 24S, pertencente ao município de Ibitirama localizado a Sudoeste do estado do Espírito Santo como mostrado na Figura 1. A área da bacia do Córrego Santa Bárbara é constituída de áreas onduladas com elevações em torno de 800 m de altitude Miranda (2005).

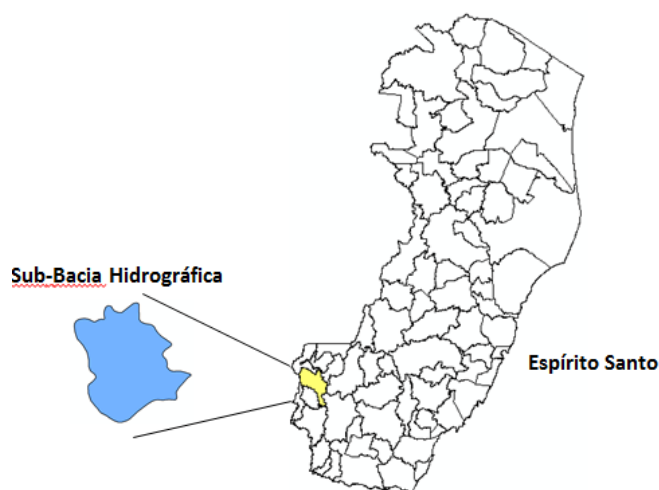


Figura 1. Localização da Sub-bacia do Córrego Santa Bárbara, Ibitirama – ES, no Estado do Espírito Santo.

Foram utilizados, neste estudo, um MDE gerado a partir de curvas de nível e um modelo derivado de métodos baseados em sensoriamento remoto orbital através de dados de radar SRTM. Essas imagens fazem parte de um programa de reconstituição do relevo do país, desenvolvido pela Embrapa Monitoramento por Satélites, e encontram-se disponíveis gratuitamente no endereço eletrônico <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>.

O MDE obtido a partir de curvas de nível foi elaborado utilizando-se os dados relativos às curvas de nível, com equidistância vertical de 20 m, contidos nas cartas topográficas do IBGE, na escala de 1:50.000, no formato digital. O MDE proveniente dos dados SRTM foram gerados com uma resolução espacial de 30 m, e foi reamostrado através de técnicas de interpolação pelo método do inverso quadrado da distância.

As delimitação das APP's (de cursos d'água, nascentes, declividade e topos de morro), foram realizadas com base na legislação e resolução ambiental brasileira do CONAMA nº 303/2002 que dispõe sobre parâmetros, definições e limites destas áreas, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. APP's a serem mapeadas na Sub-bacia hidrográfica do Córrego Santa Bárbara, Ibitirama-ES.

Definições	Exigências
Cursos d'água com menos de 10 metros de largura	Largura de 30 m
Nascentes ou olho d'água	Raio de 50 m
Encostas (declividade)	Maior que 100% ou 45°
Topos de morro	Áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base

Para o topo de morro foi utilizada a metodologia de Hott (2004) da EMBRAPA. Este método, baseado em geoprocessamento, aplica a legislação e adota um critério na delimitação das elevações por meio do fluxo numérico presente na superfície modelada digitalmente.

Para a geração das análises foram utilizadas ferramentas do aplicativo computacional ArcGIS 10®.

Os dados obtidos individualmente no mapeamento de cada classe de APP foram agrupados, sem sobreposição em um único mapa, gerando-se dois mapas das Áreas de Preservação Permanente, um utilizando-se o MDE proveniente das curvas de nível e um utilizando-se o MDE do SRTM.

A análise quantitativa destas áreas foi realizada por meio da comparação direta do valor total encontrado por categorias de APP, referentes aos dois modelos gerados.

3. Resultados e Discussão

A Figura 2 mostra as áreas de APP's da bacia hidrográfica do Córrego Santa Bárbara, com base no MDE gerado a partir de curvas de nível.

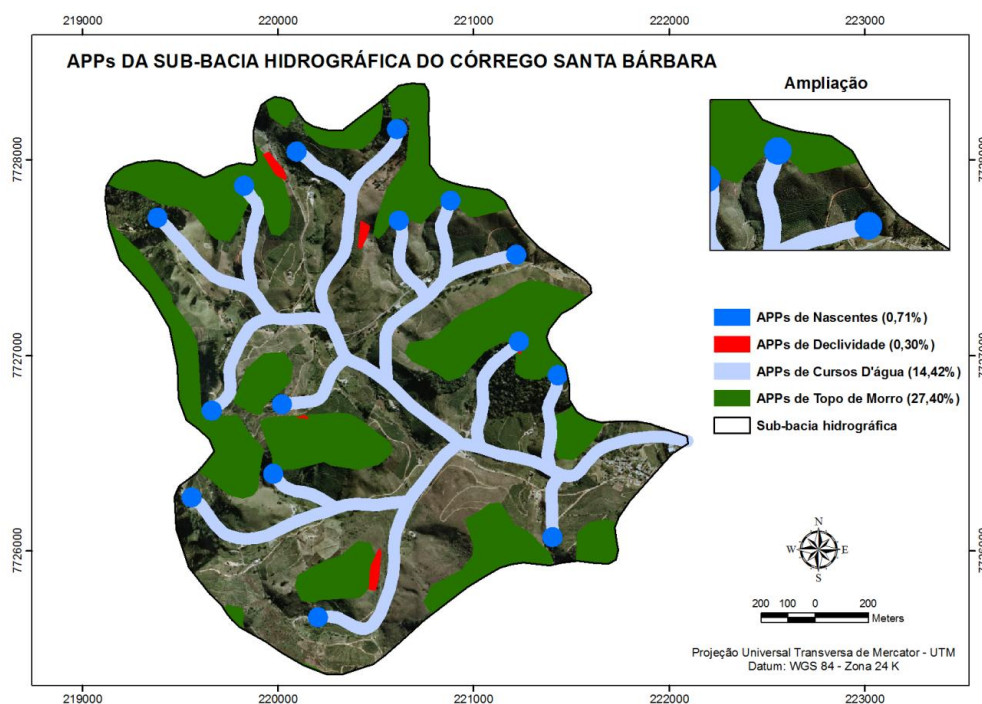


Figura 2. APP's sem sobreposição da Sub-bacia hidrográfica do Córrego Santa Bárbara, Ibitirama – ES, utilizando o MDE de curvas de nível.

A Tabela 2 quantifica as áreas das APP's da bacia hidrográfica do Córrego Santa Bárbara, com base no MDE gerado a partir de curvas de nível.

Tabela 2. Área real de cada APP e seus percentuais em relação a área total de APP's e a área da Sub-bacia hidrográfica do Córrego Santa Bárbara, Ibitirama – ES, utilizando-se o MDE de curvas de nível.

APP's	Área (km ²)	% Área em relação à área total de APP's	% Área em relação à área de estudo
Nascentes	0.037	1,666	0,714
Declividade	0.016	0,710	0,304
Cursos d'água	0.744	33,663	14,422
Topo de morro	1,413	63,961	27,403
Total	2,210	100,000	42,840

Já a Figura 3 apresenta sem sobreposição a Sub-bacia hidrográfica do Córrego Santa Bárbara, Ibitirama – ES, utilizando o Modelo Digital de Elevação através dos dados de radar do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).

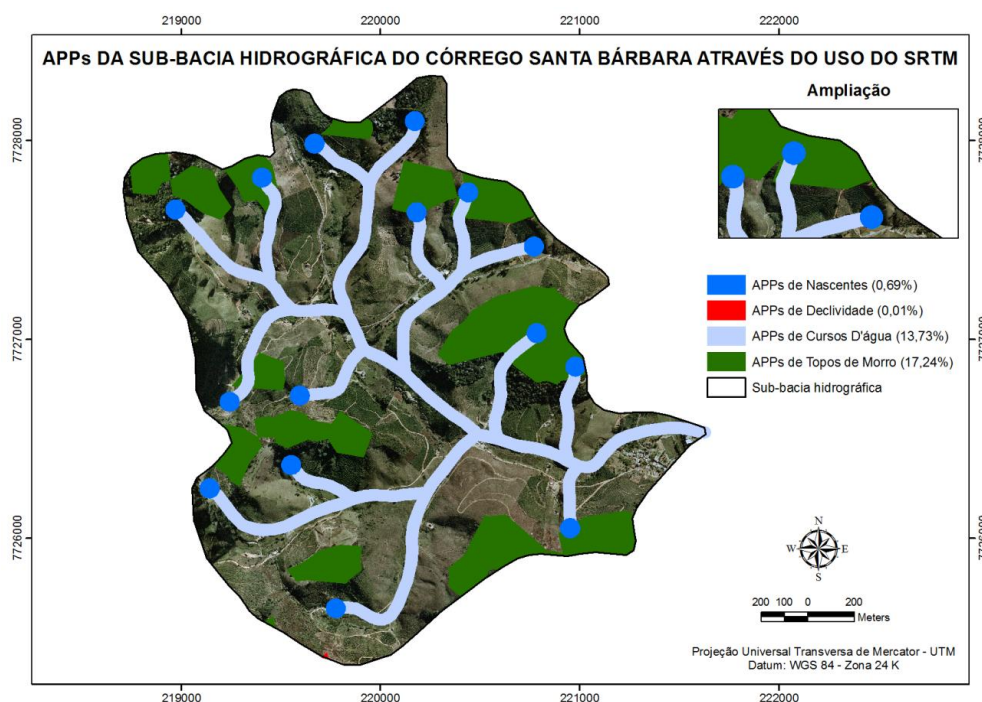


Figura 1. APP's sem sobreposição da Sub-bacia hidrográfica do Córrego Santa Bárbara, Ibitirama – ES, utilizando o MDE do SRTM.

A Tabela 3 quantifica as APP's da bacia hidrográfica do Córrego Santa Bárbara, com base no MDE gerado a partir de dados de radar do SRTM.

Tabela 3. Área real de cada APP e seus percentuais em relação a área total de APP's e a área da Sub-bacia hidrográfica do Córrego Santa Bárbara, Ibitirama – ES, utilizando-se o MDE do SRTM.

APP's	Área (km ²)	% Área em relação à área total de APP's	% Área em relação à área de estudo
Nascentes	0,036	2,185	0,692
Declividade	0,001	0,038	0,012
Cursos d'água	0,709	43,361	13,738
Topo de morro	0,889	54,416	17,241
Total	1,635	100,000	31,683

Com base nos mapas de delimitação das APP's utilizando curva de nível (Figura 2) e SRTM (Figura 3), observa-se que a porcentagem de área de APP em relação à área total de estudo da figura 2 (42,840 %) é maior que a da figura 3 (31,683%). Comparando os resultados com os encontrados por Chagas et al. (2009), O MDE utilizando curva de nível apresentou, no geral, os melhores resultados e o mesmo pode ser utilizado para derivar atributos topográficos primários e secundários.

A APP predominante da sub-bacia tanto utilizando curvas de nível quanto SRTM para modelagem do MDE, foi a de topo de morro, correspondendo, respectivamente a 27,403 %, e 17,241%.

A partir da análise das APP's pelos dois métodos, podemos concluir que a área de estudo apresenta poucas áreas com declividade superior a 45°.

As APP's referente aos cursos d'água, conforme pode-se constatar nas Figuras 2 e 3 e Tabela 2 e 3, ocupam uma área de 0,744 km² e 0,709 km², respectivamente, não havendo diferenciação entre os modelos propostos.

As áreas das APP's referentes às nascentes são de 0.037 km² e 0,036 km², respectivamente, uma área pequena quanto comparada com a área total da bacia hidrográfica (5,16 km²), representando cerca de 0,7 % da área total da Sub-bacia.

As APP utilizando-se curva de nível referente ao topo de morro ocupam 14,10 km² da área, sendo 27,40 % da área total da bacia hidrográfica. Já quando utilizou-se dados de SRTM as áreas de APP's referente ao topo de morro correspondem a 17,24% do total da bacia hidrográfica.

Comparando-se as áreas de APP's encontradas para declividade, observa-se que a área de estudo apresenta um relevo suavemente ondulado, sendo que as áreas correspondentes são 0,016 km² e 0,001 km², correspondendo ao MDE curva de nível e ao MDE SRTM, respectivamente. Esta categoria de APP apresenta significativa importância para a conservação do solo e da água da mesma, mesmo ocupando uma área pequena da bacia hidrográfica.

4. Conclusões

Para as classes de APP's de nascentes e declividades, podemos concluir que os resultados apresentados pelos modelos utilizados foram semelhantes. Esse modelos podem ser aplicados para a delimitação dessas APP's.

Com o advento dos modelos gerados a partir de SRTM, novos campos de estudo se abriram, permitindo o cálculo de variáveis topográficas com rapidez, identificação de formas de relevo e de estruturas, a visualização a partir de diversos pontos de vista e o cruzamento das informações altimétricas com outros dados.

Com a crescente popularização dos modelos SRTM e a capacidade do SIG de visualizar e analisar grandes áreas, fator até então limitado pela escala de imagens de satélite, mosaicos de Radar e pelo baixo nível de detalhe dos modelos de elevação regionais, tem-se ferramentas que facilitam a delimitação de áreas de APP's.

Referências Bibliográficas

Coelho, D. T.; Sedyama, G.; Vieira, M. Estimativas das temperaturas médias mensais e anuais do estado de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 20, n. 112, p. 455-459, 1973.

Foni, A.; Seal, D. Shuttle Radar Topography Mission: an innovative approach to shuttle orbital control. **Acta Astronautica**, Elmsford, v. 54, p. 565-570, 2004.

Lima, M.G.; Ribeiro, V.Q. Equações de estimativa da temperatura do ar para o Estado do Piauí. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.2, p.221-227, 1998.

Marin, F.; Pandorfi, H.; Ferreira, A. S. Estimativas das temperaturas máximas, médias e mínimas mensais para o Brasil. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 13, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: CBA, 2003. p.761-762.

Medeiros, S. de. S.; Cecílio, R. A.; Melo Junior, J. C. F. de.; Silva Junior, J. L. C. da. Estimativa e espacialização das temperaturas do ar mínimas, médias e máximas na Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 247-255, 2005.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 06 nov. 2012.

Oliveira Neto, S.N.; Reis, G.G.; Reis, M.G.F.; Leite, H.G.; Costa, J.M.N. Estimativa de temperaturas mínima, média e máxima do território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste. **Engenharia na Agricultura**, v.10, n.1-4, p.57-61, 2002.

Pedro Júnior, M.J.; Mello, M.H.A.; Ortolani, A.A. Alfonsi, R.R.; Sentelhas, P.C. **Estimativa das temperaturas médias mensais, das máximas e das mínimas para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1991. 11p. Boletim Técnico, n.142.

Rabus, B.; Eineder, M.; Roth, A.; Bamler, R. The shuttle radar topography mission - a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. **Journal of Photogrammetry & Remote Sensing (ISPRS)**, Amsterdam, v. 57, p. 241-262, 2003.

Santos, A; Fontana, D. C. Espacialização da temperatura do ar através de interpolação otimizada e de modelo numérico do terreno. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 9., 1997. Piracicaba. **Resumos...**, Piracicaba: SBA, 1997. p. 431-433.

Sediyama, G.C.; Melo Júnior, J.C.F. Modelos para estimativa das temperaturas normais mensais médias, máximas, mínimas e anual no estado de Minas Gerais. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.6, n.1, p.57-61, 1998.

Sediyama, G.C.; Melo Júnior, J.C.F.; Santos, A.R.; Souza, J.A.; Santana, M.O. Modelo para estimativas das temperaturas normais mensais médias, máximas, mínimas e anual georreferenciados para o estado do Espírito Santo. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 31, 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002. 1 CD-ROM.

Souza Filho, C. R. O relevo das Américas como nunca antes visto. **Infogeo**, Curitiba, n. 30, p. 54-58, 2003.

Sun, G.; Ranson, K. J.; Kharuk, V. I.; Kovacs, K. Validation of surface height from shuttle radar topography mission using shuttle laser altimeter. **Remote Sensing of Environment**, Amsterdam, v. 88, p. 401-411, 2003.

Valeriano, M.M.; Picini, A.G. Uso de sistema de informação geográfica para a geração de mapas de médias mensais de temperatura do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 255-262, 2000.

Valladares, G. S.; Marin, F. R.; Oshiro, O. T.; Guimaraes, M. **Uso de Imagens de Radar na Estimativa da Temperatura do Ar**. In: Embrapa Monitoramento por Satélites - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n° 3. Campinas: EMBRAPA, 2004. p. 20.

Valladares, G. S.; Marin, F. R.; Oshiro, O. T.; Gouvêa, J. R. F. Uso de Imagens de Radar na Estimativa da Temperatura do Ar. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 309-311.