

COMPARAÇÃO ENTRE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DEMARCADAS DE DIFERENTES ESCALAS TOPOGRÁFICAS

COMPARISON BETWEEN PERMANENT PRESERVATION DEMARCATED AREAS FROM DIFFERENT TOPOGRAPHICAL SCALES

André Quintão de Almeida¹, Alexandre Rosa dos Santos² e José Eduardo Macedo Pezzopane³

¹Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo
Av. Vitória, 1729, Jucutuquara, Vitória - ES, 29040-780

^{2,3}Universidade Federal do Espírito Santo
Av. Fernando Ferrari, s/n, Goiabeiras, Vitória - ES, 29060-970

e-mail:

¹andreaq@cefetes.br, ²alexasantos@npd.ufes.br e ³jemp@cca.ufes.br

Aceito em 11 de setembro de 2007

RESUMO

Confronta os Modelos Digitais de Elevação (MDE) gerados e calcula as áreas de preservação permanentes (APP) dos topos de morros, encostas e córregos em uma fração da bacia hidrográfica do rio Alegre de diferentes escalas topográficas. Utiliza duas cartas planialtimétricas, uma na escala de 1:10000 e outra na de 1:50000 e levantamentos de campo aos quais foram manipuladas no Sistema de Informações Geográficas (SIG) SPRING. Mapas temáticos de rede de drenagem, curvas de nível, altitude e declividade compõem o banco de dados. A altitude média encontrada na área examinada foi 311m para a escala 1:10000 e 284m para a escala de 1:50000. A área total de proteção permanente foi 530571m² para a maior escala (1:10000) e 310349m² para a menor escala avaliada (1:50000).

Palavras-chave: Área de preservação permanente – Alegre/ES. Geoprocessamento. Sistema de Informação Geográfica (SIG). Modelos digitais de elevação.

ABSTRACT

This work confronts the Digital Elevation Models (DEM) generated and calculates the areas of permanent preservation (APP) of the tops of hills, hill-sides and streams, in a fraction of the Alegre Stream Watershed, starting from different topographical scales. Two topographic maps were used, one in the scale of 1:10000 and the other in the scale of 1:50000. Field surveys were also used. The gathered data were processed in a GIS using SPRING. The database was composed by thematic maps of drainage network, level curves, altitude and slope. The medium altitude found in the examined area was 311 m for the scale 1:10000 and 284 m for the scale of 1:50000. The total area of permanent protection was 530571 m² to the largest scale (1:10000) and 310349 m² to the smallest appraised scale (1:50000).

Keywords: area of permanent preservation – Alegre/ES. Geoprocessing. Geographic information systems(GIS). DEM

1 INTRODUÇÃO

Definidas pelo Código Florestal Brasileiro (1) e, posteriormente, consideradas como reservas ecológicas pela Lei nº 6.938 (2), as Áreas de Preservação Permanente (APP) representam locais de grande risco quanto a possíveis impactos ambientais (erosão, lixiviação, inundação, etc.). Conforme itens dos art. 2º e 3º da Resolução nº 303, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) (3), as categorias de APP estão definidas como terço superior dos morros, as encostas com declividade superior a 45 graus, as nascentes, margens dos cursos d'água e terço superior das sub-bacias.

A criação de APP objetiva manter inalterado o uso do solo, que deve estar coberto pela vegetação original. De maneira geral, os debates acerca da preservação e conservação da vegetação nativa merecem destaque, sobretudo aquela situada ao longo dos cursos d'água, nascentes e em regiões de topografia acidentada, considerada um dos pilares para técnicos e pesquisadores que preconizam a sua importância para proteção dos recursos hídricos. Em um país de dimensões continentais como o Brasil, torna-se imprescindível a representação e caracterização das APP em mapas, já que auxilia no planejamento territorial, na fiscalização e nas ações de campo, sejam elas de âmbito local, regional ou nacional. (4)

Diante do exposto, a identificação e a delimitação de APP têm despendido alguns esforços, permitindo o avanço de técnicas e sistemas empregados. O uso de geotecnologias, entre as quais o geoprocessamento e o sensoriamento remoto, tem-se mostrado eficaz quando utilizado para delimitação de APP. Ribeiro et al. (5) demonstraram a viabilidade técnica no que se refere à delimitação automática de áreas de preservação permanente, em uma bacia hidrográfica com topografia acidentada.

A base dos estudos de delimitação de APP são os modelos digitais de elevação (MDE). MDE é definido por Burrough (6) como qualquer representação digital de uma variação contínua do relevo no espaço. Existem diferentes métodos de geração de MDE, os quais podem ser construídos, basicamente, por meio de grades regulares retangulares (GRID) ou redes irregulares triangulares (TIN), com o uso de diferentes algoritmos de interpolação.

A partir do processo de elaboração de modelos conceituais representativos da realidade, intrínseco à utilização do geoprocessamento, alguns questionamentos surgem e necessitam de investigações científicas para serem solucionados. (7) Embora inúmeros trabalhos visem a testar o melhor método de geração de MDE, poucos são aqueles que pretendem testar a partir de qual escala

cartográfica, que será usada com base no processo de geração do MDE, se representará, de maneira confiável, a superfície real do terreno. Almeida et al. (8) observaram que o MDE gerado por curvas de nível advindas de cartas topográficas na escala de 1:10.000 representa com mais fidedignidade os aspectos relativos ao terreno, como vales, topos de morros e áreas declivosas. Mediante o exposto, o objetivo deste trabalho é comparar os valores encontrados de APP ante o uso de cartas topográficas na escala de 1:10.000 e 1:50.000 em parte do município de Alegre, sul do Estado do Espírito Santo, Brasil.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área estudada está inserida no município de Alegre, com aproximadamente 1.740.000m², compreendida entre as latitudes 20° 45' e 20° 50' Sul e longitudes 41° 30' e 41° 31' Oeste (Figura 1). O clima da região enquadra-se no tipo Cwa (clima de inverno seco e verão chuvoso), de acordo com a classificação de Köppen. A região é caracterizada por uma topografia acidentada, intercalada por reduzidas áreas planas. Predominam as áreas de pastagens com escassos remanescentes florestais nativos, localizados, principalmente, nos topos dos morros. (9)

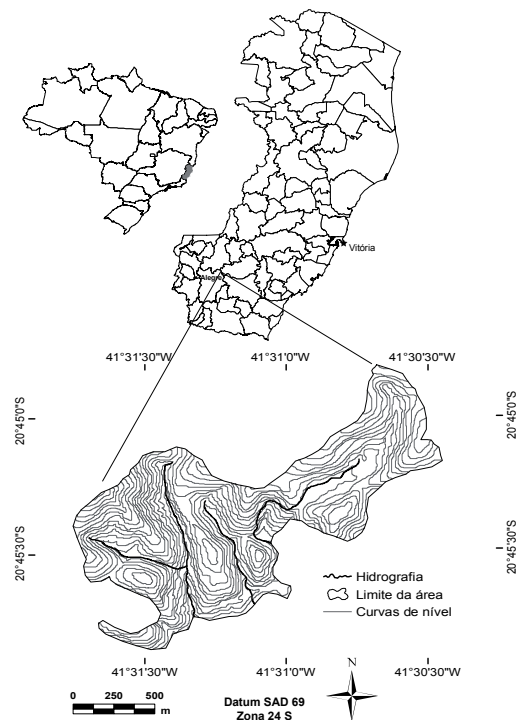


FIGURA 1 - Localização da área de estudo.

2.2 MATERIAL UTILIZADO

As informações de referência utilizadas na análise (curvas de nível e hidrografia) foram extraídas de duas cartas topográficas da região. Uma na escala de 1:50.000 e outra na escala de 1:10.000, produzidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (10) e pelo Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF) (11), respectivamente. Na primeira, as curvas de nível apresentam equidistância de 20 metros e, na segunda, de 10 metros. Ambas as cartas estão na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum Córrego Alegre, zona 24 Sul.

A base de dados e as análises foram implementadas no Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING) (12), e a entrada de dados foi executada, manualmente, por meio de uma mesa digitalizadora, com base nos atributos dos mapas de origem.

2.3 MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO (MDE)

O espaçamento da grade contínua do MDE, resultante do processo de interpolação dos dados de altimetria para ambas as escalas, teve uma resolução espacial de 10 metros. Ao manter uma resolução, possibilitou-se posterior comparação entre os valores de APP.

A escolha do melhor interpolador depende diretamente da intenção de uso, do tipo de terreno que se queira representar e da disponibilidade dos dados de entrada. As referências mostram alguns trabalhos que testam o melhor modelo para a confecção de MDE (13, 14); entretanto, não há nenhum consenso definitivo nesse assunto.

O interpolador usado no processo foi o Inverso do Quadrado da Distância (IDW) (Eq. 1), no qual o valor do pixel a ser estimado é calculado mediante a combinação linear do valor dos vizinhos da amostra, em que o peso de cada vizinho é uma função inversa da distância do vizinho até o ponto a ser calculado. (15)

O algoritmo matemático usado foi:

$$\hat{Z} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p} z_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p}} \quad [1]$$

Em que: \hat{Z} = valor calculado; d = distância de um dado ponto conhecido i; z = valor de z do ponto conhecido i; p = expoente de ponderação da distância; n = número de pontos a serem incluídos na procura; i = número de pontos conhecidos a serem tomados em conta.

Com o objetivo de avaliar os dois modelos digitais de elevação gerados, confrontaram-se algumas de suas características topográficas, tais como: subtração de um MDE pelo outro, para verificar as maiores diferenças entre os valores de altitude; extração de perfis topográficos em posição geográfica exatamente análoga entre os MDE, para identificar qual modelo representa melhor o terreno, e comparação entre os valores de declividade.

2.4 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Foram consideradas as APP encontradas em “topos” de morros, em encostas com declividade superior a 45° ou 100% e aquelas ao longo dos cursos d’água. (3) Todas as três categorias foram delimitadas com o auxílio da ferramenta SIG.

As duas primeiras categorias de APP (“topos” de morros e declividade superior a 45° ou 100%) consideradas neste estudo tomam como base o MDE gerado dentro do ambiente do SIG SPRING. Para a demarcação da categoria de APP de “topo” de morro, foi utilizada uma ferramenta (extração de topos) interna do SIG SPRING. Tal ferramenta define, de forma automática, as áreas equivalentes a dois terços (2/3) à altura do morro. Para isso, basta indicar o topo do morro e a respectiva base. Desse modo, para toda área analisada, foram identificados os topos de morros e as respectivas bases. Posteriormente, o cálculo das áreas (m²) encontradas foi realizado. Todo processo se deu por meio do mapa de altitude (MNT).

Para a categoria de preservação com declividade superior a 45°, as áreas com declive igual ou superior a esse valor foram identificadas e reclassificadas. As regiões com valores iguais e superiores a 45° receberam valor um e as demais, valor igual a zero. Por fim, para as regiões com valor “1”, ou seja, declive igual ou superior a 45°, o cálculo da área (m²) foi realizado. Em todo procedimento citado, toma-se como base o mapa de declividade, gerado pela conversão do mapa de altitude (MNT).

Para obtenção da área de proteção ao longo dos cursos d’água, foram estabelecidas zonas (buffer), tampões com 30m a partir de cada margem dos cursos d’água, visto que a largura de cada córrego no período chuvoso não ultrapassa 10 m. (3)

Todos os procedimentos descritos foram realizados para ambas as escalas. A análise quantitativa das áreas de preservação, considerando-se as diferentes escalas envolvidas, foi realizada por meio da comparação direta do valor (m² e %) total encontrado por categorias de APP.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE DOS MDE

Na primeira fase deste trabalho, realizaram-se as análises sobre os MDE. Na Figura 2, podem-se observar os MDE classificados de 20 em 20 metros. Nota-se que, de forma geral, as principais feições do relevo são comuns a ambas as imagens, como os vales de drenagem, representados nas tonalidades mais escuras. Na Figura 2a (escala 1:10000), entretanto, percebe-se um maior detalhamento da superfície do terreno. O modelo 1:10.000 apresentou 190 m com altitude mais baixa e 440m com a mais alta, enquanto o modelo 1:50.000 apresentou as altitudes 140m e 460m, respectivamente.

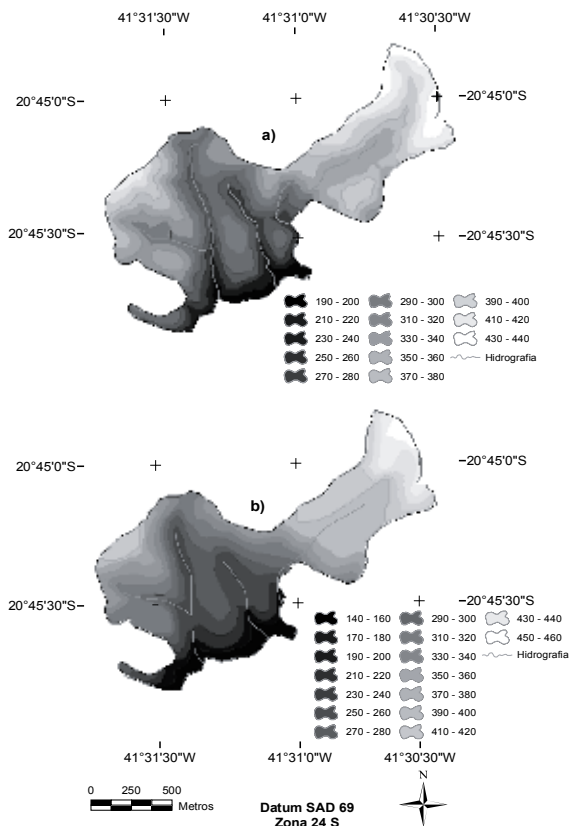


FIGURA 2 - Localização da área de estudo. Modelos digitais de elevação classificados de 20 em 20 metros na escala de (a) 1:10.000 e de (b) 1:50.000.

As tabelas 1 e 2 mostram as classes de altitude de 20 em 20 metros usadas para calcular os valores médios de altitude. Mesmo apresentando um maior valor de altitude (460 m), a escala de 1:50000 apresentou um valor altimétrico médio de 284 m, 27 metros menor do que a outra escala em questão.

TABELA 1 - classes de altitude geradas da classificação do MDE gerado da escala de 1:10000.

1	2	3	4	5
Cotas (m)	Ponto médio (m)	Área (m ²)	%	Coluna 2 x coluna 3
190 - 200	195	49500	2.84	9652500
200 - 220	210	62500	3.59	13125000
220 - 240	230	109300	6.27	25139000
240 - 260	250	172200	9.88	43050000
260 - 280	270	203400	11.67	54918000
280 - 300	290	180900	10.38	52461000
300 - 320	310	173300	9.94	53723000
320 - 340	330	223100	12.80	73623000
340 - 360	350	178700	10.25	62545000
360 - 380	370	133900	7.68	49543000
380 - 400	390	97800	5.61	38142000
400 - 420	410	99700	5.72	40877000
420 - 440	430	58800	3.37	25284000
Total		1743100	100	542082500

$$\text{Altitude média} = \frac{542082500}{1743100} = 311 \text{ m}$$

TABELA 2 - classes de altitude geradas da classificação do MDE gerado da escala de 1:50000.

1	2	3	4	5
Cotas (m)	Ponto médio (m)	Área (m ²)	%	Coluna 2 x coluna 3
140 - 160	150	81800	4.69	12270000
160 - 180	170	62300	3.57	10591000
180 - 200	190	79700	4.57	15143000
200 - 220	210	221500	12.70	46515000
220 - 240	230	162400	9.31	37352000
240 - 260	250	102400	5.87	25600000
260 - 280	270	175200	10.04	47304000
280 - 300	290	122000	6.99	35380000
300 - 320	310	127200	7.29	39432000
320 - 340	330	72100	4.13	23793000
340 - 360	350	200000	11.47	70000000
360 - 380	370	153600	8.81	56832000
380 - 400	390	46800	2.68	18252000
400 - 420	410	60800	3.49	24928000
420 - 460	430	56500	3.24	24295000
460 - 480	450	20000	1.15	9000000
Total		1744300	100	496687000

$$\text{Altitude média} = \frac{496687000}{1744300} = 284 \text{ m}$$

Ao subtrair um MDE pelo outro, é possível verificar em quais locais houve maior diferença entre os dois modelos. A Figura 3 ilustra, em branco, locais onde o modelo 1:50.000 mostrou altitudes mais altas que o modelo 1:10.000 e, em preto, locais onde o modelo 1:10.000 apresentou esse comportamento em relação ao modelo 1:50.000. A diferença máxima negativa (em que os valores do MDE 1:10.000 foram menores que os do 1:50.000) foi -87m e a máxima positiva (em que se deu o contrário) foi aproximadamente 70 m.

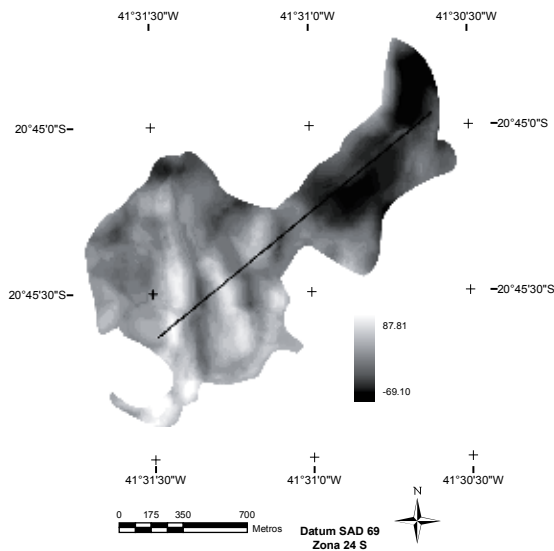


FIGURA 3 - Imagem da diferença dos MDE extraídos dos dados nas diferentes escalas, com destaque na localização do perfil topográfico.

A Figura 4 mostra a comparação de perfis topográficos extraídos de cada um dos modelos, para uma mesma região, a partir dos quais se pode perceber uma não-correlação entre eles. O perfil na escala de 1:10.000 apresentou a altitude mínima de 237m e máxima de 410m, enquanto o perfil 1:50.000 apresentou os valores 218m e 420m, respectivamente. Segundo Melgaço, Souza Filho e Steinmayer (16), a potencialidade dos MDE é função da sua resolução horizontal e vertical.

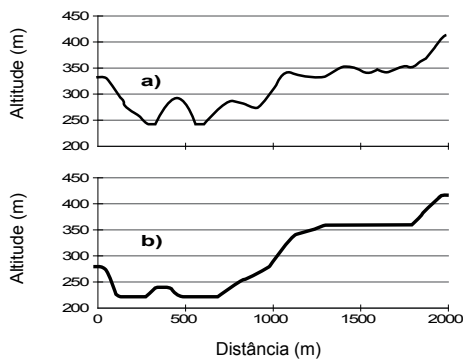


FIGURA 4 - Comparação entre perfis topográficos extraídos dos MDE: (a) 1:10.000 e (b) 1:50.000. A localização do perfil aparece na figura 3.

Na Figura 5, é possível comparar os mapas de declividade. A declividade varia de acordo com a escala apresentada em cinza. Em preto, estão as áreas menos declivosas e, em branco, as mais declivosas. Observa-se maior detalhamento da declividade no mapa na escala de 1:10.000, por causa de uma maior proximidade das curvas de nível das cartas. É patente que o mapa de declividade gerado a partir da carta de 1:50.000 ten-

de a classificar as áreas em classes menos declivosas do que a realidade, principalmente nas áreas mais planas, onde é maior o espaçamento entre as curvas de nível. Resultado semelhante é encontrado em Gouvêa *et al.* (17), em que os autores trabalharam com MDE gerados com base em dados do IBGE e da Missão Topográfica por Radar interferométrico, ou Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).

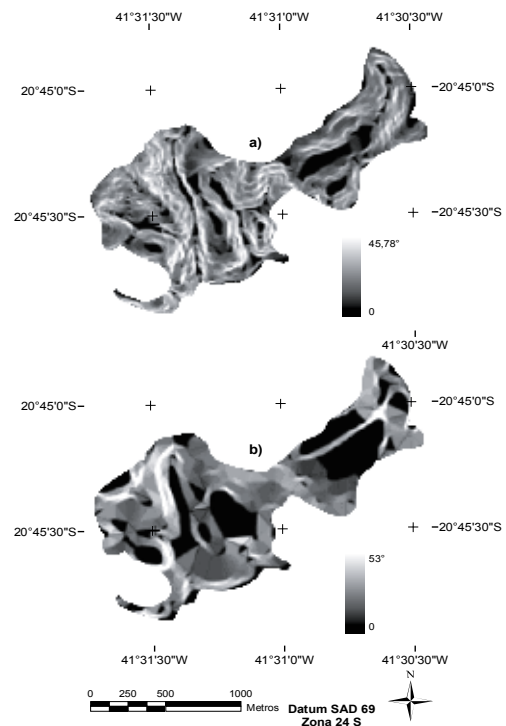


FIGURA 5 - Mapa comparativo das declividades com base nos dados nas escalas de (a) 1:10.000 e de (b) 1:50.000.

3.2 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Na segunda fase deste trabalho, conforme itens dos art. 2º e 3º da Resolução nº 303, do CONAMA (3), as categorias de APP foram delimitadas. Na ocasião do estudo, as relacionadas foram aquelas situadas no terço superior dos morros - (APP1), nas encostas com declividade superior a 45 graus ou superior a 100% - (APP2) e margens dos cursos d'água - (APP3).

A primeira categoria mapeada foi aquela correspondente ao terço superior dos morros. Os cumes pertencentes à área foram identificados. Observa-se na parte (a) da Figura 6 (escala 1:10.000), representado por "x", a existência de dez topos de morros. Na parte (b) da mesma figura, correspondente à escala de 1:50.000, verificaram-se apenas sete cumes. O terço superior dos morros, tal como se apresenta na parte (a) da figura 6 e na tabela 3, ocupa uma área de 436300,00m², ou seja, aproximadamente 54,43% da área analisada quando for

considerada a maior escala. Ao analisar a parte (b) da figura 6 e a tabela 3, temos apenas 48100,00 m² da categoria de APP2 correspondente à escala de 1:50.000. Percebe-se uma diferença nos valores encontrados, o que corresponde a um acréscimo de área de aproximadamente 89% quando se aumenta a escala em 5 vezes.

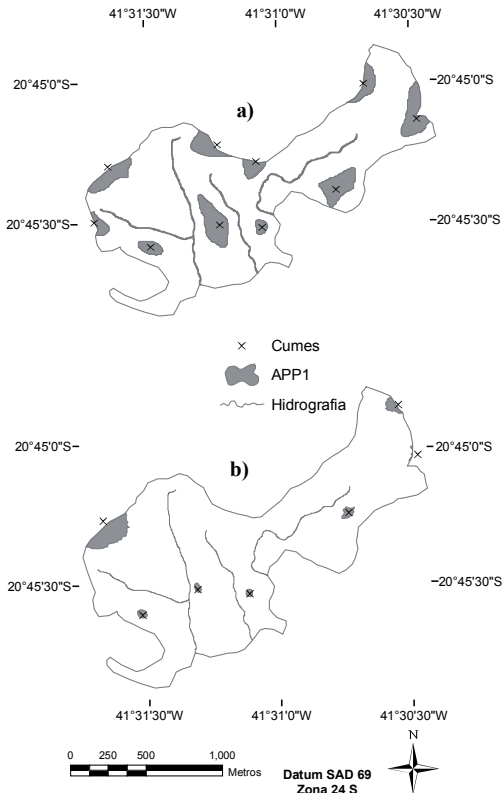


FIGURA 6 - Localização dos morros e as respectivas áreas de preservação para a escala de (a) 1:10.000 e de (b) 1:50.000.

TABELA 3: áreas de preservação segundo as diferentes categorias mapeadas em ambas as escalas.

Categoria de APP	Área em m ²		Diferença
	Escala 1:10.000	Escala 1:50.000	
APP 1	436300,00	48100,00	388200,00
APP 2	98600,00	60800,00	37800,00
APP 3	235300,00	204900,00	30400,00

As áreas com declividade acima de 100% são representadas na figura 7. Na parte (a), para a escala de 1:10.000; na (b), para 1:50.000. Observa-se uma diferença (tabela 3) de 37800,00m² de área mapeada entre as escalas.

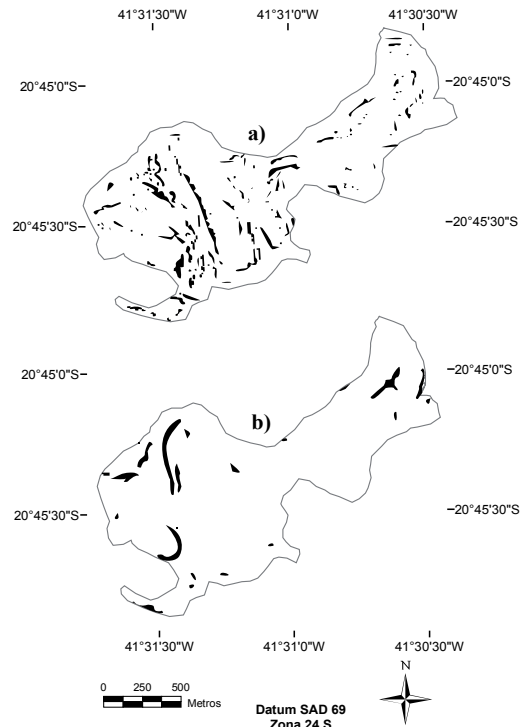


FIGURA 7 - Áreas de preservação com declividade acima de 45° nas duas escalas, (a) 1:10.000 e (b) 1:50.000.

Na figura 8, mostram-se as APP3, com uma largura uniforme de 30m.

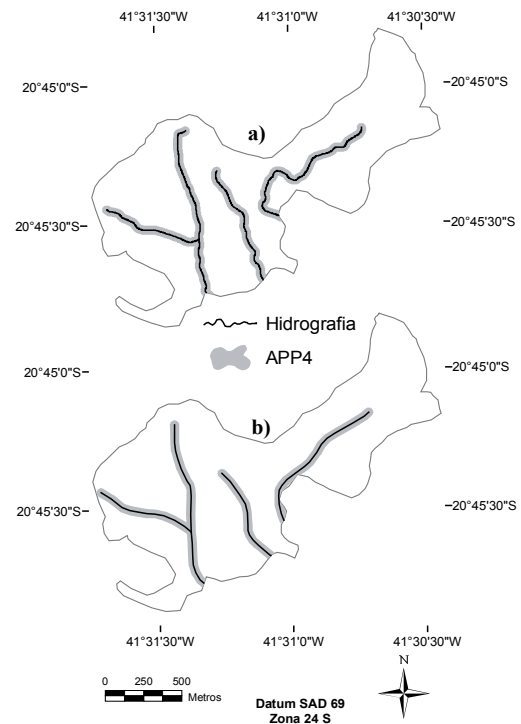


FIGURA 8 - Áreas de preservação com distância de 30 metros dos corpos d'água (APP 4) nas duas escalas consideradas, (a) 1:10.000 e (b) 1:50.000.

Na escala de 1:50.000, essa categoria corresponde a 204900m² (59,36%) do total, contribuindo, assim, com a maior porcentagem (tabela 3). Pode-se notar que a contribuição dessa mesma categoria aos dados compatíveis à escala de 1:10.000 é 235300,00m².

A figura 9 ilustra a distribuição espacial de todas as áreas de preservação permanente na região estudada. Estabelece-se uma comparação visual entre os resultados obtidos mediante o uso da (a) maior escala e os conseguidos pelo uso da (b) menor escala. Considerando as três categorias mencionadas, o código florestal promove a proteção efetiva de 530571,00 m², o que corresponde a 30,0% da área total da região de estudo, fazendo-se uso da maior escala. A parte (b) da figura 9 representa o total de áreas de preservação encontrado na escala de 1:50.000, perfazendo uma área de 310349,00 m² e representando aproximadamente 17,8% do total analisado. Hott, Guimarães e Miranda (4), em estudo de delimitação de áreas de preservação para o estado de São Paulo, observaram uma redução de 76% nessas áreas com a diminuição da escala, quando comparados dados compatíveis à escala de 1:50.000 e de 1:250.000.

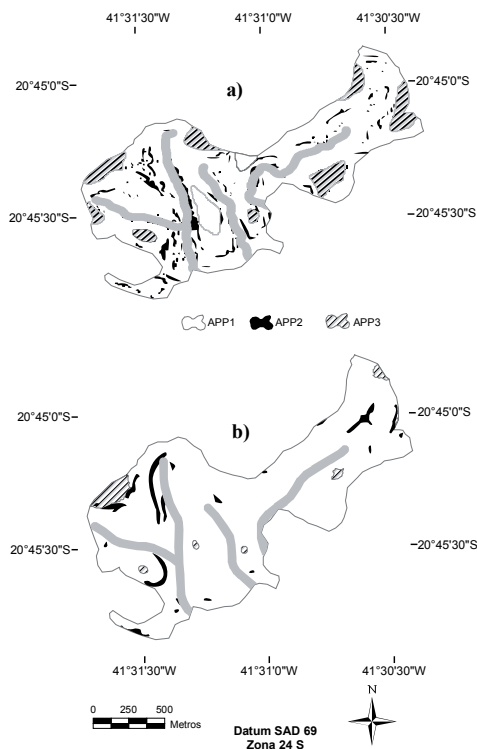


FIGURA 9 - Categorias de APP mapeadas para as diferentes escalas, (a) 1:10.000 e (b) 1:50.000.

É importante ressaltar que, para uma mesma unidade de área do terreno, pode-se enquadrá-la em diferentes classes de áreas de preservação permanente, ou seja, ocorre a sobreposição

de áreas. Tal alusão fica em evidência ao analisar a tabela 3 e os valores totais de APP. Se considerarmos os valores individuais de cada classe de APP encontrada, e, após somá-los, compararmos ao valor total, notaremos valores distintos quanto ao total individualizado de áreas de preservação.

4 CONCLUSÕES

Para a área de estudo considerada, o comportamento dos dois modelos analisados mostrou diferenças significativas, com uma resposta melhor para o MDE gerado da escala de 1:10000. Tais diferenças entre os dois modelos também foram confirmadas no cálculo das áreas de preservação, visto que as categorias consideradas dependem do MDE.

Para a área testada, verificou-se que a delimitação de áreas de APP em topos de morros é aproximadamente 89% maior ao usar dados na escala de 1:10.000, quando comparados com dados na escala de 1:50.000. Nota-se também na área em questão que a porcentagem de APP reduz cerca de 40% com a diminuição da escala considerada.

REFERÊNCIAS

- (1) BRASIL. Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal Brasileiro. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=102353>>. Acesso em: 20 ago. 2006.
- (2) BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L6938.htm>>. Acesso em: 22 ago. 2006.
- (3) CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução n. 303, de 20 de mar de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em: 25 ago. 2006.
- (4) HOTT, M. C.; GUIMARÃES, M.; MIRANDA, E. E. Um método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: Inpe, 2005. p. 3061-3068.

- (5) RIBEIRO, C. A. A. S. et al. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 2, 2005.
- (6) BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. New York: Oxford University Press, 1986.
- (7) FERNANDES, M. C.; MENEZES, P.M.L.; PAES, M. Avaliação de ferramentas e métodos de análise frente às necessidades geocológicas. **Revista de Pós- Graduação em Geografia da Ufrj**, Rio de Janeiro, a. 5, v. 5, n.1, p.53-68, 2002.
- (8) ALMEIDA, A. Q. et al. Comparação entre modelos digitais de elevação gerados por cartas topográficas em diferentes escalas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 22., 2005, Macaé. **Anais...**Macaé: Sociedade Brasileira de Cartografia, 2005. p. 88-98.
- (9) NASCIMENTO, M. C. et al. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Alegre - Espírito Santo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 207-220, 2005.
- (10) ESPÍRITO SANTO (Estado). Cartas topográficas vetoriais do mapeamento sistemático: Rio de Janeiro: IBGE, 1976. Carta de Guaçuí. 100x90 cm. Escala: 1:50.000.
- (11) ESPÍRITO SANTO (Estado). Levantamento topográfico. Cachoeiro de itapemirim: IDAF 2000. Carta. 50x30 cm. Escala: 1:10.000.
- (12) CÂMARA, G. et al. SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, Amsterdam, v.20, n.3, p.395-403, may-jun. 1996.
- (13) MARK, D.M. Computer analysis of topography: a comparison of terrain storage methods. **Geografiska Annaler**, 1975, v. 57, p. 179-188.
- (14) FERNANDES, M. C.; MENEZES, P.M.L. Comparação entre métodos para geração de MDE para a obtenção de observações em superfície real no maciço da tijuca-Rj. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, a. 5, v.5, n. 57, p. 53-68, 2005.
- (15) WATSON, D.F.; PHILIP, G. M. A Refinement of inverse distance weighted interpolation. **Geoprocessing**, n 2, p. 315-327, 1985.
- (16) MELGAÇO, L. M.; SOUZA FILHO, Carlos Alberto de ; STEINMAYER, M. Comparação entre modelos digitais de elevação gerados por sensores ópticos e por radar. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: Inpe, 2005. P. 1215-1220.
- (17) GOUVÊA, J. R. F. et al. Comparação dos modelos digitais de elevação gerados com dados SRTM e cartas IBGE na Escala 1:250.000 na Região da Bacia do Camanducaia, no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: Inpe, 2005. p. 2191-2193.