

Distância proporcional entre a rede de drenagem e os divisores de águas, uma contribuição técnica alternativa à delimitação de APPs de Topo-de-Morro

Celso de Souza Catelani^{1,2}
Getulio Teixeira Batista²
Benedito Jorge dos Reis¹
Nelson Wellausen Dias²

1 E-CConsulting – Consultoria Ambiental & Tecnologia da Informação Ltda
Rodovia Álvaro Barbosa Lima Neto, 2.370- 12120-000 - Tremembé - SP, Brasil. cscatelani@gmail.com ;
contato@e-consultingltdda.com.br

2 IPABHI - Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas gibatista@gmail.com ,
nwdias@gmail.com

Abstract: Federal laws and regulations in Brazil related to the environment still rise questions regarding their practical applicability due to their highly subjective means, as in the case of determining Permanent Preservation Areas (APP) in the top of hills and mountains. Those questions also focus on the scope and possibilities of land use and on the effective protection of environmental quality. In this context, this study proposes a new approach to mapping areas to be preserved or restored based on their elevation. This approach produces a clearer definition that takes into account the proportional distance between the watershed upper limit and the drainage network. The results show a distribution similar to that defined by the conventional method but it could also be applied to multi-track comparative boundaries, since the distance between the drainage network and watershed is converted to a standardized value between 0 and 100 distance units further sub-divided by slicing with pre-defined categories that generates a map of APP areas. Best results were obtained with the 33% distance proportion.

Palavras-chave: APP, legislação ambiental, preservação, topo de morro, DEM, SPRING.

1. Introdução

As questões relacionadas à preservação ambiental, áreas protegidas, formação de corredores ecológicos e em especial as APPs – Áreas de Preservação Permanente relativas aos topos de morros e linhas de cumeada (divisores de água), nos remetem sempre à complexidade de delimitação dessas APPs ocasionada pela variedade de entendimentos das definições previstas na legislação, em especial a Lei Federal 4.771/1965 e a Resolução CONAMA 303/2002.

Aspectos relativos às definições de onde se encontra a base da elevação para se verificar se a mesma é de fato um “Morro” ou uma “Montanha”, ou ainda onde se inicia ou termina uma sequência de linha de cumeada (divisores de águas), se tomada tal base haverá ou não amplitude altimétrica e declividade na encosta para se classificar uma determinada elevação como morro, e qual o alcance para o traçado de uma curva relativa ao terço superior da elevação são apenas alguns exemplos das variáveis subjetivas descritas na legislação citada.

Muitas são as indagações sobre se a abrangência restritiva do traçado dessas classes de APP quanto as possibilidades de uso do solo (LEPSCH, 1983), são de fato condizentes com o aspecto da proteção ambiental efetiva, ou se tais áreas utilizadas por atividade antrópica baseada em critérios técnicos de preservação ambiental seria de fato um fator degradante, ou ainda se um terço da elevação é muito ou pouco para se obter o caráter preservacionista capaz de garantir a perpetuação da biodiversidade. Não há dúvida quanto a necessidade de dispositivos legais para garantir a proteção efetiva da qualidade ambiental, todavia, a maior

resistência que se observa quanto as APPs relativas às elevações do relevo se refere à subjetividade dos parâmetros de definição dos pré requisitos para a sua delimitação, e dessa forma não se sabe ao certo se há uma proteção justa ou uma restrição injusta e vice versa.

Nesse contexto, o presente trabalho traz à discussão uma forma de mapeamento de áreas a serem preservadas nas elevações, baseada em elementos mais claros de delimitação, que consideram a distância proporcional existente entre os divisores de águas e a rede de drenagem. Os resultados obtidos refletem uma distribuição semelhante à delimitada pelo método convencional, e pode ser aplicada de forma comparativa em várias faixas de delimitação, uma vez que a distância entre a rede de drenagem e os divisores de águas foi convertida para o espaço normalizado entre 0 e 100 unidades de distância, o que proporcionou a realização de *Slicing* (fatiamento) com faixas pré definidas para comparação das áreas geradas.

2. Materiais e métodos

2.1 Área de estudo

A área de estudo selecionada está inserida na bacia hidrográfica do Rio Una no município de Taubaté, SP (Figura 1), e foi selecionada por já possuir o mapeamento de APPs elaborado na forma convencional Batista, et al. (2005). A área teste possui 21,6 km² e situa-se aproximadamente nas coordenadas geográficas W 45°23'15" e S 23°03'21", tomadas no centro do retângulo que a compõe.

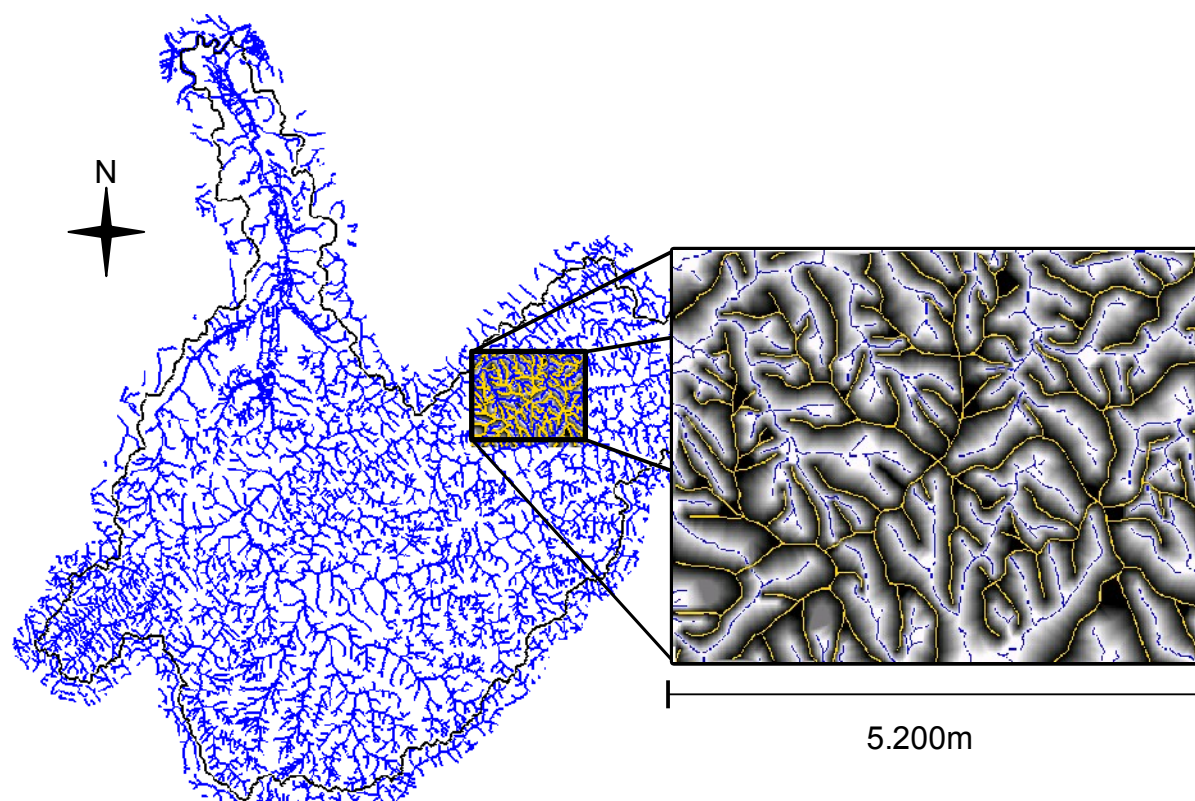


Figura 1. Localização da área de estudo na bacia hidrográfica do Rio Una.

2.2. Dados de base e softwares utilizados

Para a geração da grade de distância normalizada entre a rede de drenagem e os

divisores de água foram utilizados o mapa de rede de drenagem na escala de 1:10.000, derivado das cartas topográficas do IGC - Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo, e ainda os dados altimétricos de mesma fonte no formato GeoTIFF DEM, onde os valores dos níveis de cinza na imagem correspondem à altitude do terreno com uma amostra para cada célula de 10m x 10m. Estes dados de base foram disponibilizados na forma de dados vetoriais e matriciais pelo projeto Banco de Dados Ambientais da Bacia do Rio Una Batista et al. (2005).

No processamento dos dados foram utilizados sistemas computacionais de Planilha eletrônica BROffice.org v. 3.1.1, editores de texto VIM v. 7.2 Moolenaar (2002), visualização 3D, VisIt v. 1.12.0 (LLNS, 2000), SIG – Sistema de Informações Geográficas, que nesse estudo foram utilizados o SPRING v. 4.3.3 Câmara et al. (1996), VTP – Virtual Terrain Project e MICRODEM, Guth et al. (1987).

2.3 Geração de grades numéricas

Os dados de base citados foram processados para gerar a referida grade de distâncias normalizada. De início os dados da rede de drenagem foram convertidos para formato numérico como amostra 3D, essa operação foi realizada pelo módulo de mosaico de dados do SPRING, que possibilita a reimportação de linhas 2D em formato de amostra 3D. Em seguida, as amostras foram editadas para o valor $Z=100$, correspondente ao máximo da distância normalizada, por meio do módulo de verificação de vetores MNT 3D do SPRING.

O dados correspondentes aos divisores de águas foram obtidos por meio da digitalização direta em modelo numérico 3D, com base na interpretação dos divisores de águas das curvas de nível incorporadas das cartas topográficas do IGC na escala de 1:10.000. Este plano de informação vetorial 3D foi editado para que todos os valores das amostras obtivessem o valor $Z=0$, correspondente ao início da distância normalizada.

No passo seguinte, os dados em vetores tridimensionais da rede de drenagem e dos divisores de águas foram agrupados numa única camada (layer ou PI), contendo então os valores de distância máxima e mínima armazenados respectivamente nas linhas correspondentes à drenagem e aos divisores de águas (Figura 2).

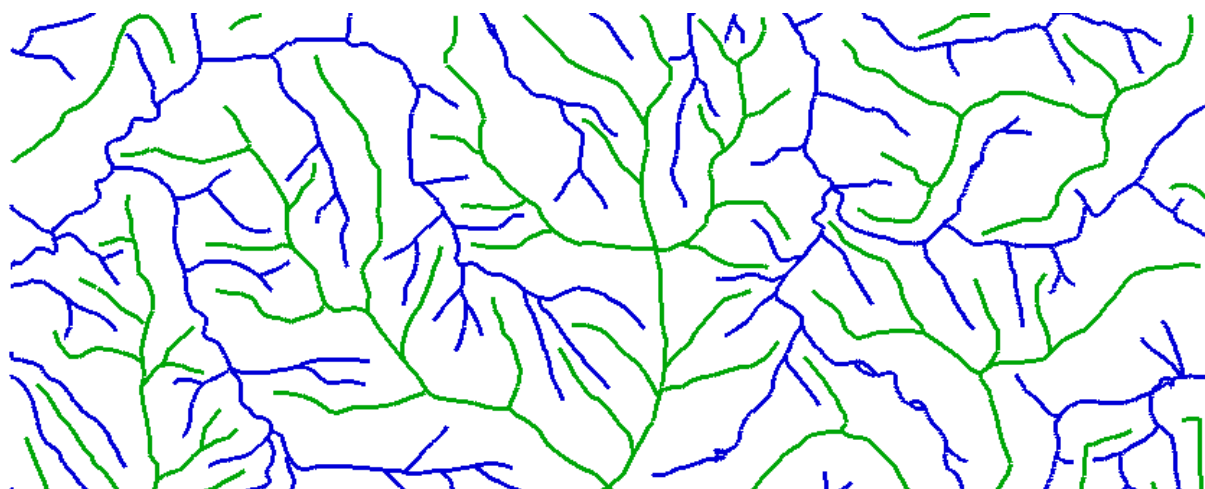


Figura 2. Vista parcial da área de estudo com as linhas vetoriais no formato de amostras 3D, as linhas verdes (divisores), correspondem ao valor $Z=0$, e as azuis (drenagem), correspondem ao valor $Z=100$.

Após a obtenção da camada com as linhas de referência numérica para a geração da grade de valores distribuídos das distâncias entre 0 (zero) e 100, foi gerada uma grade TIN

(Triangular Irregular Network) com o método de restrição de Delaunay, Felgueiras (2005), e posterior geração da grade retangular com um interpolador (quântico sem linhas de quebra) que proporciona a suavização da superfície gerada (Figura 3).

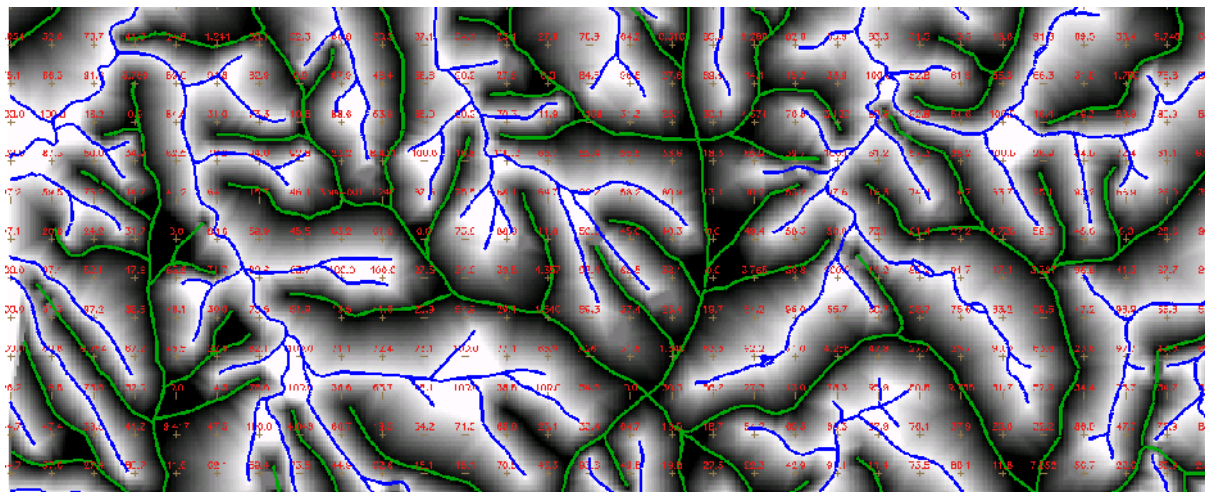


Figura 3. Vista parcial da área de estudo com as linhas vetoriais e a grade de distância proporcional, as zonas mais escuras representam as áreas junto aos divisores de águas.

A partir da geração da grade de distâncias proporcionais entre a rede de drenagem e os divisores de águas, procedeu-se o fatiamento (*Slicing*), na proporção de 33%, a exemplo do que se pratica pelo método convencional baseado na Resolução CONAMA 303/2002. A princípio foram gerados os fatiamentos com 33% e 50% respectivamente da distância proporcional entre a drenagem e os divisores de água (Figura 4).

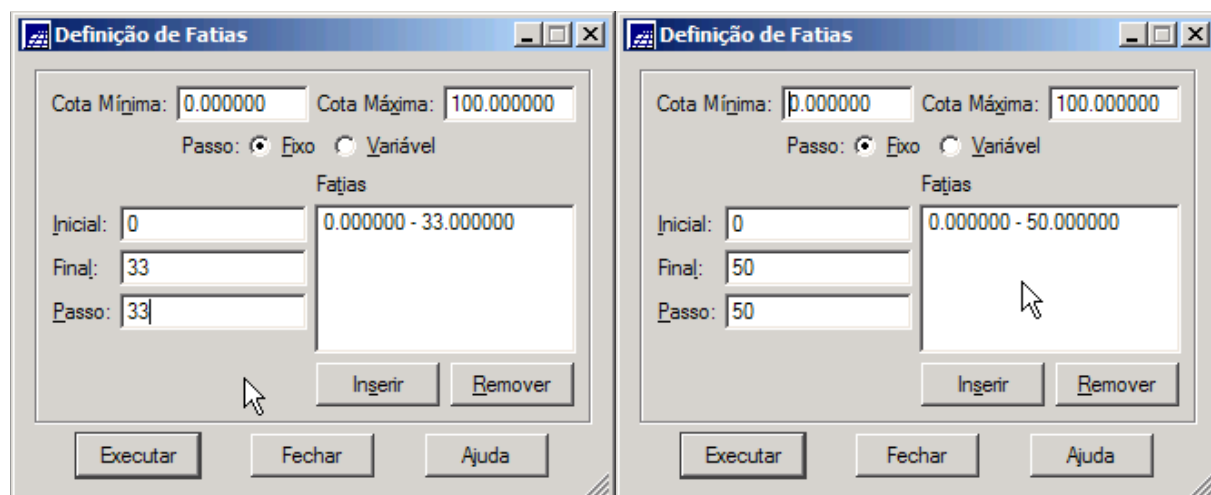


Figura 4. Vista das telas de fatiamento de grades numéricas do SPRING v. 4.3.3, com os valores percentuais de distância correspondentes a 33% e 50% respectivamente.

Para efeito de comparação dos resultados, foi gerada uma folha parcial correspondente à área de estudo, derivada do mapa de APPs existente no Banco de Dados Ambientais da Bacia do Rio Una, Batista et al. (2005), (Figura 5).

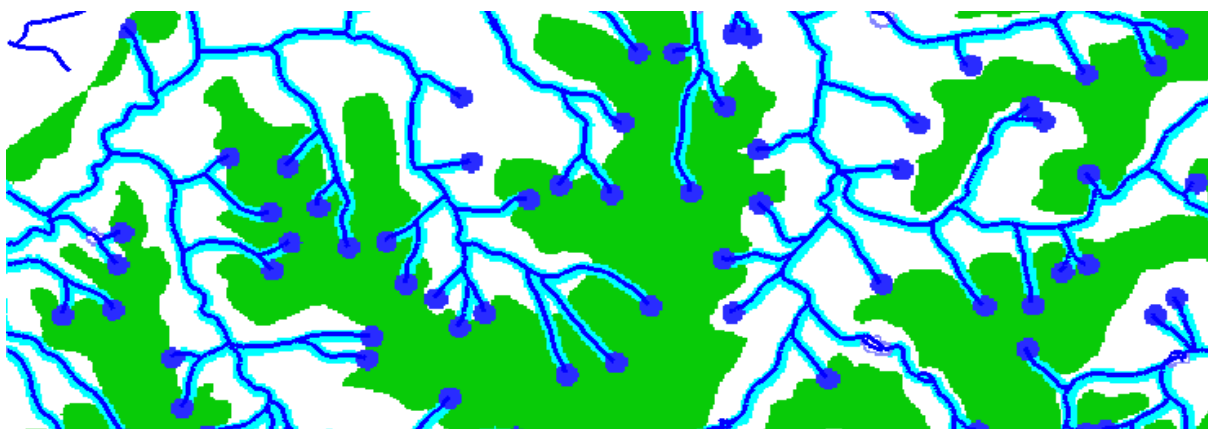


Figura 5. Recorte de uma área do mapa de APPs do Banco de Dados Ambientais da Bacia do Rio Una.

3. Resultados e Discussão

O processamento da grade altimétrica derivada do Banco de Dados Ambientais da Bacia do Rio Una Batista et al. (2005), checados para a verificação da consistência dos dados resultaram no modelo tridimensional de base para a visualização dos resultados de outros processos (Figura 6.)

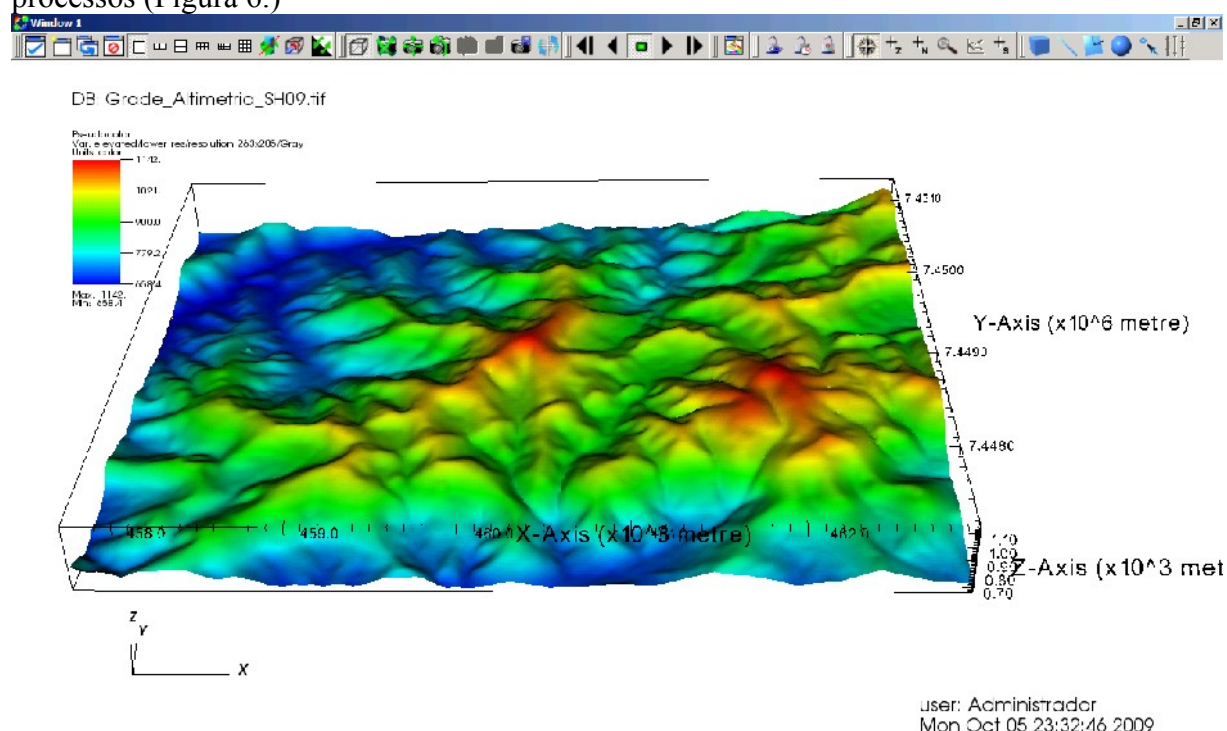


Figura 6. Visualização 3D da grade de base plotada no software VisIt v. 1.12.0, com representação em pseudocores do gradiente altimétrico.

Os resultados dos dados de distância normalizada em intervalo crescente de 0 a 100 unidades de distância, fatiados nas proporções de 33% e 50% e sua comparação com os resultados obtidos pelo método convencional respectivamente está apresentada na Figura 7 e na Tabela 1.

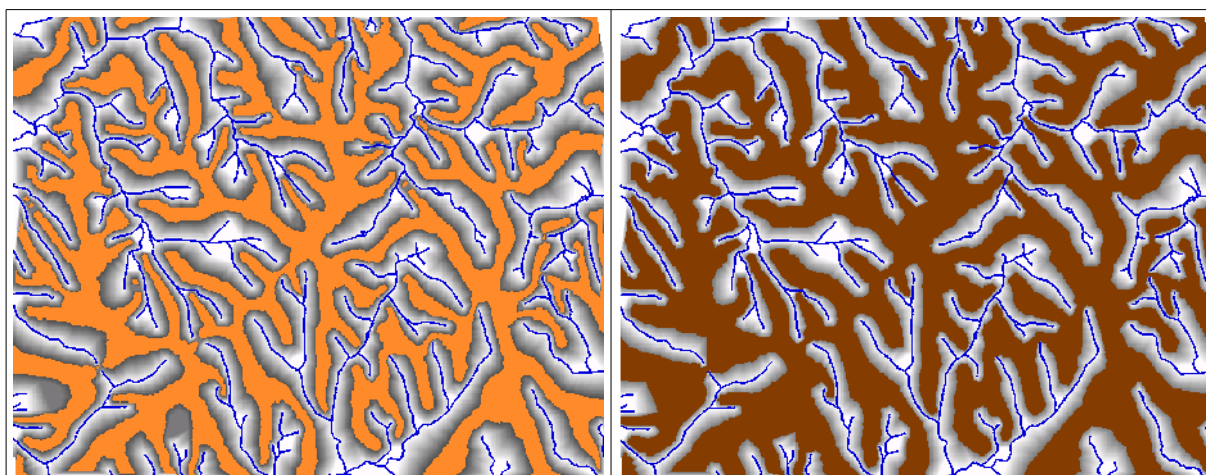


Figura 7. Resultados das faixas de distancia proporcional em 33% (laranja) e 50% (marrom).

Tabela 1 – Áreas em hectares sugeridas como parte da elevação a ser preservada com distância proporcional entre os divisores de águas e a rede de drenagem de 33% e 50%.

Distâncias proporcionais	Área (ha)	Área %	Área Total (ha)
33%	740,58	34,34	2156,60
50%	1083,13	50,22	2156,60
Convencional	985,86	45,71	2156,60

Nota-se aqui que o método de determinação da distância proporcional guarda uma estreita relação com a área total estudada, observa-se que a distancia proporcional de 33% corresponde a 34,34% da área total, donde se depreende uma uniformidade na distribuição das áreas sugeridas para a preservação por esse método, a mesma relação se observa na distância proporcional de 50%.

As áreas sugeridas para a preservação na proporção de 33% produziram um aspecto de cobertura de toda a cadeia de divisores de águas. Em adição, a renderização dessas áreas em ambiente tridimensional demonstra a distribuição uniforme que envolve a rede de drenagem, conforme se observa na figura 7.

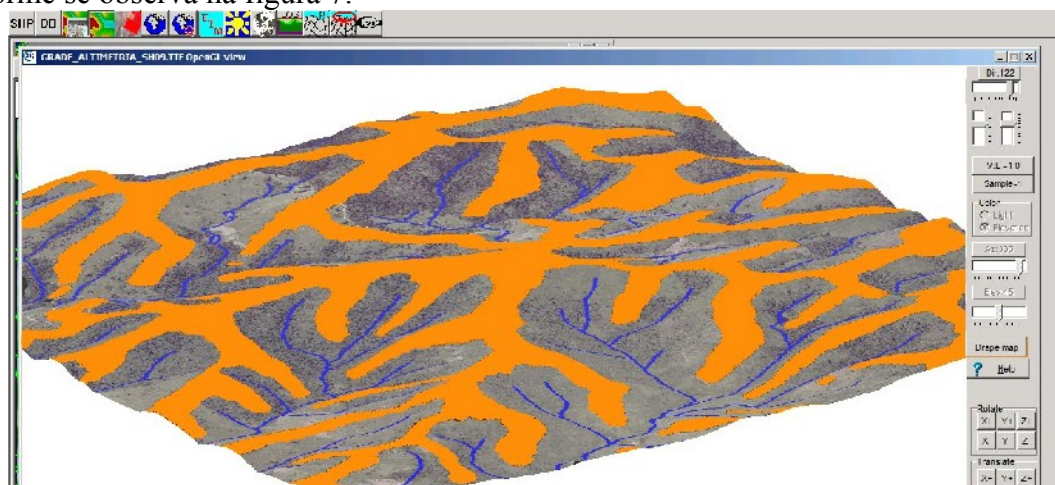


Figura 7. Captura de tela no módulo OpenGL do SIG MICRODEM Freeware GIS, com a área de estudo em renderização tridimensional com textura da ortofoto, rede de drenagem e as áreas laranja como representação da distância proporcional a 33% entre os divisores de águas e a rede de drenagem.

A comparação feita por tabulação cruzada das áreas delimitadas pelo método convencional e pela distância proporcional demonstram um índice de coincidência entre ambas superior a 50%, conforme se observa na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados do cruzamento de áreas em hectares distância proporcional versus o método convencional.

Método	Área bruta em hectares	Coincidência	
		hectares	%
Convencional	985,86	576,71	58,50
Proporção 33%	740,58	576,71	77,87

Considerações Finais

Os resultados aqui reportados referem-se a uma área amostral trabalhada na escala de 1:10.000, e apresentam uma correlação direta entre o método de determinação de áreas sugeridas a serem preservadas, delimitados pela distância proporcional entre os divisores de águas e a rede de drenagem, e a determinação pela forma convencional prevista na legislação ambiental, em especial a Resolução CONAMA 303/2002.

A principal abordagem explicitada neste trabalho refere-se à forma de entendimento dos limites a serem delimitados, visto que a distância proporcional pode ser medida em campo de forma simples, bastando identificar o divisor de águas e a rede de drenagem e, atribuindo-se o valor proporcional medido a partir do divisor de águas, já se tem o limite demarcado. De outra forma, as definições dadas pela Resolução CONAMA envolvem uma série de fatores subjetivos, tais como onde se situa a base? A partir de que ponto se mede a amplitude da elevação? De que ponto a que ponto se toma a medida da declividade de 30%? Onde se encerra a curva de nível correspondente ao terço superior? Dentre outras indagações.

Em outra análise, a delimitação com a distância proporcional de 33% resultou em 34,34% da área total estudada. Importante destacar que a área de estudo possui relevo forte-ondulado, que é representativo de grande parte do vale do Paraíba e região serrana.

Assim, o presente trabalho traz à discussão, de forma preliminar, uma nova abordagem sobre a determinação de áreas a serem preservadas nas partes mais altas do relevo, como contribuição ao estudo de melhores entendimentos acerca das reais necessidades de área para garantir a sustentabilidade e a preservação ambiental, em harmonia com a ocupação do solo e o desenvolvimento socioeconômico.

Referências Bibliográficas

- BATISTA, G. T.; TARGA, M. S.; FIDALGO, E. C. C. Banco de dados ambientais da Bacia do Rio Una, Bacia do Rio Paraíba do Sul. E-Print, IBICT (<http://dici.ibict.br>), **Ciência da Informação**: 265:1-16. 2005.
- 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 303 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

- FELGUEIRAS, C.A. Modelagem numérica de terreno. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. (Ed.) Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2001. cap.7. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap7-mnt.pdf>>. Acesso em 3 out. 2009.
- GUTH, P. L., RESSLER, E.K., BACASTOW, T.S., Microcomputer program for manipulating large digital terrain models: **Computers & Geosciences**, vol.13, no.3, p.209-213. 1987,
- LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação. Campinas: SBCS, 1983. 175p.
- LLC.- Lawrence Livermore National Security. VisIt Visualization Software v.1.12.0 Produced at the Lawrence Livermore National Laboratory. LLNL-CODE-400124. All rights reserved. Copyright (c) 2000 – 2009.
- MOOLENAAR, B. The Vim Editor. Disponível em <<http://www.vim.org>>. Acesso em 03 de out. 2009.