

## Modelo Digital de Terreno da Área de Proteção Ambiental (APA) da Serrinha do Alambari, Município de Resende (RJ)

Bianca Carvalho Vieira<sup>2</sup>, Nelson Ferreira Fernandes<sup>3</sup>  
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Departamento de Geografia - Lab. de Pedologia  
21.941-590 - Rio de Janeiro - RJ  
bianca@solos.geo.ufrj.br; nelson@solos.geo.ufrj.br

Cláudio de M. Valeriano<sup>3</sup>, Júlio Cesar H. de Almeida<sup>4</sup>  
UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Escola de Geologia e Geofísica  
cmval@vmesa.uerj.br; jcha@vmesa.uerj.br

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pela FAPERJ

<sup>2</sup> Bolsista de Iniciação Científica (FAPERJ)

<sup>3</sup> Professor Adjunto

<sup>4</sup> Professor Assistente

**Abstract.** Digital Elevation Models are important tools supporting a great variety of geomorphological studies. More recently, these applications have expanded from the typical maps of slope and aspect to mathematical models of geomorphological and hydrological processes. This work discusses the methodology associated with the generation of the digital elevation model of the Serrinha do Alambari region (Resende, RJ), an area of environmental protection (APA). The maps of Slope and Aspect are presented and their relationships with the geologic structure discussed.

**Keywords:** Digital Elevation Models, Slope Maps, Aspect Maps

### Introdução

Os Modelos Digitais de Elevação (MDE), embora tenham sido originalmente desenvolvidos para modelar qualquer representação digital da variação contínua do relevo (Burrough, 1986), podem ser utilizados para modelar a variação contínua de muitos outros atributos sobre uma superfície bidimensional. Nestes casos, prefere-se o termo Modelo Digital de Terreno (MDT) já que a palavra “terreno” possui significado bem mais amplo, abrangendo outros atributos além da altitude da superfície terrestre.

Tais Modelos Digitais de Elevação possuem inúmeras aplicações e importâncias, dentre elas pode-se destacar: análises estatísticas e comparação dos diferentes tipos de relevo; confecção de mapas e perfis de declividade, mapas de aspecto, entre outros. Estes produtos podem ser usados para preparar mapas de relevo sombreado, assistir estudos geomorfológicos, como a forma da rede de drenagem, estimativa de erosão, escoamento superficial, entre outros (Burrough, 1986).

Mais recentemente, tem-se observado um grande aumento na utilização de MDE em estudos geomorfológicos. Dentre as diversas aplicações destacam-se a combinação de MDE com modelos matemáticos desenvolvidos em bases físicas (veja revisão em Fernandes, 1996). Tal combinação tem permitido, por exemplo, a previsão de áreas de

saturação na paisagem (O'Loughlin, 1986), de erosão (Moore et. alii., 1988) e de áreas sujeitas a deslizamentos (Dietrich et. alii., 1993).

Desta forma o objetivo geral deste trabalho baseia-se primeiramente, na geração do Modelo Digital de Elevação da APA da Serrinha do Alambari, no qual foram exploradas algumas de suas potencialidades, como por exemplo, a confecção do mapa de declividade e do mapa de aspecto, para posteriores estudos geomorfológicos.

Em uma outra etapa tais mapas (declividade e aspecto) serão superpostos com mapas geológicos e de vegetação, respectivamente, para que análises de cunho geomorfológico possam ser desenvolvidas. As duas etapas estão inseridas em um projeto maior que tem com título “Caracterização do meio físico: estudo integrado da geologia, geomorfologia e vegetação como subsídio ao plano diretor da área de proteção ambiental da Serrinha do Alambari, município de Resende, RJ”, projeto este financiado pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e que, da mesma forma que a segunda etapa encontra-se em fase de desenvolvimento.

### Área de Estudo

A APA da Serrinha do Alambari localiza-se no Município de Resende, entre as localidades de Penedo e Visconde de Mauá, no Estado do Rio de

Janeiro (Figura 1). Esta abrange o trecho superior das bacias hidrográficas dos rios Alambari, Pirapitinga e Santo Antônio, perfazendo uma superfície de cerca de 45 Km<sup>2</sup>. Esta área foi parcialmente cultivada durante o ciclo do café no vale do Rio Paraíba Sul, em detrimento da mata nativa. Com o seu declínio, observou-se uma grande recuperação das matas devido à redução da área de aproveitamento pela atividade econômica subsequente, voltada a pecuária leiteira.

Inúmeras modalidades de ocupação começam a se desenvolver neste meio físico extremamente diversificado, porém, ainda não conhecido de modo sistemático. Exemplos próximos de ocupação, no entanto em estágios mais avançados, podem ser encontrados nas localidades de Penedo, Visconde de Mauá e Maringá (Figura 1). Nestes locais, a crescente atividade turística tem impulsionado a construção de numerosas casas de veraneio e hotéis, e fomentado o setor de serviços. Este processo sócio-econômico de progressiva urbanização acarreta intervenções ao meio ambiente que, se não apoiadas no conhecimento geomorfológico, geológico e outros parâmetros ambientais podem acelerar e até mesmo agravar os riscos potenciais associados às áreas serranas.

A área além de ser caracterizada por uma grande diversidade de microbacias, apresenta formas de relevo contrastantes, como escarpas rochosas nuas, associadas a vales profundamente encaixados, e áreas colinosas mais baixas cujos vales apresentam-se entulhados por sedimentos.

Em termos geológicos a área apresenta um substrato metamórfico precambriano, de caráter granito-gnáissico, formado por litotipos de erodibilidade variada, tais como biotita gnaisses, rochas granitóides e quartzitos, que produzem coberturas coluvionares de características físicas bem distintas. Em sua porção ocidental aflora a borda do maciço alcalino mesozóico de Itatiaia, cujos sienitos, rochas subvulcânicas e sistema de diques marginais, associados a intenso fraturamento, produzem relevo escarpado. Nos vales e encostas mais baixos, o conjunto é recoberto por expressivos depósitos cenozóicos de tálus, com grandes blocos sieníticos imersos em colúvio. Originados por grandes deslizamentos, estes depósitos são hoje retrabalhados pela rede de drenagem formando as atuais planícies aluvionares. De forma extremamente detalha foi desenvolvido todo levantamento geológico desta área, na escala 1:12500, levantamento este executado pela equipe de pesquisadores da Faculdade de Geologia e Geofísica da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), coordenada pelo professor Cláudio de M. Valeriano.

Além do levantamento geológico foi também confeccionado um mapa de vegetação da área de estudo, executado pelo grupo de Desenvolvimento Integrado da APA da serrinha do Alambari.

A APA da Serrinha do Alambari apresenta um variado conjunto de características geológicas,

geomorfológicas e de vegetação que, face ao processo atual de ocupação, pode ser considerada um “laboratório” para o desenvolvimento de uma metodologia de planejamento do uso racional de áreas serranas, estas abundantes no Estado do Rio de Janeiro.



Figura 1 - Localização da área de estudo, contendo seu limite, seus principais canais (Pirapitinga, Alambari e Santo Antônio), além da localização de áreas onde a ocupação encontra-se em estágios mais avançados (Penedo, Visconde de Mauá e Maringá).

## Metodologia

A metodologia deste trabalho apresenta-se dividida em três etapas. Primeiramente descreve-se de forma sucinta a geração do próprio Modelo Digital de Elevação da APA da Serrinha do Alambari. Em uma segunda etapa, descreve-se a confecção do mapa de declividade da área, tanto através do método computacional, quanto pelo método manual desenvolvido diretamente sobre a carta topográfica. Na última etapa é descreve-se a confecção do mapa de aspecto da mesma área.

## Modelo Digital de Elevação

A geração do Modelo Digital de Elevação da APA da Serrinha do Alambari dividiu-se em três etapas.

Inicialmente foi realizada, a partir da carta topográfica, a digitalização da área de estudo. Em que,

foram utilizadas as folhas topográficas SF-23-Z-A-I-4-NE, SF-23-Z-A-I-4-SE, SF-Z-A-II-3-NW E SF-23-Z-A-II-3-SW, na escala 1:25000, que foram ampliadas para a escala 1:12500. Esta ampliação foi de suma importância, para que fosse possível a digitalização na sua forma manual

O trabalho de digitalização foi realizado no Laboratório de Cartografia Computadorizada Geoprocessamento (CARTOGEO) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Para tal foram utilizados uma mesa digitalizadora (A0); um microcomputador (PC 486) e o módulo de digitalização do programa SPANS - Spatial Analysis System/Tydig (Intera Tydac Technologies Inc, 1991) gerando, como produto final, um arquivo com a extensão VEC/VEH. Segundo os parâmetros de digitalização que este mesmo módulo propõe para a escala, aqui utilizada, deve-se captar 50 vértices por polegadas, resultando em um arquivo com cerca de 25 Mb.

A escolha da resolução a ser obtida pelo Modelo Digital de Elevação é sempre algo de grande importância quando discuti-se metodologia. É óbvio que a resolução desse produto final depende, entre outros fatores, da densidade de pontos digitalizados no mapa inicial. A título de comparação, inclui-se neste trabalho a digitalização, utilizando-se agora o programa AUTOCAD (Wright, et. alii., 1994), da mesma área mas com uma menor densidade de pontos, obtendo-se desta vez um arquivo com uma extensão DWG com aproximadamente 2 Mb. Os modelos gerados a partir desses dois processos serão, posteriormente, comparados a fim de que possa-se caracterizar a relação entre a densidade de pontos da digitalização e a qualidade do modelo digital gerado.

A partir da base topográfica digitalizada passou-se, em uma segunda etapa, para a geração do Modelo Digital de Elevação da APA da Serrinha do Alambari, etapa esta executada no programa EASI/PACE (Pci, 1992). Em tal programa, o arquivo da carta topográfica digitalizada no programa AUTOCAD foi transformado na extensão PLX através do módulo IMAGEWORKS, extensão esta que o programa exige para que possa fazer sua leitura e desta forma executá-lo.

A terceira e última etapa desse processo consistiu na transformação do arquivo gerado (DXF) para o formato TIFF a fim de que este pudesse ser manipulado por um dos vários programas para edição de imagens disponíveis no mercado.

### **Mapa de Declividade**

Com o Modelo Digital de Elevação concluído, foi possível confeccionar o mapa de declividade da APA da Serrinha do Alambari de forma bastante eficiência e rápida. Esta etapa foi executada no módulo TERRAIN ANALYSIS (EASI/PACE), módulo este com capacidade de utilizar dados digitais de elevação para a geração de cenas em perspectivas 2-D e 3-D, mapas de declividade e de aspecto do terreno, delimitação de bacias de drenagem, direção de escoamento de águas, entre outros. A exploração de tais potenciais serão desenvolvidos em futuras etapas deste mesmo trabalho.

Uma outra metodologia foi aplicada nesta mesma etapa para a confecção do mapa de declividade da área estudada, desta vez utilizando-se o método manual diretamente sobre cartas topográficas com auxílio do ábaco. Com isso foi possível comparar tanto a resolução quanto a qualidade dos produtos finais, obtidos pelos diferentes métodos.

Estes diferentes métodos de obtenção do mapa de declividade foram aplicados neste trabalho, somente a nível de comparação dos resultados finais.

### **Mapa de Aspecto**

O modelo digital de elevação, confeccionado na primeira etapa, foi utilizado como base para a geração do Mapa de Aspecto da APA da Serrinha do Alambari. Para o desenvolvimento desta etapa utilizou-se, mais uma vez, o módulo TERRAIN ANALYSIS (EASI-PACE) tendo-se optado, neste momento, por uma divisão de caráter mais geral abrangendo apenas quatro classes de aspecto em acordo com os quadrantes geográficos (NE, SE, SW e NW).

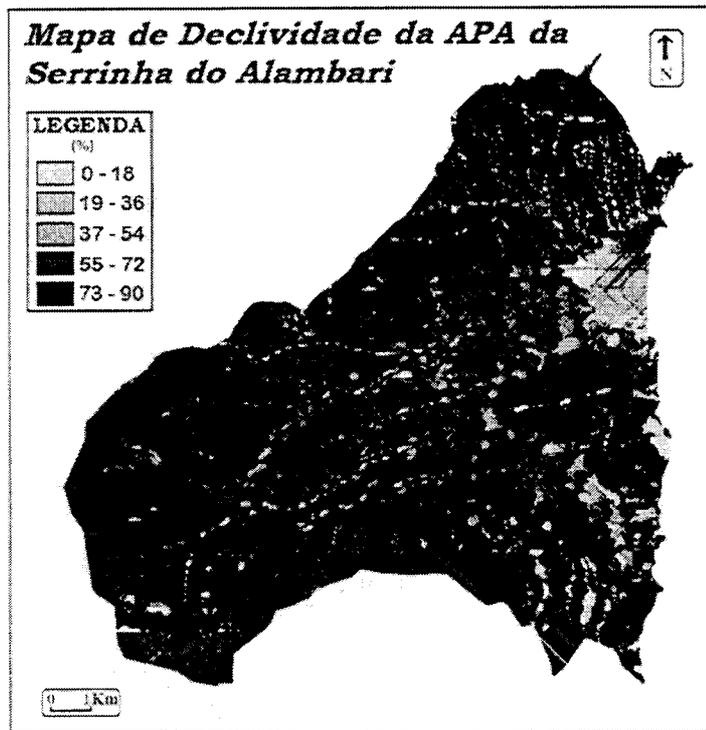


Figura 2 - Mapa de Declividade da APA da Serrinha do Alambari

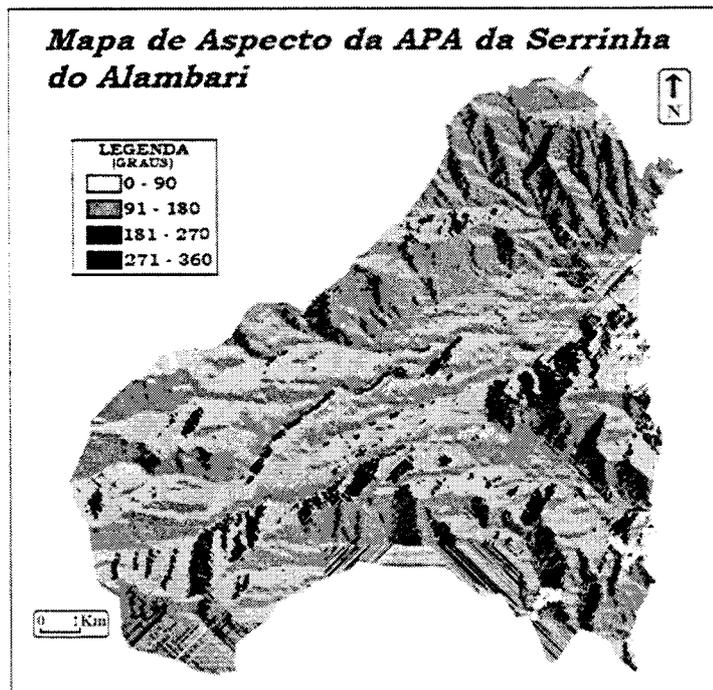


Figura 3 - Mapa de Aspecto da APA da Serrinha do Alambari

## Resultados Parciais

A Figura 2 apresenta o mapa de declividade da área estudada, obtido a partir do modelo digital de elevação. Pode-se observar um predomínio da classe de maior declive (73%-90%), a qual ocorre nas bordas da bacia e, em especial, na porção oeste onde coincide com o afloramento do Maciço Alcalino de Itatiaia. Não se verifica nesta região uma clara e contínua gradação, desde as planícies aluvionares até os divisores da bacia, das classes de declividade. Em muitos casos observa-se uma passagem abrupta entre classes de declividade bem distintas. Embora não seja aqui apresentado o mapeamento geológico de detalhe realizado, pode-se afirmar que muitas das frequentes rupturas de declive observadas na área refletem claramente o papel da estrutura geológica no controle da declividade da superfície.

O mapa de aspecto da APA da Serrinha do Alambari é mostrado na Figura 3. Observa-se que as encostas voltadas para NE e para SE predominam ao longo da bacia estudada. Atualmente, investiga-se as relações entre as diversas falhas mapeadas, a direção preferencial da bacia e as classes de aspecto predominantes.

## Considerações Finais

Como já foi citado anteriormente, este trabalho faz parte de um projeto maior que ainda encontra-se em fase de desenvolvimento. De acordo com o próprio título, descrito no início deste trabalho, tem-se como principal objetivo estabelecer relações entre algumas variáveis ambientais através da superposição de mapas temáticos de geologia e de vegetação da área de estudo, já confeccionados entretanto não apresentados neste trabalho com o Modelo Digital de elevação da APA da Serrinha do Alambari

Os resultados obtidos até o presente atestam a enorme potencialidade do uso de modelos digitais de terreno em estudos de cunho geomorfológico. E trabalhos futuros, darão enfoque à comparação entre os mapas de declividade gerados a partir do MDE com aqueles gerados manualmente.

## Referências Bibliográficas

- BURROUGH, P. A. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Clarendon Press, Oxford, 1986. p.39.
- DIETRICH, W. E., WILSON, C. J., MONTGOMERY, D. R., MCKEAN, J. Analysis of Erosion Thresholds, Channel Networks and Landscape Morphology Using a digital Terrain Model. *Journal of Geology*, 101, 1993. p. 161-180.
- FERNANDES, N. F. Modelagem Matemática em Geomorfologia: Potencialidades e Limitações. *Anais*

- do I Simpósio Brasileiro de Geomorfologia, Uberlândia, novembro, 1996.(neste volume)
- INTERA TYDAC TECHNOLOGIES INC. Tydig versão 5.2, 1991.
- MOORE, I. D., BURCH, G.J. and MACKENZIE, D.H. Topographic Effects on the Distribution of Surface Soil Water and the Location of Ephemeral Gullies. *Trans. of the ASAE*, 31, 1988. p. 1098-1107.
- O'LOUGHLIN, E. M. Prediction of Surface Saturation Zones in Natural Catchments by Topographic Analysis. *Water Res. Res.*, 22, 1986. p. 794-804.
- PCI, Using PCI Software, version 5.1 EASI/PACE, 1992.
- WRIGHT, V.; HAMPE, K. e GUHA, A. Dominando o AutoCAD Release 12. Rio de Janeiro. Editora Ciência Moderna. 1994. P. 1 - 622.