

## RESENHA 02

Aluna: Leila Sheila Silva Lisboa

Doutoranda: Engenharia de Sistemas Agrícolas

### MAPEAMENTO DA DECLIVIDADE EM MICROBACIAS COM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEORÁFICA

#### **Especificações do trabalho e propriedade estudada**

Com a inclusão da modelagem nos estudos ambientais, vários modelos foram gerados para diferentes estudos: i) Modelagem climática para a construção de cenários pessimistas e otimistas; ii) Modelagem de uso da terra para analisar a dinâmica de uso e os efeitos causados pela antropização; iii) Modelagem hidrológica para a compreensão do balanço hídrico, dos processos que controlam o movimento da água e os impactos de mudanças do uso da terra sobre a qualidade da água.

A variável declividade entra neste enfoque, como uma variável natural a qual avalia-se por meio de métodos inovadores a possível necessidade, por exemplo, de práticas adequadas de manejo, assim como a redistribuição de usos do solo para minimizar os efeitos da erosão. Estas avaliações só são possíveis com o advento dos Sistemas de Informação geográficas aliadas ao avanço computacional, levando a melhoria de processamentos que antes se tornavam impossíveis ou custosos.

Este trabalho tenta estabelecer procedimentos ótimos para o mapeamento digital da declividade em microbacias com o auxílio de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Foram realizados testes para a avaliação dos métodos de geoprocessamento, levando em consideração as análises de regressão dos resultados digitais com uma série de dados cartográficos medidos manualmente. As estatísticas utilizadas foram a estatística clássica e a Geoestatística (inserida na estatística espacial). Foram testadas diferentes maneiras para a geração das classes de declividade, como exemplo, as diferentes funções de vizinhança facilitando os cálculos dessa variável nos SIGs.

A área de estudo pertence a uma microbacia do córrego São Joaquim, com uma extensão territorial de 3142 ha, no NE do Estado de São Paulo. Está inserida na Depressão Periférica aproximadamente entre os paralelos 22° 00'S e 22° 05'S e os meridianos 47° 20' e 47° 35' WGr. Sua altitude varia de 595m a 822m. O relevo dominante é suave ondulado a ondulado, constituído por sucessivos morros de topo subaplainado, com vertentes côncavas. Com menor freqüência, ocorrem morros de topo arredondado, com vertentes convexas e comprimento chegando a atingir 1500 m. A declividade se distribui, predominantemente, entre 2 e 20%.

Os materiais utilizados foram dados topográficos provenientes das cartas topográficas (IGC) 1:10000 e os dados digitalizados vieram da carta topográfica (IAC) 1:20000, denominado Mapa Planialtimétrico da Microbacia do Córrego São Joaquim.

Na Figura 01 estão apresentadas as curvas de nível digitalizadas através de um esquema de amostragem objetivo (possui maior detalhamento). Os pontos digitalizados das curvas foram transferidos para uma imagem (grade regular) de 10 m de resolução espacial, da qual foram reamostrados aleatoriamente 1000 pontos para a análise geoestatística. A análise forneceu os parâmetros do modelo de variabilidade, necessários para a krigagem.

Para se testar os efeitos da resolução de imagem, a declividade foi gerada sobre as grades com 20, 40, 100 e 200 m. Depois de escolhida a melhor condição, a aplicação de filtros de suavização (média na janela móvel de 3 x 3 células) foi testada sobre o MDT, assim como sobre a própria imagem de declividade.

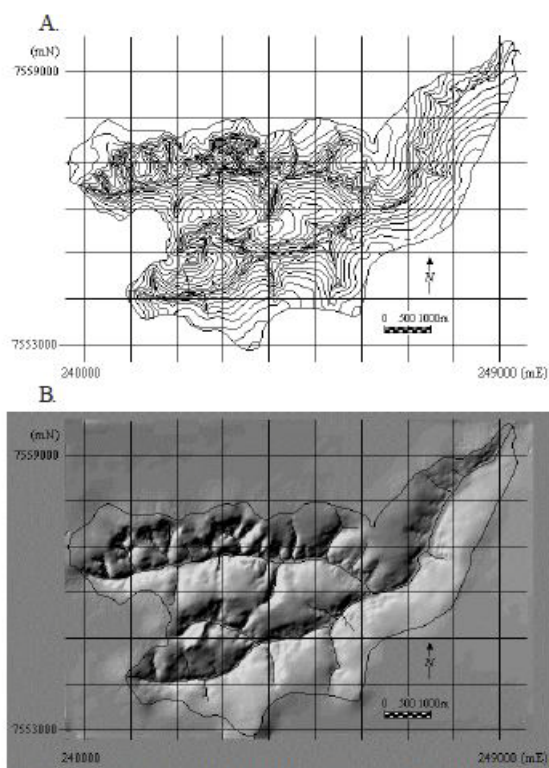


Figura 01 – Curvas de nível digitalizadas (A) e o modelo digital do terreno com resolução espacial de 20m (B).

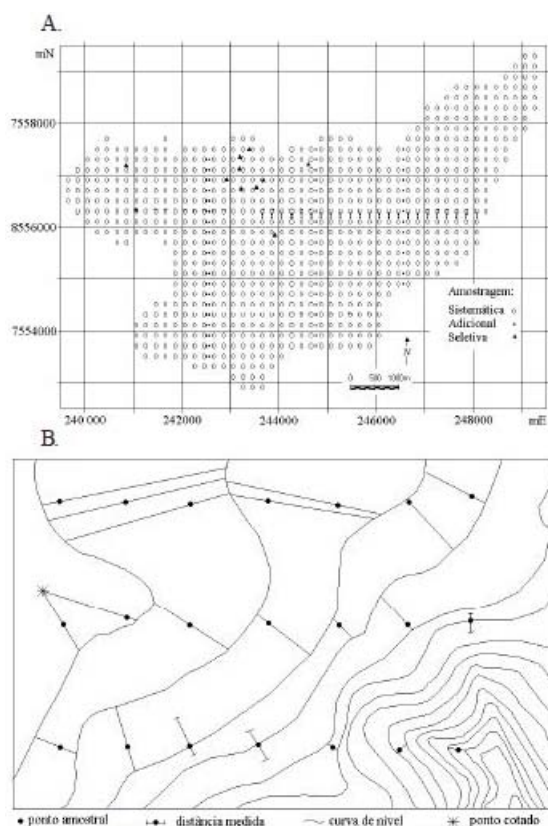


Figura 02 – Dados cartográficos para controle: localização das amostras (A) e método de medição das distâncias horizontais para o cálculo da declividade (B).

Os valores de declividade foram medidos graficamente no mapa, numa grade de 200 m de espaçamento. A resolução de 200 m foi estabelecida para uma amostragem sistemática, inicialmente, porém houve a necessidade de um esquema de amostragem adicional (Figura 2), indicada pela análise geoestatística preliminar dos dados de declividade.

Foram realizadas medições da declividade no campo, medida em 27 pontos, ao longo de vertentes representativas do relevo da microbacia, constituindo uma amostragem parcial. Os dados de declividade medidos foram submetidos à análise exploratória, mediante estatísticas descritivas e análise geostatística. De cada imagem de declividade testada em SIG foram extraídos os valores de declividade correspondentes às posições determinadas na amostragem da Figura 2. Os valores correspondentes foram pareados para análises de regressão em que foram avaliados os coeficientes de correlação/determinação, as equações de ajuste e os erros. Para verificar as condições de maiores desvios da estimativa, foram calculados os resíduos padronizados da declividade.

Os resultados realizados a partir das análises estatísticas indicaram alta variabilidade, indicando a desvantagem na realização de mapeamentos generalizados.

A declividade é uma variável que requer alta resolução espacial do Modelo Digital do Terreno (MDT), que por sua vez são geradas interpolações através da técnica da krigagem.

A análise exploratória dos dados de declividade medida mostrou que a distribuição se concentra em torno dos valores mais baixos, com forte assimetria. Visto que as medidas analisadas constituíram uma cobertura sistemática da área, diz-se que altas declividades correspondem a uma situação relativamente rara, quando se considera uma microbacia por inteiro.

Observou-se grande aumento da variabilidade à curta distância, evidenciado pela forte inclinação inicial do modelo exponencial. Observando-se a escala relativa da semivariância verificou-se que distâncias de 200 m correspondiam a mais de 50% da variabilidade total. Essas características espaciais e estatísticas obrigam o mapeamento da declividade, independente do método, à adoção de espaçamentos curtos para possibilitar uma representatividade adequada.

A necessidade por altas resoluções espaciais para a obtenção da declividade não pode sempre ser atendida; entretanto, o usuário deve considerar, também, a alteração da sensibilidade do cálculo, conforme se pode observar nos coeficientes das equações da Tabela 1.

Tabela 1. Equações de ajuste da declividade obtida em cálculo digital pelo SIG (s), nas resoluções de 20, 40, 100 e 200 m, em relação aos resultados do controle cartográfico (S)

Resolução (m)	Equação de Regressão	Ajuste Simples	R <sup>2</sup> (%)
20	$S = 2,38^{**} + 0,831^{**} s$	S = 0,975 s	67,3 <sup>**</sup>
40	$S = 2,21^{**} + 0,862^{**} s$	S = 1,000 s	62,6 <sup>**</sup>
100	$S = 1,93^{**} + 0,985^{**} s$	S = 1,130 s	50,4 <sup>**</sup>
200	$S = 3,87^{**} + 0,915^{**} s$	S = 1,290 s	24,1 <sup>**</sup>

Quando a variação das estimativas tem que ser multiplicada para adquirir a amplitude dos resultados observados ocorre a diminuição na sensibilidade da determinação por SIG.

No campo e na carta topográfica o relevo mais uniforme tende a causar menos erros de estimativa. Verificou-se uma maior dispersão entre os dados cartográficos e de SIG em relação ao campo muito superior àquela observada entre a cartografia e o SIG.

A suavização da declividade obtida em SIG trouxe vantagens até a quarta aplicação sucessiva. Por outro lado, a suavização prévia do MDT afetou do mesmo modo que a generalização causada por resoluções mais fracas, aumentando a dispersão e diminuindo a correlação.

Quando aplicada na própria imagem de declividade, a suavização causou um espalhamento das áreas de valores altos e um leve decréscimo na dispersão em relação aos dados de controle (não apresentado), como efeito do filtro de média na sensibilidade indesejável do cálculo de declividade pelo SIG.

As suavizações tendem a causar redução na sensibilidade do cálculo requerendo, para o ajuste, coeficientes angulares cada vez maiores. Com o aumento desses coeficientes, a constante diminui, perdendo significância como estimador a partir da quarta suavização.

Como conclusão citou-se que:

A melhor condição testada é com a resolução de 20 m, 4 suavizações sucessivas com filtro de média 3x3 e no ajuste simples, um acréscimo de 3%.

O mapeamento da declividade requer alta resolução espacial para uma representatividade adequada de sua variação, sobretudo na faixa de valores altos.

Considera-se desaconselhável o cálculo da declividade com resolução menor que 20 - 40 m.

Observações de campo mostraram que o levantamento topográfico generaliza a informação da superfície de modo suficiente para descaracterizar a variação da declividade em escala detalhada.

A estimativa da declividade foi afetada pela conformação local do relevo.

### **Análise do trabalho**

Este trabalho demonstrou que a junção das técnicas de Sistemas de Informação Geográfica, ciências computacionais e análises estatísticas potencializam informações necessárias a aplicação no campo das ciências ambientais.