

A Informática no Monitoramento e na Mensuração da Erosão em Voçorocas

Anderson Siqueira Lamim¹
Flavio Gomes de Almeida²

¹Bolsista de Iniciação Científica do LAGESOLOS/Dep. Geografia/UFRJ
Aluno de Graduação em Informática/Dep. Ciências da Comp./UFRJ
e-mail: anderson@igeo.ufrj.br

²Pesquisador do LAGESOLOS/Dep. Geografia/UFRJ
Prof. do Dep. Geografia/UFF - fone: (021)620 5054
e-mail: almeida@igeo.ufrj.br

Abstract. This paper describes a methodology for soil loss measurement and its application using a computer algorithm. As a representation of the study area, 3D charts were made, using the software Surfer for Windows.

Keywords. Environment, Soil Erosion, Computer Programming

Introdução

A idéia de desenvolver um programa, que ao receber os dados referentes a mensurações utilizadas no monitoramento de voçorocas, calculasse a massa de solos perdida, se deu da necessidade de simplificar a quantidade de cálculos que eram anteriormente feitos a idealização do referido programa.

De alguns modelos para estimativa da perda de solos por erosão que foi possível se pesquisar (*USLE*, *MUSLE*, *RUSLE*, *GAMES*, *CLEAMS*, *EPIC*, *WEPP*, entre outros) a erosão estimada é sempre a erosão potencial ou laminar. Daí a necessidade que se observou em complementá-los, através de um procedimento empírico de mensuração, que resolveu-se chamar de erosão pontual.

Em função da quantidade de medidas que foram executadas no campo em diferentes épocas do período entre setembro de 1992 a fevereiro de 1995, foram considerados os valores médios das densidades aparentes de cada ponto coletado, mas sendo que todas as densidades foram medidas exatamente no ponto em que foram feitas as mensurações com a trena e o clinômetro.

Em todos os pontos que foram coletadas medidas ao longo da voçoroca, algumas propriedades físico-químicas dos solos, relacionadas à erosão foram observadas no campo e no laboratório.

Procedimentos de campo - Monitoramento e Mensurações

Foi desenvolvido um procedimento de mensuração (Fig. 1), para quantificação da perda de solos pela erosão pontual e depois foi feita uma análise temporal dos resultados, para se chegar a estimativas de perdas futuras.

A presente metodologia, foi desenvolvida assumindo-se que volume multiplicado por densidade aparente, resulta na quantificação da massa de solos perdida.

Foram coletados anéis com volumes constantes de solos, em três pontos a cada 10 metros na voçoroca (d). Procurou-se coletar no horizonte superficial ao lado da erosão, no meio da distância até o fundo (H), e no fundo mas na parede lateral e não no assoalho da voçoroca. Foi então feito uma média entre as três amostras coletadas para cada ponto (A_1, A_2, A_3, \dots). O método utilizado para densidade aparente foi o método do anel volumétrico, EMBRAPA - SNLCS (1979, método 1.11.1).

Para se chegar ao cálculo do volume mais provável, assumiu-se que a área A_1 é sempre maior que a área A_2 e esta maior que a área A_3 , e assim sucessivamente.

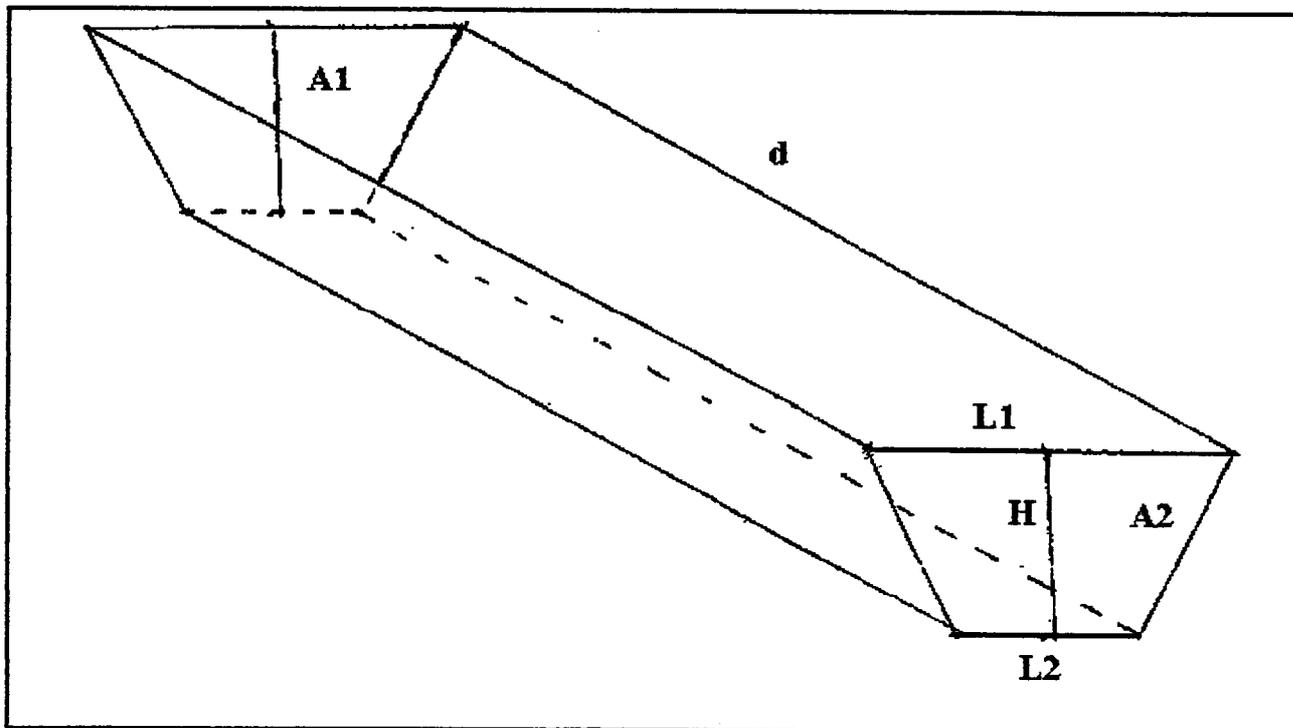


Figura 1. Modelo geométrico para cálculo de volume. L_1 - Largura Superior, L_2 - Largura Inferior, H - altura, d - distância constante, A_1 - Área Maior, A_2 - Área menor.

Para o cálculo dessas áreas A_1 , A_2, \dots , utilizou-se da fórmula do trapézio para cálculo de área:

$$A = \frac{(B+b) \times h}{2}$$

No caso específico do exemplo: $A = \frac{(L_1+L_2) \times H}{2}$

Foi, também, efetuado o cálculo da área da voçoroca como se ela fosse vista de cima, para dar uma estimativa da área total ocupada pela voçoroca, através da seguinte fórmula:

- Área para cada distância entre duas medições: Área superior = $\frac{(B_1+B_2) \times d}{2}$

onde: B_1 e B_2 são duas bases maiores consecutivas, e d (a distância constante entre medidas) faz o papel da altura do trapézio.

Estando cada área distante numa constante de 10 metros (d), considerou-se que A_1 (área maior) em relação a seguinte A_2 multiplicada por d , vai dar um volume maior (VM) do que o resultado de $A_2 \times d$, que resolveu-se chamar de volume menor (VN).

O volume mais provável (VR), deverá estar entre os volumes maiores e os menores: $VM < VR < VN$, daí a seguinte fórmula:

$$VR = \frac{\sum VM + \sum VN}{2}$$

A perda de massa de solos mais provável da voçoroca como um todo saiu da seguinte fórmula:

$$\text{Massa de solo} = VR \times \frac{\sum \text{das densidades aparentes}}{n^\circ \text{ de medidas}}$$

Neste procedimento de cálculo da perda de solos por erosão pontual, foi possível observar, em que classe de solo e uso atual o processo erosivo se encontrava. O intuito foi o de verificar, os solos de maior ou menor suscetibilidade à erosão, e associá-los ao uso e a massa de solo perdida naquele ponto da bacia hidrográfica.

Para a continuidade de aplicação desta metodologia em outras áreas, no futuro pretende-se usar a RUSLE ($A=R.K.L.S.C.P$) para determinação da erosão potencial da seguinte forma: o fator R através de pluviógrafos determinando o EL_{30} , o fator K através do método indireto; os fatores LS através de planta planialtimétricas; o fator C considerando o solo descoberto e vegetado (pelo mapa de uso atual e uso das tabelas próprias que apresentam valor do fator C ; estimar a tolerância de perdas por classe de solo, segundo Mendes (1982).

Acredita-se que a erosão "real", é um valor muito próximo da soma entre erosão potencial e erosão pontual em cada classe de solo. É importante esclarecer,

que não se tem pretensão de criar um modelo de perda de solos por erosão, mas sim em contribuir com mais uma opção para quantificação desta perda, verificando-se em que situações determinados usos estão extrapolando a tolerância de perdas por classe de solo.

Elaboração do Programa para Mensuração

Foi desenvolvido um programa de computador para o cálculo da perda de solo de uma voçoroca de acordo com a metodologia de mensuração desenvolvida.

Assume-se, como dados iniciais, as medidas de partições da voçoroca efetuadas em campo: a distância entre as medições, as medidas da base maior e da base menor, a medida da altura e três cálculos de densidade aparente.

Computacionalmente, foi implementada a seguinte estrutura de dados para armazenamento dos valores numérico: um vetor de registros, com capacidade para 100 posições de memória, onde cada registro representará uma medida e é composto de campos para armazenar o módulo da base maior, da base menor, da altura e das três densidades.

Os volumes maiores, os volumes menores, as densidades aparentes e as áreas superiores (vistas de cima), todos para cada medição, também foram armazenados em vetores de 100 posições. No final, todos os elementos desses vetores foram somados para obter, respectivamente, os valores para volume maior total, volume menor total, soma das densidades aparentes médias e área superior total.

Para a implementação do programa, foi utilizado o compilador Borland Pascal 7.0, rodando em ambiente MS-DOS, em computador compatível com o padrão IBM-PC, onde o algoritmo final resultou numa listagem de programa de 125 linhas.

Elaboração e Plotagem dos Blocos Diagramas

Para se ter uma visão estimada da voçoroca, foi implementada uma metodologia para a obtenção de blocos-diagramas em terceira dimensão das voçorocas, através da utilização do *software* Surfer for Windows, que plota figuras em terceira dimensão a partir de um conjunto de coordenadas, previamente inseridas numa planilha.

A partir das medidas de campo, foi possível estimar as coordenadas das voçorocas para o Surfer for Windows: supondo que a voçoroca segue uma tendência aproximadamente centralizada, foi utilizado um esquema de tratar cortes imaginários feitos nas voçorocas como trapézios e utilizar as medidas efetuadas em campo. Para passar desse esquema a um sistema de coordenadas, foi considerado, para cada "trapézio", um conjunto de quatro pontos, de onde seria possível traçar os quatro lados. Pelo sistema de coordenadas utilizado, os quatro pontos foram: (h, 0, d) - canto superior esquerdo, (0, b', d) - canto inferior esquerdo, (0, b'', d) - canto inferior direito, (h, B, d) - canto superior direito, onde b' é dado por metade da diferença entre B e b, b'' é dado pela soma de b' e b, B é a base maior, b é a base menor, h é a altura e d é a distância (constante) entre as medidas.

O cálculo de b' e b'' foi efetuado considerando que a base maior e a base menor estão aproximadamente centralizadas. Como pode-se observar, as coordenadas representam pontos em R^3 (3 dimensões).

Foi, também, implementado um programa de computador para o cálculo das coordenadas a partir das medidas de campo, especialmente, o cálculo de b' e b'', utilizando, novamente, o compilador Borland Pascal 7.0, rodando em ambiente DOS. A partir dos dados inseridos em um arquivo de dados na forma de planilha, o programa, através de cálculos de interpolação, fornece o arquivo *GRID* (com extensão *grd*) que será utilizado para a plotagem do bloco diagrama. Em seguida, o programa, a partir dos dados do arquivo *GRID*, efetua a plotagem do bloco diagrama.

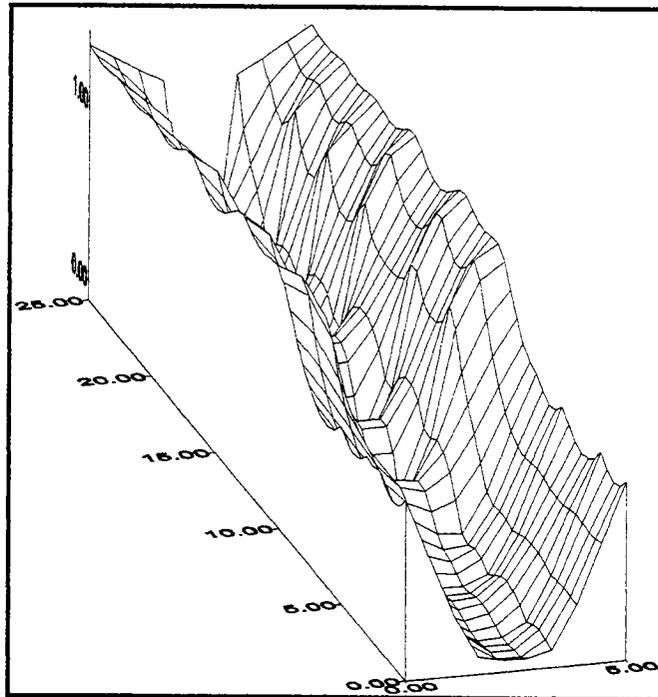


Figura 2. Representação de uma voçoroca em terceira dimensão através de bloco diagrama plotado pelo *software* Surfer for Windows, com as medidas nos eixos representadas em metros.

Conclusões

O trabalho representa uma nova metodologia de monitoramento de erosão de solos, acrescentada da capacidade de fornecer dados referentes à quantificação da perda de solo, de forma bastante próxima do que é demonstrado na prática.

Com a utilização do computador, os dados são apresentados com maior rapidez e eficiência, o que resulta numa maior precisão na obtenção dos resultados relativos aos volumes e à massa.

Os cálculos referente às coordenadas dos blocos diagrama são úteis em dar maior veracidade à forma

apresentada de visualização das voçorocas, em três dimensões.

Referências Bibliográficas

- EMBRAPA-SNLCS. Manual de Métodos de Análise de Solos, Rio de Janeiro, 1979
- MENDES, W. Relação entre os graus de limitação do uso por suscetibilidade à erosão e as unidades de mapeamento de solo. R. Bras. Geogr. 44 (3), p 445-446, 1982.
- SCHMITZ, E.A., TELES, A.A.S. Pascal e Técnicas de Programação. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora, 1988. 287 p.