

Confronto entre métodos manuais e automáticos na determinação do fator topográfico (LS), da Equação Universal de Perdas do Solo.

ELIZABETH FERREIRA¹, HÉLCIO ANDRADE², ALCIONE DE OLIVEIRA¹ & RODRIGO VILLELA MACHADO¹

¹ Departamento de Engenharia

² Departamento de Ciência do Solo

Universidade Federal de Lavras

Caixa Postal 37, CEP 37200-000 – Lavras –MG

e-mail: beth@ufla.br

Abstract: The utilization of conservationist planning has become, nowadays, even more frequently. In this system the measurements of the land due to erosion can be modeled through the Universal Equation of Land Losses, where the factors: L (slope length) and S (declivity) are generated from the MINT's. However, maps originated from SIG's not often have expressed a reliable terrestrial true. This present work is aiming at to compare the LS factor classes, when the utilized maps are generated manually and when it is utilized declivity maps, generated by software Spring. The results showed that the thematic maps generated by the second method overestimate the class of less erosive potential and underestimate the rest. It was observed 67% coincidence among the confronted maps. It was concluded that, although the SIG are very fast in data obtaining, it is quite important an evaluation of the methodologies used concerning the data input, in this way avoiding the simulation of models far way from reality.

Keywords: watershed, GIS

Introdução

A Equação Universal de Perdas do Solo é bastante utilizada em trabalhos de planejamento conservacionista, para a avaliação das perdas de solo por erosão. Esta equação foi desenvolvida por Wischemeier & Smith (1965), citado por Bertoni e Lombardi Neto (1985) e é expressa por:

$A = R.K.L.S.C.P$, em que:

A = perda de solo calculada por unidade de área (t/ha); R = fator chuva (tm/ha.mm/h); K = fator erodibilidade do solo ((tm/ha.mm/h); L = fator de comprimento de declive; S = fator grau de declive; C = fator de uso e manejo; P = fator prática conservacionista. Para as condições padrão (declive de 9% e rampa de 25m), a equação que determina LS é expressa por:

$$LS = 0,00984 * L^{0,63} * S^{1,18}$$

Como todos os fatores desta equação podem ser espacializados, tem sido comum o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) para avaliar as perdas de solo. Os SIG's constituem uma das ferramentas mais modernas e promissoras de armazenamento e manipulação temáticas e até em substituição aos mapas impressos em papel (Formaggio et al., 1992). Os mapas temáticos de declividade e comprimento de rampa, expressos, respectivamente, pelos fatores S e L, antes feitos manualmente, podem ser gerados automaticamente através dos SIG's.

Brito et al. (1998) utilizaram o mapa de comprimento de rampa feito manualmente e o de declividade gerado no Idrisi, na estimativa de perdas de solos por erosão em Iraí de Minas. Cerri et al. geraram os mapas de declividade e comprimento de rampa automaticamente para construir mapas de risco à erosão da Bacia do Rio Piracicaba. Baeta (1999) alerta que mesmo os mapas gerados manualmente possuem erros, oriundos geralmente, de cartas desatualizadas e defasadas em relação às condições topográficas do terreno. A classificação da declividade distante da verdade terrestre pode propagar em uma cadeia de erros na modelagem dos dados e possivelmente uma tomada de decisão incompatível com a realidade.

Uma das maneiras de se conhecer a confiabilidade dos trabalhos gerados em um SIG é a confrontação entre os mapeamentos gerados através dos mesmos com os processos manuais e, sempre que possível com a verdade terrestre. Neste sentido, visando conhecer o potencial de propagação dos erros do mapa de declividade gerado automaticamente, na determinação do fator LS, foi feito um estudo de comparação entre os mapeamentos gerados pelos processos manuais e, pelo processo manual e SIG. A confrontação foi feita através da avaliação das áreas das classes geradas e distribuição espacial nos mapeamentos.

Material e Métodos

A área de estudo foi a Microbacia do Ribeirão do Bugre, localizada no município de Campo Belo – MG, que possui aproximadamente 5.336,37 hectares, e situa-se entre as coordenadas UTM 7.681.600m e 7.692.000m N de latitude e 462.000m e 471.300m E de longitude, meridiano central 45° WGr.

O mapa de declividade manual foi feito seguindo metodologia de De Biasi (1993). As várzeas foram desenhadas em overlays utilizando-se as fotografias aéreas verticais (1986) e transferidas para o mapa de declividade. A carta topográfica utilizada para a compilação das curvas de nível foi a carta do IBGE, folha de Campo Belo – SF-23-C-V-3, escala 1:50.000, ano 1969. Para maior facilidade de uso do ábaco no processo manual, inicialmente as curvas de nível foram digitalizadas, utilizando-se mesa digitalizadora e o software SPRING versão 3.3, do INPE. O mapa das curvas de nível e a rede de drenagem foram então plotados em escala 1:30.000. Após a confecção do mapa de declividade manual este foi digitalizado para o Spring, versão 3.3, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.

O mapa de declividade no Spring foi feito através da geração da grade triangular (TIN) através das amostras, tipo Delauney, com linha de quebra, sendo o PI a rede de drenagem. Dentro da simplificação de linhas optou-se por tolerância de isolinhas igual a 20, distância entre pontos das isolinhas igual a 400 e tolerância de linhas de quebra igual a 20 metros. Através da TIN foi gerada a grade regular, no mesmo PI com resolução de 10 x 10 metros e interpolador linear. O passo seguinte foi a geração da declividade, com entrada em grade e saída em percentagem, conforme criada na categoria de saída temática. O mapa de declividade é o resultado do fatiamento da declividade e escolheu-se como definição de fatias o passo variável. Como as linhas das curvas de nível foram digitalizadas além do limite da microbacia, para evitar erro de declividade nas bordas, utilizou-se o programa LEGAL para mascarar os mapas de declividade. A máscara utilizada foi o divisor de água da microbacia.

Foram estabelecidas seis classes de declividade, sendo: 0 a 3% (plano), 3 a 6% (plano a suave-ondulado), 6 a 12% (suave-ondulado a ondulado), 12 a 20% (ondulado a forte ondulado), 20 a 40% (forte ondulado a montanhoso) e maior que 40% (montanhoso)

O mapa de comprimento de rampa foi confeccionado manualmente estabelecendo-se as seguintes classes: 0 a 120m, 121 a 150m, 151 a 200m, 201 a 300m, 301 a 400m e 401 600m. Este mapa foi digitalizado para a categoria “declividade” e plano de informação (PI) “rampa”.

Nesta fase do trabalho encontrava-se dentro da categoria “declividade” os seguintes PIs: declive_manual, declive_gerada e rampa. Todos estes PIs foram transformados para o formato matricial e posteriormente transformados em valores numéricos, para o cálculo do fator topográfico LS. Para tanto utilizou-se o programa Legal. Foram feitos dois cruzamentos declive_manual versus rampa e declive_gerada versus rampa que geraram, respectivamente, os PIs LS1 e LS2. Estes últimos possuem seis classes referentes aos valores de LS (entre parênteses), denominadas: classe1 (0,209 – 6,565), classe2 (6,656 – 12,922), classe3 (12,923 – 19,279), classe4 (19,280 – 25,636), classe5 (25,637 – 31,993) e classe6 (31,994 – 38,351).

O cálculo das áreas das classes dos referidos PIs foi feito utilizando-se a função cálculo de área do modelo temático. Utilizou-se também a função tabulação cruzada do modelo temático para verificação das áreas das classes, geradas pelo Spring, que melhor se correlacionaram com o modelo manual. A tabulação cruzada mostrou as áreas de coincidência entre os dois mapas LS1 e LS2. Os produtos foram finalizados utilizando-se dos módulos Scarta e Iplot do Spring.

Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta os mapas de declividade gerados pelos processo manual e automático, e de comprimento de rampa.

A Tabela 1 apresenta o resultado de uma tabulação cruzada entre os PIs declive_manual e rampa. Pode-se observar que 74% da área possui declividade menor do que 20%, sendo que estas terras, dependendo do tipo de solo, podem ser destinadas à agricultura. Porém aliado ao fator declividade associa-se o comprimento de rampa que, conforme mostra a tabela encontra-se distribuído em todas as classes de declividade.

A Tabela 2 apresenta os resultados referentes à tabulação dos planos declive_gerada e rampa. Conforme verificado por Vilela (2000), para a área estudada o Spring superestimou a área da classe 0 a 3% de declividade e subestimou as classes maiores a que 20%.

A geração dos mapas temáticos com seis classes de fator topográfico LS resultaram nas áreas mostradas na Tabela 3.

Uma análise quantitativa mostra que quando se utilizou a declividade gerada no Spring, houve uma superestimativa das áreas com menores valores de LS e subestimativas a partir da classe 2.

Tabela 1. Tabulação cruzada entre os PIs declive_manual versus rampa

	0 – 3%	3 – 6%	6 – 12%	12 – 20%	20 –40%	> 40%
0 –120m	123.66	146.79	492.12	558.90	440.91	44.82
121 – 150m	30.51	87.39	305.46	244.71	221.04	14.49
151 –200m	47.79	64.62	307.53	255.33	232.56	22.95
201 –300m	38.70	67.50	192.06	201.51	144.72	9.99
301 – 400m	29.34	85.05	242.01	188.91	167.40	16.11
401-600m	15.48	34.83	64.26	69.39	53.28	1.62

Tabela 2. Tabulação cruzada entre os PIs declive_gerada versus rampa

	0 – 3%	3 – 6%	6 – 12%	12 – 20%	20 –40%	> 40%
0 –120m	7,65	245,16	123,39	302,94	234,27	125,82
121 – 150m	241,90	138,24	431,01	380,52	194,40	13,95
151 –200m	276,03	128,34	328,83	299,34	146,88	8,64
201 –300m	141,30	63,90	212,31	171,36	57,78	0,63
301 – 400m	158,49	79,29	228,33	204,12	62,01	0,64
401-600m	37,44	42,75	77,85	68,67	14,13	0,63

Tabela 3. Valores das áreas, em hectares, dos mapas temáticos LS1, LS2 e, coincidência espacial entre estas.

Classes de LS	Mapa LS1	Mapa LS2	Coincidências
Classe 1	3205,98 (60%)	3886,2 (73%)	2853,45 (79)
Classe 2	1416,78 (26%)	1078,38 (20%)	551,25 (15) -
Classe 3	461,16 (9%)	287,28 (5%)	154,44 (4)
Classe 4	200,34 (4%)	71,28 (1%)	43,02 (1)
Classe 5	69,39 (1%)	14,67 (0%)	11,07 (0)
Classe 6	0	0	0

Isso indica que para essa condição de relevo, que possui declividade média de 12%, o uso da declividade gerada no Spring pode originar fatores LS menores do que aqueles que potencialmente ocorrem no terreno. Nesse caso, quanto maior a classe do fator LS, ou seja, quanto maior o potencial erosivo, mais subestimada foi a classe.

A Tabela 3 mostra ainda que 67% da área total foi espacialmente coincidentes, correspondente a 3613 hectares. BAETA (1999), confrontando a declividade manual versus a analógica encontrou somente 37% de acertos na carta de Igarapé, MG. Ferreira (2000) avaliando a influência da declividade na obtenção de mapas de capacidade de uso das terras encontrou 54% de coincidências quando se utilizou a declividade manual e a gerada no Spring.

É interessante observar que as coincidências não seguiram a mesma tendência dos dados apresentados anteriormente, onde os acertos da declividade diminuiriam com o aumento do declive. No caso das coincidências os dados LS1 versus LS2 se distribuíram da seguinte forma: classe1, classe2, classe3, classe4 e classe5 com 89%, 51%, 53%, 61 e, 75%, respectivamente.

De acordo com a tabulação cruzada, as classes do fator LS que apresentaram maiores confusões foram as classes 1 e 2, e 2 e 3.

Conclusões

Diante dos resultados encontrados, ou seja, havendo 67% de coincidência entre os mapas confrontados, conclui-se que, apesar da rapidez de obtenção dos dados no SIG, torna-se importante uma avaliação das metodologias utilizadas para a entrada de dados, evitando-se desse modo a simulação de modelos distantes da realidade.

Bibliografia Consultada

NETGIS – Geoprocessamento e Informática Ltda. *SPRING: Sistemas de Processamento de Informações Georeferenciadas – modelagem, análise e consulta espacial*. V.3, 1998. 206p.

BERTONI, J., LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. Piracicaba: Livroceres, 1985. 392p.

BAETA, A. M. M. *Avaliação da acurácia cartográfica do mapeamento digital de classes de declividade, confrontado ao mapeamento analógico e aos dados da verdade terrestre: estudo da carta de Igarapé (MG) utilizando o programa “Spring”/Inpe*. Belo Horizonte, 1999. 172p. (Dissertação de Mestrado).

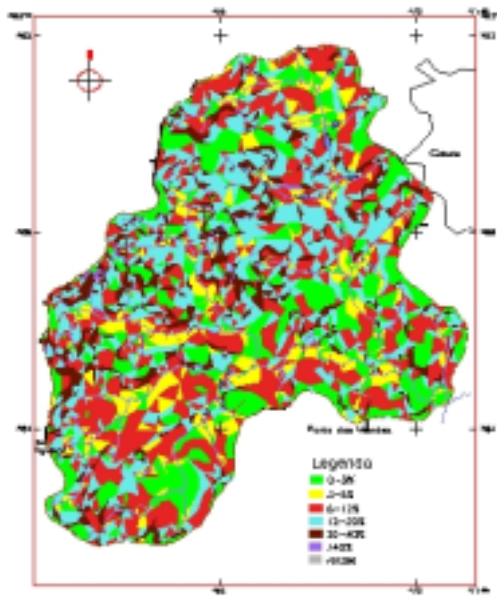
De BIASE, M. **A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção.** Revista de Geografia, 6: 45-60, 1993.

CERRI, E.E.P.; BALLESTER, M.V.R.; MARTINELLI, L.A. & VETORAZZI, C.A. **Mapas de risco à erosão do solo na bacia do Rio Piracicaba, utilizando técnicas de geoprocessamento.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9, 1998, Santos. Anais... Santos:Trace Disk Multimídia Ltda, 1998. 1 CD-ROM

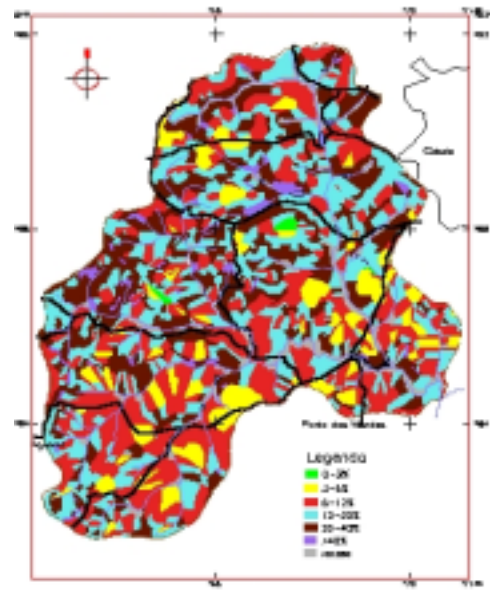
BRITO, J.L.S., LIMA, S. do C. SHIKI, S., MOREIRA, M.R. **Uso do geoprocessamento na estimativa de perdas do solo por erosão laminar em Iraí de Minas – MG.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9, 1998, Santos. Anais... Santos:Trace Disk Multimídia Ltda, 1998. 1 CD-ROM

FERREIRA, E., MACHADO, R. V, ANDRADE, H & OLIVEIRA, A de. **Influência da declividade na obtenção de mapas de capacidade de uso das terras, na Microbacia do Ribeirão do Bugre, Município de Campo Belo – MG.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 9, 2000, Fortaleza

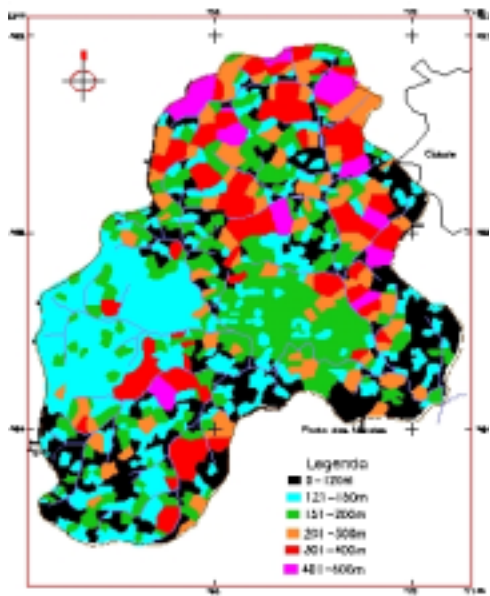
VILELA, E.F., VIEIRA, V.A da S., MACHADO, R.V. & OLIVEIRA, A de. **Avaliação das classes de declividade obtidas pelo processo manual e pelo spring, na na Microbacia do Ribeirão do Bugre, Município de Campo Belo – MG.** In: Congresso e feira para usuários de geoprocessamento, 6, 2000. Salvador. Anais... Salvador, 2000. 1CD-ROM.



(a)



(b)



©

Figura 1. Mapas de declividade gerados pelos processos automático (a) e manual (b) e, mapa de comprimento de rampa (c).