

ESTIMATIVA DAS PERDAS DE SOLO EM RELAÇÃO AO FATOR TOPOGRÁFICO EM SITUAÇÕES COMPLEXAS

Tarcisio Barcellos Bellinaso¹; Gean Paulo Michel² & Vania Elisabete Schneider³

Palavras-chave: Perdas de solo, Fator topográfico, USLE.

1 - INTRODUÇÃO

A obtenção dos fatores L e S em bacias hidrográficas apresentam dificuldades em virtude do declive, que pode ser reto, côncavo, convexo ou uma combinação de formatos. Diversos pesquisadores buscaram descrever por meio de equações matemáticas o comportamento desses fatores em condições distintas (Oliveira *et al*, 2010). Wischmeier e Smith (1978) desenvolveram estudos para declives irregulares, atribuindo pesos conforme as características dos trechos de declive, côncava ou convexa. McCool *et al* (1987, 1989) propuseram o cálculo dos fatores L e S em função da relação da erosão entressulcos e em sulcos e para valores de declividade superiores a 9%. Liu *et al* (1994) desenvolveram pesquisas nas regiões montanhosas da China e propuseram, para situações de declividades elevadas, modificações nas equações de McCool *et al* (1987, 1989). Nearing (1997) propôs uma equação que engloba os fatores de declividades elevadas de McCool *et al* (1987, 1989) e a equação para vertentes com declives mais íngremes de Liu *et al* (1994).

Devido a estas dificuldades em virtude do declive, este trabalho tem como objetivo principal verificar a estimativa das perdas de solo (PS) em relação ao fator topográfico LS em situações complexas, isto é, com declive do comprimento de rampa no formato convexo, côncavo e declividade média uniforme utilizando as unidades de mapeamento: São Jerônimo, São Pedro, Passo Fundo e Santo Ângelo todas localizadas no Estado do Rio Grande do Sul.

Foram estimadas as perdas de solo acumulada com comprimento de rampa de 100 m em cinco segmentos de 20 m com declive uniforme de 5% e as PS por unidade de área/segmentos em cinco segmentos com 20 m e declive uniforme de 5%, porém, para obtenção da perda de solo nesta última descrição foi utilizado a Fração de Perda de Solo (FPS) proposto por Wischmeier & Smith (1978).

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

Para obtenção das perdas de solo (A) para os diferentes tipos de declives foi considerando solo descoberto, o índice de erosividade da chuva (EI₃₀) de 1000 MJ.mm/ha.h e o índice de erodibilidade do solo (K) de 0,05 ha.h/ha.MJ.mm e assim foi estimado as perdas totais de solo (A) para declives convexo, côncavo e declives uniforme através da equação 1.

$$A = R.K.LS \quad (1)$$

A perda de solo acumulada (A) nos cinco segmentos de 20 metros, totalizando, o comprimento de rampa de 100 metros e declive uniforme de 5% foi obtido através da equação 2.

$$A = L^{0,5} \quad (2)$$

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Obtenção do fator topográfico (LS): Declive no formato convexo

Foi obtido o fator topográfico com rampa em declive convexo inteiro com 300 metros de comprimento e dividido em três segmentos de 100 metros, com declives de 5, 10 e 15% em cada segmento, respectivamente, e posteriormente foi determinada a perda de solo para este tipo de declive. Na Tabela 1 é apresentada a obtenção do fator topográfico para declive convexo e na Figura 1 é apresentada a representação do comprimento de rampa (L) com o respectivo declive.

¹ UFRGS/IPH - Av. Bento Gonçalves, 9500 - Campus do Vale. Porto Alegre/RS. tarcisiobellinaso@gmail.com.br

² UFRGS/IPH - Professor Adjunto - Av. Bento Gonçalves, 9500 - Campus do Vale. Porto Alegre/RS gean.michel@ufrgs.br

³ UCS/ISAM - Av. Getúlio Vargas, 1130 - Campus da Cidade Universitária, Caxias do Sul/RS. veschnei@ucs.br

Tabela 1 - Obtenção do LS para declive convexo.

Nº de segmentos	Declive (%)	Comprimento de rampa L (m)	LS original	FPS ¹	Produto
1	5	100	1,7	0,19	0,323
2	10	100	4,3	0,35	1,505
3	15	100	8,0	0,46	3,680
LS					5,508

Observações importantes:

a) ¹ - Fração de Perda de Solo (FPS);

b) Os valores da 4ª coluna (LS original), foram adquiridos através da interpolação da Tabela 3 do *Handbook* Nº 537 de Wischmeier & Smith (1978).

c) Valores da 5ª coluna (FPS), foram adquiridos da Tabela 4 do *Handbook* Nº 537 de Wischmeier & Smith (1978).

3.2 - Obtenção do fator topográfico (LS): Declive no formato côncavo

Foi obtido o fator topográfico com rampa em declive côncavo inteiro com 300 metros de comprimento e dividido em três segmentos de 100 metros, com declives de 15, 10 e 5% em cada segmento, respectivamente, e posteriormente foi determinada a perda de solo para este tipo de declive. Na Tabela 2 é apresentada a obtenção do fator topográfico para declive côncavo e na Figura 2 é apresentada a representação do comprimento de rampa (L) com o respectivo declive.

Tabela 2 - Obtenção do LS para declive côncavo.

Nº de segmentos	Declive (%)	Comprimento de rampa L (m)	LS original	FPS ¹	Produto
1	15	100	8,0	0,19	1,520
2	10	100	4,3	0,35	1,505
3	5	100	1,7	0,46	0,782
LS					3,807

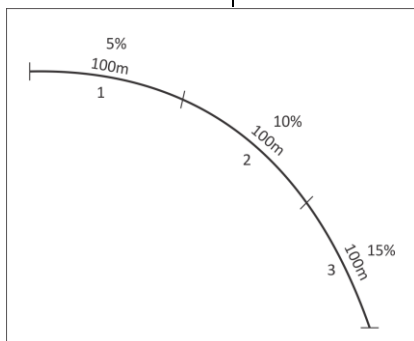


Figura 1 - Representação do comprimento de rampa (L) com declive no formato convexo.

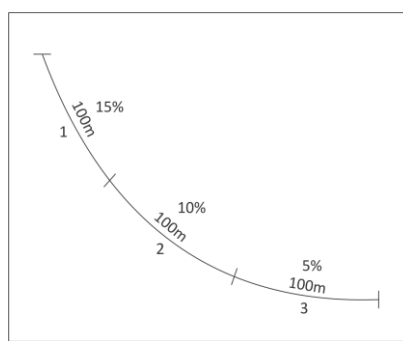


Figura 2 - Representação do comprimento de rampa (L) com declive no formato côncavo.

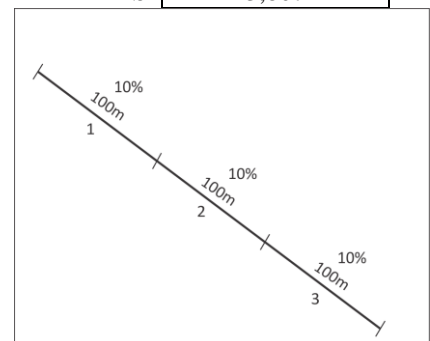


Figura 3 - Representação do comprimento de rampa (L) com declividade média uniforme.

3.3 - Obtenção do fator topográfico (LS): Declividade média uniforme

Foi obtido o fator topográfico (LS) com rampa em declividade média uniforme com 300 metros de comprimento e dividido em três segmentos de 100 metros, com declive de 10% em cada segmento, respectivamente, e posteriormente foi determinada a perda de solo para este tipo de declive. Na Tabela 3 é apresentada a obtenção do fator topográfico para declividade média uniforme e na Figura 3 é apresentada a representação do comprimento de rampa (L) com a respectiva declividade.

Tabela 3 - Obtenção do LS para declividade média uniforme.

Nº de segmentos	Declive (%)	Comprimento de rampa L (m)	LS original	FPS ¹	Produto
1	10	100	4,31	0,19	0,8189
2	10	100	4,31	0,35	1,5085
3	10	100	4,31	0,46	1,9826
LS					4,31

3.4 - Obtenção das perdas de solo

Considerando solo descoberto, índice de erosividade da chuva (EI_{30}) de 1000 MJ.mm/ha.h, índice de erodibilidade do solo (K) de 0,05 ha.h/ha.MJ.mm, foi estimado as perdas totais de solo (A) para declives convexo, côncavo e declives uniforme através da equação 1. Na Figura 4 são apresentadas as perdas de solo para os três tipos de declive do referido estudo.

Conforme descrito por Wischmeier & Smith (1978) o efeito do comprimento de rampa e do grau de declive do terreno, assim estabelecido, pressupõe declives essencialmente uniformes, isto é, não considera se eles são convexos ou côncavos, pois, seus efeitos nas perdas por erosão não estão ainda bem avaliados. Contudo, dados escassos indicam que o uso do gradiente médio de um comprimento de rampa pode subestimar as perdas de solo de declive convexo e superestimar aquelas de declive côncavo (Wischmeier & Smith, 1978).

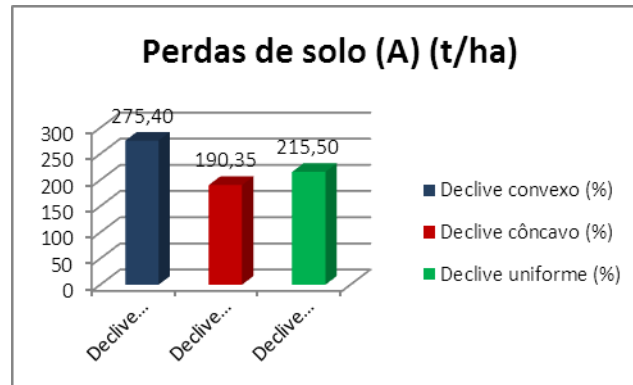


Figura 4 - Perdas de solo para declive convexo, côncavo e declividade média uniforme.

3.5 - Obtenção das perdas de solo acumulada em declive uniforme

Foi estimado as perdas de solo acumulada em comprimento de rampa de 100 metros em cinco segmentos de 20 metros com declive uniforme de 5% de acordo com a equação 2 sendo obtido as perdas de solo por segmento de 4,47 t/ha. Na Tabela 4 e Figura 5 são apresentadas as estimativas das perdas de solo acumulada nos cinco segmentos de 20 metros.

Tabela 4 - Estimativa das perdas de solo acumulada com comprimento de rampa de 100 metros em cinco segmentos de 20 metros.

Sequência do segmento	Declive (%)	Unidade de área Segmento (m)	Perdas de solo por segmento (t/ha)	Comprimento de rampa L (m)	Perda de solo acumulada (t/ha)
1	5	20	4,47	20	4,47
2	5	20	4,47	40	8,94
3	5	20	4,47	60	13,41
4	5	20	4,47	80	17,88
5	5	20	4,47	100	22,35

3.6 - Perdas de solo por unidades de área/segmentos

As perdas de solo sobre uma rampa com 100 metros de comprimento, em cinco segmentos de 20 metros e com declividade uniforme de 5% obtido foi de 40 t/ha. Com isso, foram estimadas as perdas de solo por unidade de área nestes cinco segmentos (Tabela 5).

Tabela 5 - Estimativa das perdas de solo com declive de 5% em cinco segmentos de 20 metros.

Sequência do segmento	Declive (%)	Unidade de área Segmento (m)	Comprimento de rampa L (m)	FPS ¹	Perda total de solo (t/ha)	Perda de solo por segmento (t/ha)
1	5	20	20	0,09	40	3,6
2	5	20	40	0,16	40	6,4
3	5	20	60	0,21	40	8,4
4	5	20	80	0,25	40	10,0
5	5	20	100	0,29	40	11,2
ΣA						40,0

Observações importantes:

a) ¹ - Fração de Perda de Solo (FPS);

b) Valores extraídos da 5ª coluna da Tabela 4 do *Handbook* N° 537 de Wischmeier & Smith (1978), com $m = 0,5$; pois, a declividade do segmento é de 5%.

De acordo com a Figura 6, é verificado que a perda de solo aumenta decrescentemente em relação à sequência dos segmentos, isto porque, a perda de solo é menor no início da rampa, pois, a gota da água da chuva atua direto sobre o solo causando a desagregação inicial do mesmo. A perda de solo é aumentada no decorrer dos segmentos devido ao aumento da lâmina d'água, isto porque, a lâmina dissipa a energia da gota da água da chuva. A gota da água da chuva bate na lâmina que atua como um amortecimento, impedindo que a gota chegue ao solo. À medida que aumenta a área aumenta as irregularidades e aumenta as possibilidades para deposição de sedimentos.

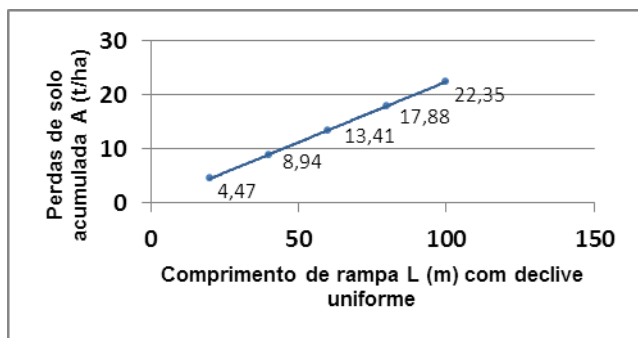


Figura 5 - Relação das perdas de solo acumulada (A) com comprimento de rampa L (m) com declive uniforme.

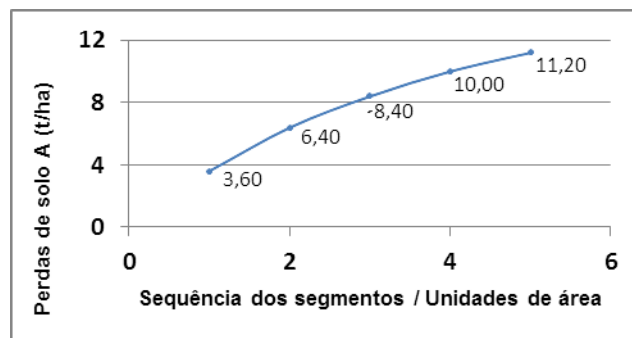


Figura 6 - Relação da perda de solo (A) com sequência dos segmentos.

4 - CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos, foi verificado que o declive convexo superestimou a estimativa das perdas de solo e o declive côncavo subestimou as perdas de solo, tendo assim, resultado contrário descrito no trabalho de Wischmeier & Smith (1978). Mas, conforme descrito no trabalho de Wischmeier & Smith (1978) o efeito do comprimento de rampa e do grau de declive do terreno, assim estabelecido, pressupõe declives essencialmente uniformes, isto é, não considera se eles são convexos ou côncavos, pois, seus efeitos nas perdas por erosão não estão ainda bem avaliados.

Outra consideração importante é que o método proposto por Wischmeier & Smith (1978) foi elaborado em bacias hidrográficas típicas dos Estados Unidos e este método foi utilizado em bacias hidrográficas no sul do Brasil no Estado do Rio Grande do Sul, onde os diferentes tipos de solo, precipitação, geologia, clima, solos, manejo, entre outros fatores, podem ter contribuído nas diferenças das estimativas das perdas de solo.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIU, B.Y.; NEARING, M.A.; RISSE, L.M. (1994) *Slope gradient effects on soil loss for steep slopes*. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, v. 37, 1994.

MCCOOL, D.K. *et al* (1987) *Revised slope steepness factor for the Universal Soil Loss Equation*. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, v. 30, p. 1387-1396, 1987.

MCCOOL, D.K. *et al* (1989) *Revised slope length factor for the Universal Soil Loss Equation*. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, v. 32, p. 1571-1576, 1989.

NEARING, M.A. (1997) *A single, continuous function for slope steepness influence on soil loss*. Soil Science Society of America Journal, v. 61, n. 3, p. 917-919, 1997.

OLIVEIRA, P.T.S. *et al* (2010) *Estimativa do fator topográfico da USLE a partir de três algoritmos*. Ambi-Água, Taubaté, v. 5, n. 2, p. 217-225, 2010.

WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*. Washington, U.S. Department of Agriculture, Handbook N° 537, 62p.