



## ESTIMATIVA DAS PERDAS DE SOLO PARA CONDIÇÃO DA PARCELA DE WISCHMEIER

Tarcisio Barcellos Bellinaso<sup>1</sup> & Vania Elisabete Schneider<sup>2</sup>

**Resumo** - Este trabalho teve como propósito realizar a estimativa das perdas médias anuais de solo (A) para as condições da parcela padrão de Wischmeier para diferentes tipos de solos do Estado do Rio Grande do Sul. Foram estimadas as perdas de solo das unidades de mapeamento São Jerônimo (EEA - Guaíba/RS), São Pedro (Estação Experimental de Silvicultura - Santa Maria/RS), Passo Fundo (Embrapa/CNPT - Passo Fundo/RS) e Santo Ângelo (CTC - Ijuí/RS). Foram relacionados os índices de erosividade médio anual da chuva (fator R -  $EI_{30}$ ) com os índices de erodibilidade do solo (fator K) e estimado as perdas médias anuais do solo esperados para as condições da parcela padrão. Também foram confeccionados curvas de perdas de solo (A) com o índice de erosividade da chuva ( $R - EI_{30}$ ) e perdas de solo (A) com a intensidade da chuva (i), para valores de erosividade e intensidade de chuva, respectivamente, iguais a 10, 20, 40, 60, 80 e 100 MJ.mm/ha.h e mm/h.

**Palavras-chave:** Perdas de solo; Parcela de Wischmeier; USLE.

## ESTIMATION OF SOIL LOSS TO CONDITION THE PORTION OF WISCHMEIER

**Abstract** - The objective of this work was to estimate the average annual soil losses (A) for the conditions of the standard Wischmeier plot for different soil types in the State of Rio Grande do Sul. The soil losses of the mapping units were estimated from the São Jerônimo (EEA - Guaíba / RS), São Pedro (Experimental Station of Silviculture - Santa Maria / RS), Passo Fundo (Embrapa / CNPT - Passo Fundo / RS) and Santo Ângelo CTC - Ijuí / RS). The mean annual rainfall erosivity indices (factor R -  $EI_{30}$ ) with soil erodibility indices (factor K) were estimated and estimated the average annual soil losses expected for the conditions of the standard plot. Soil loss curves (A) with rainfall erosivity index ( $R - EI_{30}$ ) and soil losses (A) with rainfall intensity (i) were also made for erosivity and rainfall, respectively, equal to 10, 20, 40, 60, 80 and 100 MJ.mm/ha.h and mm/h.

**Keywords:** Loss of soil; Portion of Wischmeier; USLE.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria - Rua Ernesto Barros, 1345 - Campus da UFSM em Cachoeira do Sul/RS. [tarcisio.bellinaso@uftsms.br](mailto:tarcisio.bellinaso@uftsms.br)

<sup>2</sup> Universidade de Caxias do Sul - Instituto de Saneamento Ambiental - ISAM - Av. Getúlio Vargas, 1130 - Campus da Cidade Universitária, Caxias do Sul/RS. [veschnei@ucs.br](mailto:veschnei@ucs.br)

## **1 - INTRODUÇÃO**

Este trabalho teve como propósito realizar a estimativa das perdas médias anuais de solo (A) para as condições da parcela padrão de Wischmeier para diferentes tipos de solos do Estado do Rio Grande do Sul. Foram estimadas as perdas de solo das unidades de mapeamento:

- São Jerônimo (EEA - Guaíba/RS);
- São Pedro (Estação Experimental de Silvicultura - Santa Maria/RS);
- Passo Fundo (Embrapa/CNPT - Passo Fundo/RS); e;
- Santo Ângelo (CTC - Ijuí/RS).

Foram relacionados os índices de erosividade médio anual da chuva (fator R -  $EI_{30}$ ) com os índices de erodibilidade do solo (fator K) e estimado as perdas médias anuais do solo esperados para as condições da parcela padrão. Também foram confeccionados curvas de perdas de solo (A) com o índice de erosividade da chuva ( $R - EI_{30}$ ) e perdas de solo (A) com a intensidade da chuva (i), para valores de erosividade e intensidade de chuva, respectivamente, iguais a 10, 20, 40, 60, 80 e 100 MJ.mm/ha.h e mm/h.

## **2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A parcela padrão também chamada parcela unitária ou parcela de Wischmeier é definida por Wischmeier (1959) como parcelas experimentais com 3,5 metros de largura por 22,1 metros de comprimento, sendo definida como a distância entre dois terraços, tendo uma área total de 77,35 m<sup>2</sup> e com 9% de declive uniforme, em solo descoberto continuamente e sistema de preparo convencional (uma aração + duas gradagens do solo) no sentido de declive e mantida livre de cultura ou resíduos, permanentemente em pousio. A parcela padrão proporciona a máxima perda de solo, servindo para realização de chuvas naturais ou simuladas. A parcela padrão é importante porque é referência para estudos de perdas de solo, pois é colocada uma condição de máxima perda de solo. A parcela de Wischmeier é utilizada como parâmetro em experimentos de campo de conservação do solo, para estudos de erosão hídrica a partir da Equação Universal de Perda de Solo (USLE), sendo apresentada pela seguinte equação:

$$A = R.K.L.S.C.P \quad (1)$$

Onde:

A - é a perda de solo calculada por unidade de área (t/ha.ano);

R - é o índice de erosividade da chuva ou o fator energético da chuva (MJ.mm/ha.h.ano);

K - é o índice de erodibilidade do solo (t.h/MJ.mm);

*LS* - é o fator topográfico ou o fator conjunto comprimento de rampa e grau de declive do terreno;

*C* - é o fator de uso e manejo do solo;

*P* - é o fator de práticas conservacionistas ou fator de práticas de controle de suporte.

A parcela padrão deve ser mantida em condições para o monitoramento e coleta dos dados de campo por um período mínimo de dois anos. A parcela de Wischmeier funciona como comparativo de parcelas experimentais com dimensões, declives, manejo do solo e da cultura diferenciado, ou seja, para que os resultados obtidos com determinados tratamentos realizados em parcelas que não tenham as mesmas dimensões e declividades da parcela padrão possam ser corrigidas e comparadas sobre diferentes condições.

### 3 - METODOLOGIA

#### 3.1 - Área de estudo

O estudo foi realizado para os solos das unidades de mapeamento São Jerônimo (EEA - Guaíba/RS), São Pedro (Estação Experimental de Silvicultura - Santa Maria/RS), Passo Fundo (Embrapa/CNPT - Passo Fundo/RS) e Santo Ângelo (CTC - Ijuí/RS), apresentado na Figura 1.



Figura 1 - Mapa com as localidades de Guaíba/RS, Santa Maria/RS, Passo Fundo/RS e Ijuí/RS para obtenção do índice de erodibilidade do solo.

### **3.2 - Obtenção do índice de erosividade da chuva (R)**

#### **3.2.1 - Método $EI_{30}$ proposto por Wischmeier (1959)**

No método  $EI_{30}$  a obtenção da energia cinética da chuva foi obtida através da metodologia proposta por Wischmeier (1959), conforme é apresentado na equação 2.

$$E_c = 0,119 + 0,0873 \log_{10} I \quad (2)$$

Onde:

$E_c$  - energia cinética por mm de chuva, em MJ/ha.mm;

$I$  - intensidade de chuva, em mm/h.

O índice de erosividade da chuva  $EI_{30}$  obtido em MJ.mm/ha.h, foi determinado utilizando a equação 3:

$$EI_{30} = E_c \times I_{30} \quad (3)$$

Onde:

$EI_{30}$  - índice de erosividade da chuva, em MJ.mm/ha.h;

$E_c$  - energia cinética por mm de chuva, em MJ/ha.mm;

$I_{30}$  - intensidade máxima da chuva no período de 30 minutos, em mm/h.

O índice de erosividade da chuva  $EI_{30}$  foi desenvolvido por Wischmeier (1959) com base em dados de parcelas padrões em condições típicas de chuvas americanas, isto é, em condições típicas de chuvas nos Estados Unidos de clima temperado.

### **3.3 - Obtenção do índice de erodibilidade do solo (K)**

#### **3.3.1 - Método direto: sob chuva natural**

As parcelas experimentais com 22 metros de comprimento e com 9% de declive são instaladas em solo descoberto e preparado convencionalmente no sentido do declive e coletando-se os dados por longos períodos de 15 a 20 anos, temos como determinar o índice de erodibilidade do solo (K) pela equação 4.

$$K = \frac{A}{R} \quad (4)$$

Onde:

$K$  - corresponde ao índice de erodibilidade do solo, em t.ha.h/ha.MJ.mm;

$A$  - representa as perdas de solo, em t/ha/ano; e;

$R$  - é a erosividade média anual das chuvas, em MJ.mm/ha.h.ano.

## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - Estimativa das perdas médias anuais de solo (A)

A obtenção do índice de erosividade da chuva (fator R -  $EI_{30}$ ) foi obtida através do método proposto por Wischmeier (1959). Na Tabela 1 são apresentados os valores absolutos mensais do índice de erosividade da chuva das localidades Guaíba/RS, Ijuí/RS e Passo Fundo/RS. O valor anual do fator R para Santa Maria/RS utilizado foi de 6.506 MJ.mm/ha.h.

Tabela 1 - Valores absolutos mensais do índice  $EI_{30}$  (MJ.mm/ha.h).

| Mês | Guaíba/RS <sup>1</sup> |      |            | Ijuí/RS <sup>2</sup> |      |            | Passo Fundo/RS <sup>3</sup> |      |            |
|-----|------------------------|------|------------|----------------------|------|------------|-----------------------------|------|------------|
|     | $EI_{30}$              | (%)  | (%)<br>ac. | $EI_{30}$            | (%)  | (%)<br>ac. | $EI_{30}$                   | (%)  | (%)<br>ac. |
| Jan | 752                    | 11,8 | 11,8       | 643                  | 7,3  | 7,3        | 605                         | 8,1  | 8,1        |
| Fev | 1046                   | 16,4 | 28,1       | 1314                 | 15,0 | 22,3       | 1186                        | 15,8 | 23,9       |
| Mar | 855                    | 13,4 | 41,5       | 751                  | 8,6  | 30,9       | 843                         | 11,3 | 35,2       |
| Abr | 166                    | 2,6  | 44,1       | 579                  | 6,6  | 37,5       | 207                         | 2,8  | 38,0       |
| Mai | 189                    | 3,0  | 47,0       | 394                  | 4,5  | 42,0       | 335                         | 4,5  | 42,4       |
| Jun | 739                    | 11,6 | 58,6       | 802                  | 9,1  | 51,1       | 554                         | 7,4  | 49,8       |
| Jul | 376                    | 5,9  | 64,5       | 224                  | 2,6  | 53,7       | 323                         | 4,3  | 54,2       |
| Ago | 357                    | 5,6  | 70,0       | 632                  | 7,2  | 60,9       | 548                         | 7,3  | 61,5       |
| Set | 363                    | 5,7  | 75,7       | 714                  | 8,1  | 69,0       | 448                         | 6,0  | 67,5       |
| Out | 278                    | 4,3  | 80,1       | 756                  | 8,6  | 77,6       | 458                         | 6,1  | 73,6       |
| Nov | 354                    | 5,5  | 85,6       | 642                  | 7,3  | 84,9       | 666                         | 8,9  | 82,5       |
| Dez | 922                    | 14,4 | 100        | 1322                 | 15,1 | 100        | 1311                        | 17,5 | 100        |
|     | <b>6397</b>            | 100  |            | <b>8773</b>          | 100  |            | <b>7484</b>                 | 100  |            |

<sup>1</sup> 1968 a 1976/1977 (9 anos e 6 meses)

<sup>2</sup> 1963 a 1975 (13 anos)

<sup>3</sup> 1966 a 1977 (12 anos)

Neste trabalho, para fins de critério, foi utilizado como alta erosividade anual de 13.000 MJ.mm/ha.h e como baixa erosividade anual de 4.000 MJ.mm/ha.h.

O índice de erodibilidade do solo (fator K) foi determinado através do método direto, isto é, com método sob chuva natural. Na Tabela 2 são apresentados os resultados do índice de erodibilidade do solo (K) estimados com aqueles obtidos a campo, isto é, sob chuva natural.

Tabela 2 - Resultados do índice de erodibilidade do solo (K) obtidos através do método direto (Chuvas naturais).

| Unidade de mapeamento | Método direto<br>Chuvas naturais (K)<br>(t.ha.h/ha.MJ.mm) |
|-----------------------|---|
| São Jerônimo          | 0,033   |
| São Pedro             | 0,039   |
| Passo Fundo           | 0,020   |
| Santo Ângelo          | 0,009   |

Na Tabela 3 são apresentados os valores das estimativas das perdas médias anuais de solo para as condições da parcela padrão de Wischmeier, para diferentes tipos de solo do Estado do RS.

Tabela 3 - Estimativas das perdas médias anuais de solo (A) para as condições da parcela padrão para diferentes tipos de solo do Estado do Rio Grande do Sul.

| Unidade de mapeamento                       | Índice de erosividade da chuva (R)<br>(MJ.mm/ha.h) | Índice de erodibilidade do solo (K)<br>(t.ha.h/ha.MJ.mm) | Perda de solo<br>A = (R . K)<br>(t/ha) |
|---|--|--|--|
| São Jerônimo (EEA - Guaíba/RS)              | 6397   | 0,033  | 211,101                                |
| São Pedro (EES - Santa Maria/RS)            | 6506   | 0,039  | 253,734                                |
| Passo Fundo<br>(EMBRAPA/CNPT - Passo Fundo) | 7484   | 0,020  | 149,68                                 |
| Santo Ângelo (CTC - Ijuí/RS)                | 8773   | 0,009  | 78,957                                 |

Onde:

R - Índice de erosividade da chuva ( $EI_{30}$ );

K - Índice de erodibilidade do solo; e;

A - Perda de solo, em t/ha.

#### 4.2 - Discussão dos resultados

As perdas de solo (A) por erosão hídrica variam diretamente com o índice de erodibilidade do solo (K), ou seja,  $A \propto K$ . Isso significa que, em termos práticos, um solo com o índice de erodibilidade do solo igual a 0,040 terá uma perda de solo duas vezes maior do que um solo com o índice de erodibilidade igual a 0,020, se submetidos à mesma chuva. Solos com altos valores do índice de erodibilidade do solo são, por isso, os que sofrem muito da erosão, se medidas para protegê-las não forem tomadas a tempo.

Conforme é apresentado na Tabela 3, os índices de erosividade da chuva para as localidades de Passo Fundo/RS e Ijuí/RS são maiores comparados com as localidades de Guaíba/RS e Santa Maria/RS, pois, isso se deve as características da chuva de cada região, essencialmente intensidade e duração da chuva.

Nos solos São Jerônimo e São Pedro as perdas de solo são em função do índice de erodibilidade do solo, pois, a textura do solo é arenosa, portanto mais suscetível a erosão.

Nos solos Passo Fundo e Santo Ângelo as perdas de solo são em função do índice de erosividade da chuva (R), isto é, o índice de erosividade da chuva é alto para Passo Fundo e Santo Ângelo com 7484 MJ.mm/ha.h e 8773 MJ.mm/ha.h, respectivamente.

Podemos concluir a importância do fator K, que depende das características que afetam a desagregação, o transporte e a infiltração de água no solo, tais como, textura, porcentagem de argila, teor de matéria orgânica e umidade, conferindo uma maior ou menor vulnerabilidade e

susceptibilidade do solo que um determinado solo tem em resistir ao trabalho, causado pela energia cinética do impacto da gota da chuva, no caso da erosão hídrica.

É verificado na bibliografia existente que as perdas de solo ( $A$ ) variam diretamente com o índice de erosividade ( $El_{30}$ ) da chuva, isto é,  $A \propto El_{30}$  e com o quadrado da intensidade ( $i$ ) da chuva ( $A \propto i^2$ ). Com isso, foram confeccionados as relações das perdas de solo ( $A$ ) com o índice de erosividade da chuva ( $El_{30}$ ), conforme apresentado na Tabela 4 e Figura 2 e as perdas de solo ( $A$ ) com a intensidade da chuva ( $i$ ), conforme apresentado na Tabela 5 e Figura 3, isto para valores de erosividade e intensidade de chuva, respectivamente, iguais a 10, 20, 40, 60, 80 e 100 MJ.mm/ha.h e mm/h. Foi arbitrado que o valor inicial 10 é correspondente a perda de solo de 2 t/ha.

Tabela 4 - Relação das perdas de solo ( $A$ ) com índice de erosividade da chuva ( $El_{30}$ ).

| $El_{30}$<br>(MJ.mm/ha.h) | Perda de solo ( $A$ )<br>(t/ha) |
|---------------------------|---------------------------------|
| 10                        | 2                               |
| 20                        | 4                               |
| 40                        | 8                               |
| 60                        | 12                              |
| 80                        | 16                              |
| 100                       | 20                              |

Tabela 5 - Relação da perda de solo ( $A$ ) com intensidade da chuva ( $i$ ).

| Intensidade da chuva<br>(mm/h) | Perda de solo ( $A$ )<br>(t/ha) |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 10                             | 2                               |
| 20                             | 8                               |
| 40                             | 32                              |
| 60                             | 72                              |
| 80                             | 128                             |
| 100                            | 200                             |

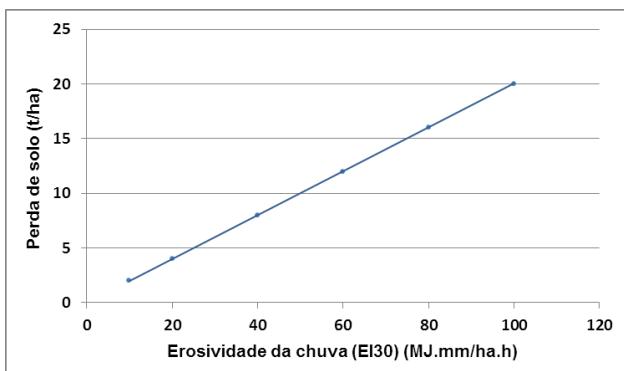


Figura 2 - Relação das perdas de solo (t/ha) x Índice de erosividade da chuva ( $El_{30}$ ) (MJ.mm/ha.h).

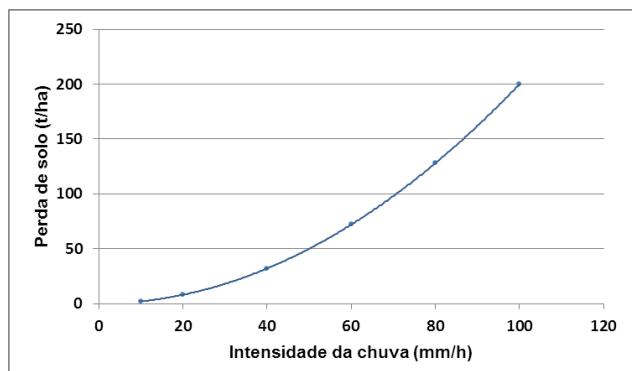


Figura 3 - Curva de Perdas de solo (t/ha) x Intensidade da chuva ( $i$ ) (mm/h).

É verificado através da Figura 2 - Perda de solo e Erosividade da chuva ( $EI_{30}$ ) que enquanto as perdas de solo estimadas aumentam linearmente à medida que aumenta a erosividade da chuva, as perdas de solo aumentam exponencialmente com o aumento da intensidade da chuva.

Para perda de solo x erosividade da chuva e perda de solo x intensidade da chuva de 20 t/ha e 200 t/ha, respectivamente, a erosividade da chuva ( $EI_{30}$ ) fornece um valor de perda de solo que é aproximadamente dez vezes inferior ao estimado pela intensidade da chuva, demonstrando dessa forma que as chuvas de alta intensidade são capazes de provocar elevadas perdas de solo por erosão. Observam-se também pelas Figuras 2 e 3, que para aumentos proporcionais do índice de erosividade da chuva e da intensidade da chuva as diferenças entre as perdas de solo acentuam-se cada vez mais.

## 5 - CONCLUSÕES

De acordo com as informações apresentadas podemos selecionar ou escolher o tipo de preparo, tipo de cultura, sistema de manejo e época de plantio, que melhor protege o solo contra os desgastes provocados pela erosão, sendo, nos períodos de maior potencialidades erosivas das chuvas o solo esteja suficientemente protegido por uma adequada quantidade de cobertura (resíduos) proporcionada pelas culturas e evitando perdas de solo por erosão. Além disso, com as informações obtidas podem-se agendar as atividades agrícolas de preparo, manejo do solo, plantio das culturas de forma a proteger o solo.

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WISCHMEIER, W.H. (1959). *A rainfall erosion index for a Universal Soil Equation*. Proceedings Soil Science Society of America, Madison, v. 23, p. 246-249, 1959.