

Erodibilidade do solo determinada com dados coletados durante 20 anos, em um Cambissolo Húmico sob chuva natural ⁽¹⁾.

Jefferson Schick ^(2;3); **Ildgardis Bertol** ⁽⁴⁾; **Romeu de Souza Werner** ⁽²⁾; **Júlio César Ramos** ⁽²⁾; **Douglas Henrique Bandeira** ⁽²⁾; **Murilo Córdova Flores** ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho realizado com recursos do CNPq.

⁽²⁾ Estudantes do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UEDESC, Lages: schick@globocom.com, tiomema@msn.com, julio.amos.ta@gmail.com, douglas_ibf@hotmail.com.

⁽³⁾ Professor do Instituto Federal Catarinense – Campus Sombrio, Santa Rosa do Sul, SC. ⁽⁴⁾ Professor da Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UEDESC, Lages, a2ib@cav.udesc.br. ⁽⁵⁾ Aluno curso de Agronomia – CAV/UEDESC.

RESUMO: A erodibilidade do solo refere-se à suscetibilidade natural do solo à erosão e representa a quantidade de solo perdida por unidade de erosividade da chuva, cujo conhecimento é importante no planejamento conservacionista. Com dados de perda de solo sob chuva natural e de erosividade das respectivas chuvas, no período de 1993 a 2012, em Lages, SC, obteve-se a erodibilidade de um Cambissolo Húmico aluminico léptico, determinada pelo quociente entre os valores de perda de solo e de erosividade das chuvas e por regressão linear simples entre essas variáveis. A erodibilidade do solo para o Cambissolo em questão, determinada pelo quociente entre os valores médios anuais das variáveis foi de $0,0175 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$. Utilizando os dados da primavera-verão, o fator K foi de $0,0188 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, enquanto, com os dados de outono-inverno, resultou num fator K de $0,0154 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$. O valor obtido por regressão linear simples para o período anual foi de $0,0171 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$.

Termos de indexação: fator K da EUPS, perda de solo, erosividade da chuva.

INTRODUÇÃO

Alguns solos são mais suscetíveis à erosão do que outros. Esta maior ou menor vulnerabilidade do solo à erosão é devida as suas propriedades intrínsecas, sendo referida como a erodibilidade do solo (Wischmeier & Smith, 1978). Assim, quando todos os fatores que afetam a erosão hídrica são mantidos constantes, exceto o tipo de solo, é de se esperar que as taxas de erosão sejam distintas em solos diferentes.

Wischmeier & Smith (1965) utilizaram a erodibilidade do solo como um dos fatores da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), preconizando a obtenção deste índice a partir de trabalhos experimentais a campo.

O termo erodibilidade refere-se à habilidade potencial do solo em resistir à erosão. Em termos práticos, o índice de erodibilidade (fator K da EUPS)

significa a perda de solo (Mg ha^{-1}), por unidade ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$) do índice de erosividade (fator R da EUPS) das chuvas, sendo expresso em unidades mistas de $\text{Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$. Para condições específicas de chuva, uma dada condição de solo pode ser comparada quantitativamente com outra, podendo ser criada uma escala relativa de valores de erodibilidade (Wischmeier & Smith, 1978).

A erodibilidade do solo apresenta grande variabilidade espacial e temporal, explicada pela diversidade climática, a qual influi no potencial erosivo das chuvas, e variabilidade de solo, a qual tem influência na suscetibilidade à erosão. Foster et al. (1981) sugeriram os valores 0,010, 0,030 e 0,060 $\text{Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ para classificar a erodibilidade dos solos americanos como baixa, moderada e alta, respectivamente. No Brasil, os valores medidos e/ou estimados do índice de erodibilidade do solo têm-se situados na faixa de 0,006 a 0,049 $\text{Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (Cogo, 1988).

O objetivo do presente trabalho foi determinar o fator erodibilidade de um Cambissolo Húmico aluminico léptico, sob condições de chuva natural, bem como sua variação estacional, na região de Lages, SC, no período de 1993 a 2012.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV/UEDESC) de Lages (SC). A altitude média de Lages é de 953 m, com temperaturas máxima e mínima médias anual de 21,7 e 11,5 °C, respectivamente. Segundo Köepen, o clima da região é do tipo Cfb.

O solo do local do experimento é um Cambissolo Húmico aluminico léptico, argiloso, horizonte A moderado e com substrato composto de siltitos e argilitos. A declividade média é de $0,102 \text{ m m}^{-1}$.

O experimento foi conduzido em parcelas experimentais de $3,5 \times 22,1 \text{ m}$ ($77,35 \text{ m}^2$), em duas repetições. As referidas parcelas foram delimitadas por chapas galvanizadas nas laterais e extremidade superior e por calhas coletoras de enxurrada na sua extremidade inferior, as quais eram conectadas a canos de PVC que conduziam a enxurrada até os pontos de coleta situados 6,0 m abaixo das

parcelas. O solo nas parcelas era preparado duas vezes por ano (na primavera-verão e no outono-inverno), com uma aração na profundidade de 0,20 m, utilizando arado de discos, seguida de duas gradagens na profundidade de 0,15 m, utilizando grade de discos destorroadora. Além disso, a superfície do solo era mantida livre de vegetação e de crosta superficial, por meio de capinas e escarificações manuais, efetuadas sempre que necessário.

A área experimental foi instalada em outubro de 1988, sendo desde então utilizada no estudo da erosão hídrica em condições de chuva natural. Como a metodologia para obtenção do fator K (Wischmeier & Smith, 1965) prevê avaliações após um período de dois anos sob as condições descritas, e no ano de 1992 não foram coletados dados de perdas de solo no experimento, este trabalho utilizou os dados de 1993 a 2012, obtendo-se uma série de dados contínuos de 20 anos.

A coleta e a quantificação da erosão foram feitas a cada evento de chuva erosiva, conforme o método descrito em Cogo (1978). Os dados de perda de solo foram ajustados para a declividade padrão da EUPS, ou seja, $0,09 \text{ m m}^{-1}$, por meio do fator grau de declive, conforme proposto por Wischmeier & Smith (1978).

Foram avaliados 991 eventos de chuva erosiva, registrados em pluviogramas diários modelo IH-01-01, com amplitude de registro de 10 mm de precipitação e de 24 horas de duração, com unidades de 0,1 mm, para o volume, e de 1 minuto, para o tempo. O fator de erosividade (EI_{30}) foi calculado conforme Wischmeier (1959) e Wischmeier & Smith (1978), utilizando o método proposto por Foster et al. (1981).

O fator de erodibilidade médio anual foi determinado utilizando 836 dados de perda de solo resultantes de 991 chuvas erosivas, selecionadas segundo o critério de Wischmeier (1959). O referido fator foi calculado por meio do quociente entre a perda de solo média anual (Mg ha^{-1}) e a erosividade média anual das chuvas ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$), seguindo o procedimento de Wischmeier & Smith (1978), bem como por análise de regressão linear simples entre os valores das referidas variáveis, seguindo o procedimento de Wischmeier & Mannering (1969), sendo expresso em $\text{Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$. Assim, dentre as 991 chuvas erosivas, várias delas, em alguns eventos, foram acumuladas, resultando em 836 coletas de solo. A erodibilidade do solo foi determinada, ainda, para o período de primavera-verão, com 446 dados de perda de solo resultantes de 518 chuvas erosivas e, para o período de outono-inverno, com 390 dados de perda de solo

resultantes de 473 chuvas erosivas, por meio do primeiro método anteriormente referido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor médio do fator erodibilidade do solo, obtido pela razão entre as perdas de solo e a erosividade das chuvas foi de $0,0175 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (**Tabela 1**). Este valor de erodibilidade indica que cada unidade de erosividade ocasionou uma perda média anual de solo de $0,0175 \text{ Mg ha}^{-1}$. O valor médio anual de erodibilidade obtido (**Tabela 1**) pode ser classificado como moderado, segundo Foster et al. (1981).

Schick (1999) e Bertol et al. (2002), trabalhando no mesmo solo, com dados de seis e nove anos, observaram valores de erodibilidade de $0,0129$ e $0,0115 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, respectivamente. O resultado obtido neste trabalho, $0,0175 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (**Tabela 1**), corrobora com a recomendação de Wischmeier (1976), que é a obtenção do fator K a partir de dados provenientes de um período de 20 a 22 anos.

O valor médio anual de erodibilidade encontrado, $0,0175 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (**Tabela 1**), diferiu significativamente da erodibilidade de $0,0355 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, observada por Silva et al. (2009) para a mesma classe de solo. Esses resultados corroboram com El-Swaify & Dangler (1982) que afirmam ser demasiado arriscado estimar um valor de erodibilidade baseado unicamente na classificação do solo.

Schick et al. (2012) mediante a utilização de dados de registros hidrológicos de 22 anos, determinaram a erosividade média anual (Fator R da EUPS) para Lages (SC), com $5,057 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$. Considerando-se o fator R determinado para o município e o fator K obtido neste trabalho (**Tabela 1**), tem-se uma perda média anual de solo de $88,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ para a condição de solo descoberto.

A erodibilidade média dos períodos de primavera/verão foi de $0,0188 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (**Tabela 2**), valor 7% superior à média anual (**Tabela 1**). Nos períodos de outono/inverno, a erodibilidade média foi de $0,0154 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (**Tabela 2**), valor 12% inferior a média anual. Essas diferenças podem ser atribuídas em parte às diferenças de erosividade nos dois períodos considerados (**Tabela 2**), porém também influenciadas pela umidade do solo antecedente às chuvas e pela desuniformidade de sua distribuição ao longo do período experimental.

A erodibilidade calculada por meio de regressão linear simples entre as erosividade das chuvas e suas respectivas perdas de solo, considerando

todos os eventos individuais (Wischmeier & Mannering, 1969), foi de $0,0171 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (Figura 1). Este valor é muito próximo ao obtido pelo método padrão (Tabela 1), o que confirma a adequabilidade de ambas as metodologias para a obtenção do fator K da EUPS do solo em questão.

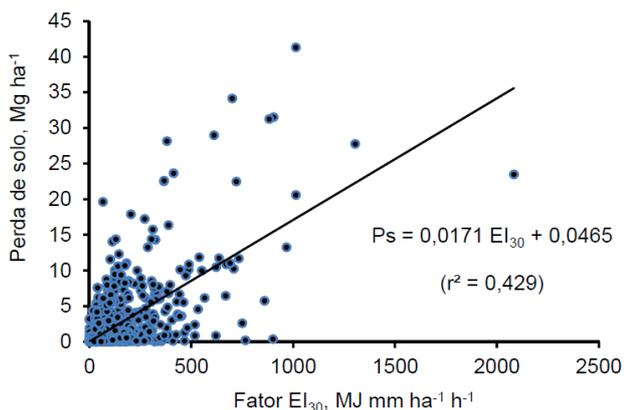


Figura 1 - Relação do fator erosividade, El_{30} , com as perdas de solo, P_s , com 991 eventos de erosividade e 836 dados de perdas de solo, para um Cambissolo Húmico em Lages (SC), no período de 1993 a 2012.

CONCLUSÕES

O fator de erodibilidade médio anual do Cambissolo Húmico alumínico léptico, determinado pelo quociente entre as perdas médias anuais de solo e as erosividades médias anuais das chuvas, é $0,0175 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$. Utilizando os dados da primavera-verão, o fator K é $0,0188 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, enquanto que os dados de outono-inverno resultam num fator K de $0,0154 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$. Quando determinado por regressão linear simples, utilizando todos os dados individuais, o referido fator é $0,0171 \text{ Mg ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela concessão de recursos financeiros para custear a pesquisa e pela Bolsa de Pesquisa PQ ao pesquisador (4) e aos Bolsistas de IC.

REFERÊNCIAS

BERTOL, I.; SCHICK, J.; BATISTELA, O.; LEITE, D. & AMARAL, A.J. Erodibilidade de um Cambissolo Húmico alumínico léptico, determinada sob chuva natural entre 1989 e 1998 em Lages (SC). R. Bras. Ci. Solo, 26:465-471, 2002.

COGO, N.P. Uma contribuição à metodologia de estudo das perdas por erosão em condições de chuva natural. I - sugestões gerais, medição de volume, amostragem e quantificação de solo e água da enxurrada. (Primeira aproximação). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO. 2., Passo Fundo, EMBRAPA/CNPQ, 1978. P.75.

COGO, N. P. Conceitos e princípios científicos envolvidos no manejo de solos para fins de controle da erosão hídrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21, 1987, Campinas, Anais... Campinas, Soc. Bras. Ci. Solo, 1988.

EL-SWAIFY, S.A., DANGLER, E.W. Rainfall erosion in the Tropics: a state of art. In: KREBS, D. M., Determinants of soil loss tolerance. Madison, American Society of Agronomy, 1982. p.1-25.

FOSTER, G.R.; McCOOL, D.K.; RENARD, K.E. & MOLDENHAUER, W.C. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. Soil Water Conserv., 36:355-359, 1981.

SCHICK, J. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico álico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. Lages, Universidade do Estado de Santa Catarina, 1999. 114p. (Tese de Mestrado)

SCHICK, J.; BERTOL, I.; et al. Erosividade das chuvas e sua distribuição entre 1989 e 2010 no município de Lages (SC). In: XIX REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. 2012. Anais. Lages: 2012. CD-ROM.

SILVA, A. M. et al. Erosividade da chuva e erodibilidade de cambissolo e latossolo na região de Lavras, sul de Minas Gerais. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1811-1820, dez. 2009.

WISCHMEYER, W.H. A rainfall erosion index for universal soil loss equation. Proc. Soil Sci. Soc. Am., v. 23, p. 246-249, 1959.

WISCHMEYER, W.H. Use and misuse of the universal soil loss equation. J. Soil and Water Conserv. 31:5-9. 1976.

WISCHMEYER, W.H., MANNERING, J.V. Relation of soil properties to its erodibility. Proc. Soil Sci. Soc. Am., v. 33, p. 131-137, 1969.

WISCHMEIER W.H.; SMITH, D.D. Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains. Agr. Handbook nº 282. U. S. Dept. Agr., Washington, D.C. 47 p. 1965.

WISCHMEIER, W.H., SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington: USDA, 58 p. (Agricultural Handbook, 537), 1978.

Tabela 1 - Valores médios anuais do fator erosividade – EI_{30} (fator R) das chuvas, perda de solo (média de duas repetições) e fator erodibilidade (fator K) determinado pelo quociente entre a média das perdas de solo e a média das erosividades das chuvas, do Cambissolo Húmico aluminico léptico em Lages (SC), no período de 1993 a 2012.

Ano	Fator R - EI_{30}	Perda de solo	Fator K
	MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹	Mg ha ⁻¹	Mg ha h ha ⁻¹ MJ ⁻¹ mm ⁻¹
1993	4975	32,15	0,0065
1994	5459	40,13	0,0074
1995	3598	6,68	0,0019
1996	5189	79,53	0,0153
1997	7516	101,02	0,0134
1998	7029	123,47	0,0176
1999	3467	66,12	0,0191
2000	6319	115,63	0,0183
2001	4449	74,52	0,0167
2002	6141	185,39	0,0302
2003	3844	51,91	0,0135
2004	3694	58,29	0,0158
2005	4238	41,85	0,0099
2006	3454	50,80	0,0147
2007	3342	94,14	0,0282
2008	4538	94,67	0,0209
2009	5653	129,27	0,0229
2010	5723	73,09	0,0128
2011	6002	183,29	0,0305
2012	3034	102,73	0,0339
Média	4883	85,23	0,0175
CV (%)	27	55	48

CV: coeficiente de variação.

Tabela 2 - Valores médios estacionais (primavera/verão e outono/inverno) do fator erosividade – EI_{30} (fator R) das chuvas, perda de solo (média de duas repetições) e fator erodibilidade (fator K) determinado pelo quociente entre a média das perdas de solo e a média das erosividades das chuvas, do Cambissolo Húmico aluminico léptico em Lages (SC), no período de 1993 a 2012.

Ano	Fator R – EI_{30}		Perda de solo		Fator K	
	Primavera/verão	Outono/inverno	Primavera/verão	Outono/inverno	Primavera/verão	Outono/inverno
	---- MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹ ----		----- Mg ha ⁻¹ -----		-- Mg ha h ha ⁻¹ MJ ⁻¹ mm ⁻¹ --	
1993	2221	2754	2,77	29,39	0,0012	0,0107
1994	4175	1171	35,75	4,21	0,0086	0,0036
1995	1841	898	4,47	2,06	0,0024	0,0023
1996	4705	1346	73,21	6,62	0,0156	0,0049
1997	3907	3185	72,94	24,06	0,0187	0,0076
1998	4743	2094	99,24	22,17	0,0209	0,0106
1999	2240	1348	59,45	12,16	0,0265	0,0090
2000	2323	3272	17,07	91,90	0,0073	0,0281
2001	3514	1575	62,69	16,64	0,0178	0,0106
2002	2531	2204	33,28	64,97	0,0131	0,0295
2003	4164	872	132,07	1,25	0,0317	0,0014
2004	2371	2075	41,29	25,15	0,0174	0,0121
2005	1687	2470	10,18	31,64	0,0060	0,0128
2006	1789	621	34,53	5,30	0,0193	0,0085
2007	2716	1603	57,93	47,15	0,0213	0,0294
2008	3037	1565	76,27	17,85	0,0251	0,0114
2009	1486	2815	41,71	76,00	0,0281	0,0270
2010	3146	2417	43,25	25,66	0,0137	0,0106
2011	4964	2431	118,44	75,49	0,0239	0,0310
2012	2172	1217	104,00	4,49	0,0479	0,0037
Média	2987	1897	56,03	29,21	0,0188	0,0154
CV (%)	37	41	66	94	60	75

CV: coeficiente de variação.