

AVALIAÇÃO DA EROSIDADE DA CHUVA NA LOCALIDADE DE CAMPOS NOVOS (SC) NO PERÍODO DE 1981-1990¹

ILDEGARDIS BERTOL²

RESUMO - A erosão hídrica resulta, basicamente, da erosividade da chuva e da erodibilidade do solo. O conhecimento da erosividade torna-se, portanto, um guia valioso na recomendação de práticas de manejo de solo que visem a reduzir a erosão hídrica. O objetivo deste trabalho foi conhecer o índice de erosividade das chuvas de Campos Novos, SC, e sua distribuição anual, relacionando-a à precipitação. A pesquisa foi realizada em 1991, no Centro de Ciências Agroveterinárias de Lages, SC, situada a 27°24' de Latitude Sul, e 51°12' de Longitude Oeste. Para o cálculo da erosividade, usou-se o método proposto por Wischmeier e modificado por Cabeda. O coeficiente de chuva (Rc) foi obtido pelo método de Fournier, modificado por Lombardi Neto. As relações foram feitas por regressão linear. O índice de erosividade médio anual (EI₃₀) foi de 6329,3 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹. No mês de fevereiro, o índice foi de 16,5% do EI₃₀ total anual. As equações encontradas foram: EI₃₀ = 3,963P - 51,871 (r = 0,532) e EI₃₀ = 22,626Rc + 238,585 (r = 0,504), respectivamente, para precipitação (P) e coeficiente de chuva (Rc).

Termos para indexação: energia cinética, coeficiente de chuva.

EVALUATION FOR RAIN EROSIIVITY FOR CAMPOS NOVOS (SC) DURING THE 1981-1990 PERIOD

ABSTRACT - Rainfall erosion is resultant from rainfall erosivity and soil erodibility. The knowledge of the erosivity, in this way, is a valious guide for recommendation of the soil tillage practices to reduce the rainfall erosion. This work was carried out to determine the rainfall erosivity of Campos Novos, SC, Brazil, its annual distribution, and its relation with precipitation. The research was conducted in 1991 at the Centro de Ciências Agroveterinárias in Lages, SC, situated at 27°24' South latitude and 51°12'W longitude. For the rainfall erosivity calculation the method proposed by Wischmeier, modified by Cabeda was used. The rainfall coefficient (Rc) was calculated using the method of Fournier, modified by Lombardi Neto. The relations were made by the linear regression. The mean annual erosivity index (EI₃₀) was 6329,3 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.year⁻¹. In february, the index was 16,5% of the annual total EI₃₀. The equations determined were: EI₃₀ = 3,963P - 51,871 (r = 0,532 ns) and EI₃₀ = 22,626Rc + 238,585 (r = 0,504 ns), respectively for precipitation (P) and rainfall coefficient (Rc).

Index terms: kinetic energy, rainfall coefficient.

INTRODUÇÃO

O índice de erosividade (EI) expressa o potencial erosivo das chuvas (Wischmeier, 1959). Assim, para o planejamento conservacionista deve-se levar em conta, além de outros fatores, o índice de erosividade médio mensal de determinado local.

A erosividade é afetada pelas características da chuva. A correlação das perdas de solo com cada uma das características, no entanto, tem sido muito fraca. Em regiões de clima temperado, a melhor correlação com as perdas de solo é dada pelo índice EI₃₀, que é o produto da energia cinética da chuva pela sua intensidade máxima em 30 minutos (Wischmeier & Smith, 1958). Contudo, para regiões de clima tropical e subtropical ainda não se tem um índice de erosividade confiável.

O índice EI₃₀ vem sendo utilizado com frequência no Brasil, principalmente para avaliar a

¹ Aceito para publicação em 27 de abril de 1994.
Trabalho desenvolvido com recursos parciais do CNPq.

² Eng.-Agr., M.Sc., Prof., Dep. de Solos, Centro de Ciências Agroveterinárias, Caixa Postal D-29. CEP 88500-000 Lages, SC.

erodibilidade e na obtenção de linhas isoerosivas (Dedecek, 1978; Dedecek et al., 1986; Dedecek, 1988 e Oliveira Junior & Medina, 1990).

Alguns estudos têm mostrado baixa correlação do índice EI_{30} com as perdas de solo (Morais et al., 1988 e Dedecek, 1988). Outros, no entanto, apresentam melhor correlação com o EI_{30} do que com outros índices (Carvalho et al., 1989a). A obtenção do índice EI_{30} para cada região poderá, assim, conferir maior precisão e economicamente ao planejamento conservacionista.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar o índice de erosividade EI_{30} para o município de Campos Novos, SC, e sua distribuição anual, bem como identificar os períodos críticos quanto à erosividade. Determinou-se, ainda, a relação entre a erosividade e a precipitação.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) de Lages, SC.

Utilizaram-se dados de precipitação registrados em pluviogramas diários modelo IH-01-01. A amplitude de registro é de 10 mm de precipitação, com unidade de 0,1 mm. O tempo de registro é de 24 horas, com unidade de 10 minutos. Os dados foram obtidos na Estação Agrometeorológica da Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (EMPASC) de Campos Novos, no período contínuo de 1981 a 1990. A unidade de pesquisa está situada a 27°24' de Latitude Sul, e 51°12' de Longitude Oeste. A altitude média é de 947 metros, a temperatura máxima média anual é de 22,8°C, e mínima média anual, de 11,6°C. Segundo Koeppen, o clima da região é do tipo Cfb.

Após terem sido cotadas as chuvas manualmente em segmentos de intensidade uniforme, com o auxílio de computador calculou-se sua energia cinética pelo método de Wischmeier & Smith (1958). Utilizou-se a equação sugerida por Foster et al. (1981), que converte os dados para o Sistema Internacional de Unidades a partir do Sistema Inglês de Unidades:

$$E = 0,119 + 0,0873 \log I, \text{ onde:}$$

E = energia cinética por mm de chuva, em $MJ.ha^{-1}.mm^{-1}$;

I = intensidade média da chuva, em $mm.h^{-1}$.

O índice EI_{30} , obtido em $MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}$, foi calculado empregando-se a relação:

$$EI_{30} = E \times I_{30}, \text{ onde:}$$

I_{30} - intensidade máxima da chuva em 30 minutos, determinada no pluviograma.

Pelo somatório dos valores do índice EI_{30} de cada mês, obteve-se o índice mensal, e, somando-se os valores mensais, o índice anual. A erosividade média anual foi obtida por um período de 10 anos contínuos.

A curva da distribuição acumulada em função do tempo foi obtida através dos valores médios mensais do índice de erosividade médio anual, conforme Wischmeier & Smith (1978).

Foi determinado o coeficiente de chuva, conforme proposto por Fournier (1956) e modificado por Lombardi Neto (1977) através da relação:

$$Rc = p^2/P, \text{ onde:}$$

Rc = coeficiente de chuva, em mm;

p = precipitação média mensal, em mm;

P = precipitação média anual, em mm.

Foram obtidos ainda, para o período estudado, correlações simples entre a precipitação média mensal e cada um dos índices médios mensais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente de variação dos valores anuais do índice de erosividade EI_{30} foi relativamente alto, evidenciando, a dispersão dos dados (Tabela 1). Esta variação é normal, tratando-se de dados meteorológicos, apresentando-se um pouco superior à encontrada por Bertol (1993) para o município de Lages. Os coeficientes de variação dos valores médios mensais foram elevados, e, de modo geral, maiores do que os obtidos por Bertol (1993), especialmente nos meses de janeiro, junho, julho e dezembro. O índice EI_{30} médio determinado para Campos Novos foi de 6329,3 $MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}.ano^{-1}$, semelhante ao encontrado por Bertol (1993) para Lages, SC, e Carvalho et al. (1989b) para Mococa (SP), diferindo muito dos obtidos por Oliveira Junior & Medina (1990) para Manaus, AM, e Oliveira Junior (1988) para Bragança e Marabá (PA).

A distribuição média mensal das precipitações durante o período de estudo foi muito boa, com exceção do mês de março (Tabela 2), assemelhando-se às de Lages (Bertol, 1993). O maior volume de precipitação ocorreu nos meses de maio e julho, com 20,9% do total médio anual. As chuvas mais erosivas ocorreram nos meses de fevereiro e abril, com 27,7% da erosividade total do período. A distribuição na Tabela 2 apresenta ainda erosi-

TABELA 1. Valores mensais, anuais e médios de índice de erosividade EI₃₀ em Campos Novos (SC) obtidos em 1981-1990, com respectivas medidas estatísticas de dispersão.

Ano	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1981	0	432	0	419	0	330	89	419	659	223	375	641	3587
1982	39	2496	138	41	182	1222	515	285	102	1222	1396	2426	10064
1983	126	2535	801	543	1512	246	3003	213	760	474	216	723	11152
1984	61	513	176	492	273	925	627	343	530	1115	309	549	5913
1985	553	1354	179	563	147	106	141	217	304	161	35	65	3825
1986	18	541	176	1073	746	27	189	337	510	175	466	448	4706
1987	259	776	118	1359	891	162	487	219	134	633	346	467	5851
1988	554	446	142	729	859	112	65	0	279	433	86	479	4184
1989	1492	0	188	751	909	0	171	353	609	166	252	0	4891
1990	2232	1324	893	1101	102	10	444	248	542	1265	610	349	9120
Média	533,4	1041,7	281,1	707,1	562,1	314,0	573,1	263,4	442,9	586,7	409,1	614,7	6329,3
D.P.	750	878	304	385	492	419	877	116	225	452	386	676	2759
C.V.	141	84	108	54	88	133	153	44	51	77	94	110	44
E.P.M.	237	278	96	122	156	132	277	37	71	143	122	214	872

D.P. = Desvio padrão; C.V. = Coeficiente de variação; E.P.M. = Erro padrão da média.

TABELA 2. Valores médios mensais e anual da precipitação pluvial, índice de erosividade EI₃₀ e coeficiente de chuva Rc de Campos Novos (SC), obtidos em 1981-1990.

Mês	Precipitação		EI ₃₀		Coef. de chuva Rc	
	mm	%	*	%	mm	%
Janeiro	144	8,2	533,4	8,4	11,8	7,7
Fevereiro	166	9,5	1041,7	16,5	15,7	10,2
Março	87	5,0	281,1	4,4	4,4	2,9
Abril	153	8,7	707,1	11,2	13,4	8,7
Mai	192	10,9	562,1	8,9	20,9	13,6
Junho	140	8,0	314,0	5,0	11,1	7,2
Julho	176	10,0	573,1	9,0	19,6	12,8
Agosto	113	6,4	263,4	4,1	7,3	4,8
Setembro	154	8,8	442,9	7,0	13,4	8,8
Outubro	161	9,2	586,7	9,3	14,8	9,7
Novembro	150	8,6	409,1	6,5	12,8	8,4
Dezembro	118	6,7	614,7	9,7	8,0	5,2
Total	1754	100,0	6329,3	100,0	153,2	100,0

* MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹

vidades elevadas em maio, julho, outubro e dezembro, diferindo da distribuição da erosividade das chuvas de Lages (Bertol, 1993).

Com exceção de março, junho, agosto, setembro e novembro, todos os demais meses apresenta-

ram erosividades críticas, com valores superiores a 500 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.mes⁻¹. Assim, nesses meses, pode-se esperar elevada erosão, se o solo estiver exposto à ação da energia cinética decorrente do impacto das gotas e escoamento superficial da

água das chuvas. Os valores do coeficiente de chuva R_c apresentaram distribuição média mensal diferente do índice EI_{30} , o que também ocorreu com dados obtidos por Bertol (1993). Os maiores valores ocorreram em fevereiro, maio, julho e outubro (Tabela 2).

Tanto o volume quanto o número de precipitações apresentaram variações nas médias mensais (Tabela 3). O coeficiente de variação foi relativamente baixo, especialmente do número de chuvas. Em relação ao total, 40% do número e 81% do volume das chuvas foram erosivas. Estes dados foram semelhantes aos obtidos por Bertol (1993) para Lages (SC).

O planejamento conservacionista pode ser influenciado pelo conhecimento da distribuição da erosividade média mensal (Medina & Oliveira Junior, 1987). O estudo da erosividade é importante ainda para obtenção da erodibilidade do solo (Távora et al., 1985). Assim, pode servir como pa-

TABELA 3. Volume, número e distribuição das precipitações totais e erosivas de Campos Novos (SC), obtidas em 1981-1990, com respectivas medidas estatísticas de dispersão.

Ano	Volume de chuvas			Número de chuvas		
	Total	Erosivas	%	Total	Erosivas	%
	mm			n		
1981	1162	927	80	106	37	35
1982	2057	1864	91	143	60	42
1983	2767	2529	91	162	65	40
1984	1719	1454	85	140	50	36
1985	1097	916	84	114	45	39
1986	1386	1170	84	114	47	41
1987	1774	1323	75	114	47	41
1988	1321	1142	86	104	44	42
1989	1463	1224	84	103	42	41
1990	2789	1672	60	156	64	41
Total	17535	14221		1256	501	
Média	1753,5	1422,1	81	125,6	50,1	40
D.P.	612	492		22	10	
C.V.	35	35		18	20	
E.P.M.	194	156		7	3	

D.P. = Desvio padrão; C.V. = Coeficiente de variação; E.P.M. = Erro padrão da média.

râmetro de suporte aos trabalhos de extensão e assistência rural.

O presente estudo mostrou para Campos Novos (Fig. 1) uma distribuição média mensal da erosividade diferente da obtida por Bertol (1993) para Lages. Esta diferença é explicada pela distância que separa as duas localidades (cerca de 80 km em linha reta), o que acarreta distinção nas características das chuvas entre os dois locais. A erosividade foi, em geral, bem distribuída ao longo do ano, não ocorrendo períodos distintos de alta e baixa erosividade. Observa-se, assim, que houve alta erosividade de dezembro a fevereiro, abril, maio, julho e outubro. Isto mostra que há duas épocas críticas em relação à erosão hídrica para Campos Novos: outubro, quando estão sendo feitos o preparo do solo e a semeadura das culturas de primavera-verão; e fevereiro e abril, época do preparo do solo e semeadura ou plantio das culturas de outono-inverno. Nessas duas épocas do ano, o solo encontra-se desprotegido, e, portanto, suscetível à erosão hídrica. Assim, é imprescindível que se tenham maiores cuidados quanto ao manejo do solo e práticas conservacionistas na região. Nos demais períodos do ano, têm-se baixas erosivida-

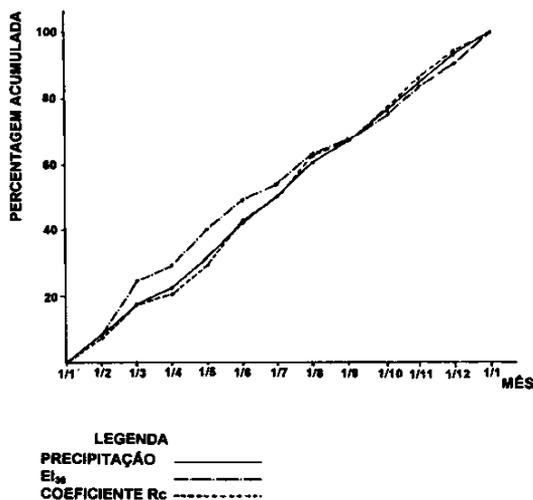


FIG. 1. Curvas de distribuição da erosividade de chuva, precipitação pluvial e coeficiente de chuva de Campos Novos (SC), obtidos durante 1981-1990.

des, ou, então, alta erosividade mas com o solo relativamente bem protegido. Isto reduz os riscos de erosão.

A erosividade média mensal aumentou de modo geral de acordo com a precipitação (Fig. 2). Nos meses de fevereiro, abril e dezembro, no entanto, a erosividade foi muito superior à precipitação, o que indica que, nesses meses, as chuvas foram mais erosivas do que nos demais. O comportamento destes dados foi diferente dos obtidos por Bertol (1993), conforme discutido anteriormente.

O índice de erosividade EI_{30} é obtido através de cálculos demorados e cansativos, utilizando pluviogramas. Por isto, devem ser utilizados outros métodos menos trabalhosos, contanto que sejam confiáveis, para a obtenção do índice de erosividade.

O coeficiente de chuva é um parâmetro importante na medida em que expressa a relação entre precipitações médias mensais e anuais, cujos dados são facilmente obtidos em estações meteorológicas. Com este objetivo, foram correlacionados os valores médios mensais do índice de erosividade com a precipitação e coeficiente de chuva.

As equações de regressão obtidas foram: $EI_{30} = 3,963P - 51,871$ ($r = 0,532$) para precipitação e

$EI_{30} = 22,626Rc + 238,585$ ($r = 0,504$) para coeficiente Rc .

Os coeficientes de correlação foram baixos, não-significativos, semelhantes aos encontrados por Bertol (1993) para Lages.

Outros procedimentos estatísticos foram experimentados, sem, contudo, melhorar a significância do ajuste dos dados. Isto indica, preliminarmente, que este método não é recomendável para obtenção do EI_{30} para Campos Novos. Recomenda-se a continuidade desse estudo, utilizando maior número de dados, com o objetivo de melhorar as correlações aqui apresentadas.

CONCLUSÕES

1. A erosividade média anual das chuvas do município de Campos Novos, SC, foi de 6329,3 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹.

2. Fevereiro foi o mês mais crítico quanto à erosividade, com 16,5% do EI_{30} total anual, o que evidencia a necessidade de adotar práticas de manejo que preservem a proteção máxima do solo nesse mês; em relação ao total das chuvas estudadas, 81% do volume e 40% do número foram erosivas.

3. As equações de regressão linear, com coeficientes de correlação não-significativos, para estimar a erosividade da chuva a partir da precipitação e do coeficiente de chuva Rc , são: $EI_{30} = 3,963P - 51,871$ ($r = 0,532$) e $EI_{30} = 22,626Rc + 238,585$ ($r = 0,504$), respectivamente.

AGRADECIMENTOS

A EMPASC, pelas facilidades na obtenção dos pluviogramas diários; aos acadêmicos Ênio S.V. de Jesus, Valter A. Becegatto, Mauricio D. Lucca, Luiz C. Cavalli, Vamilson P. da S. Junior e Paulo R. Ficagna, pelo auxílio na cotagem dos pluviogramas e computação dos dados.

REFERÊNCIAS

BERTOL, I. Índice de erosividade (EI_{30}) para Lages, SC. 1ª aproximação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.28, n.4, p.515-521, 1993.

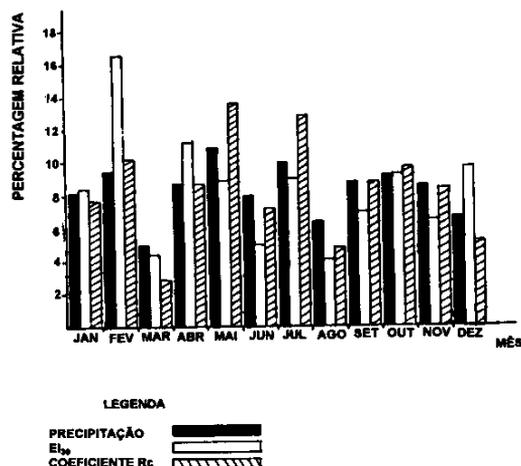


FIG. 2. Distribuição percentual mensal da erosividade da chuva, precipitação pluvial e coeficiente de chuva de Campos Novos (SC), obtidos durante 1981-1990.

- CARVALHO, M.P.; LOMBARDI NETO, F.; VASQUES FILHO, J.; CATANEO, A. Índices de erosividade da chuva correlacionados com as perdas de um Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico textura argilosa/muito argilosa de Mococa (SP): primeira aproximação do fator erodibilidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.13, p.237-242, 1989a.
- CARVALHO, M.P.; LOMBARDI NETO, F.; VASQUES FILHO, J.; CATANEO, A. Erosividade da chuva de Mococa (SP) analisada pelo índice E_{130} . *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.13, p.243-259, 1989b.
- DEDECEK, R.A. Capacidade erosiva das chuvas de Brasília-DF, In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., 1978, Passo Fundo. *Anais...* Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1978. p.157-166.
- DEDECEK, R.A. Fatores de erosividade da chuva, enxurrada e perdas de solo sob condições de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.23, n.12, p.1431-1438, 1988.
- DEDECEK, R.A.; RESK, D.V.S.; FREITAS, JUNIOR, E. de. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-Escuro dos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.10, p.265-272, 1986.
- FOSTER, G.R.; McCOOL, D.K.; RENARD, K.G.; MOLDENHAUER, W.C. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. *Journal Soil Water Conservation*, Baltimore, v.36, p.355-359, 1981.
- FOURNIER, F. *The effect of climatic factors on soil erosion estimates of solids transported in suspension in runoff*. [S.l.]: Association Hydrologic Int. Public., 1956. v.38, 6p.
- LOMBARDI NETO, F. *Rainfall erosivity - its distribution and relationship with soil loss at Campinas, Brazil*. West Lafayette: Purdue University, 1977. 53p. Tese de Mestrado.
- MEDINA, B.F.; OLIVEIRA JUNIOR, R.C. de. A aplicabilidade de alguns índices erosivos em Latossolo Amarelo de Manaus (AM). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.11, p.67-70, 1987.
- MORAIS, L.F.B. de; MUTTI, L.S.M.; ELTZ, F.L.F. Relações entre características físicas da chuva e perdas de solo no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.12, p.285-288, 1988.
- OLIVEIRA JUNIOR, R.C. de. *A erosividade das chuvas na parte leste do Estado do Pará*. Belém: FCAP, 1988. 52p. Tese de Mestrado.
- OLIVEIRA JUNIOR, R.C. de; MEDINA, B.F. A erosividade das chuvas em Manaus (AM). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Campinas, v.14, p.235-239, 1990.
- TÁVORA, M.R.P.; SILVA, J.C.R.; MOREIRA, F.G.S. Erodibilidade de dois solos da região de Ibiapara, Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.9, p.59-62, 1985.
- WISCHMEIER, W.H. A rainfall erosion index for a Universal Soil Equation. *Proceedings Soil Science Society of America*, Madison, v.23, p.246-249, 1959.
- WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. *Predicting rainfall erosion losses; a guide to conservation planning*. Washington: USDA, 1978. 58p. (Agricultural Handbook, 37).
- WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. *American Geophysics V. Transactions*, Washington, v.39, p.285-291, 1958.