

# **ÍNDICE DE EROSIVIDADE DAS CHUVAS PARA VIÇOSA/MG<sup>1</sup>**

**Washington Atayde Boarett<sup>2</sup>  
Caetano Marciano Souza<sup>2</sup>  
Flávio Jesus Wruck<sup>2</sup>**

## **1. INTRODUÇÃO**

O solo é um fator de produção afetado pela erosão, que altera o seu valor econômico. Para a adoção de um sistema de manejo conservacionista eficiente é indispensável, dentre outras condições, o conhecimento do processo erosivo em seus aspectos quantitativos e qualitativos, bem como suas relações com outros fatores do meio.

Erosão é o processo de desprendimento e arraste das partículas de solo, causado por forças da natureza (chuva, vento e neve), de um local para outro. A erosão hídrica ocorre devido ao impacto das gotas de chuva sobre o solo, que desloca suas partículas e, também, causa seu arrastamento. O solo arrastado deposita-se em um local que apresenta menos energia, provocando a colmatagem (8). No aspecto físico, erosão é simplesmente a realização de trabalho no desprendimento do material de solo e no seu transporte. O processo erosivo começa quando as gotas de

---

<sup>1</sup>Trabalho de Iniciação Científica, desenvolvido pelo primeiro autor, com apoio do PIBIC/CNPq/UFV.

Aceito para publicação em 14.11.1997.

<sup>2</sup> Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000 Viçosa, MG.

chuva atingem a superfície do solo e destroem os agregados; seqüencialmente, ocorrem a liberação, o transporte e a deposição de partículas (1).

Para a previsão de erosão, pode ser aplicada a “Equação Universal de Perda de Solo” (EUPS ou USLE), desenvolvida por WISCHMEIER e SMITH (12), que exprime a ação dos principais fatores que influenciam a erosão pela chuva. Tem grande aplicação e eficiência na predição de perdas de solo local (5, 10, 11).

Os fatores que influenciam a perda de solo são seis:

$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$ , em que

A = perda anual de solo por unidade de área;

R = fator erosividade da chuva;

K = fator erodibilidade do solo;

L = fator comprimento do declive;

S = fator grau do declive;

C = fator uso e manejo; e

P = prática conservacionista.

O fator R é um índice numérico que expressa a capacidade de uma chuva, em dada localidade, de causar erosão em uma área desprotegida, pois, através do impacto de suas gotas, é fornecida grande parte da energia necessária às fases do processo (12). As chuvas têm papel ativo na erosão do solo, uma vez que são fonte de energia para todo o processo (7).

A erosividade da chuva representa seu potencial em causar erosão. É função de suas características físicas, como duração, quantidade, intensidade e outras, sendo a intensidade particularmente importante como parâmetro potencial de erosividade (6). STOCKING (9) define erosividade de chuva como sua força capaz de causar erosão. Essa variável está relacionada com sua intensidade e com a distribuição dos tamanhos de suas gotas. Afirma, ainda, que qualquer medida da erosividade, como a energia cinética, será específica para cada tipo característico de chuva (orográfica, ciclônica e outras), comum em determinada área.

Segundo BERTONI e LOMBARDI NETO (1), no que se refere à erosão dos solos, a unidade deve ser a chuva, definida como a quantidade que cai em forma contínua em um período mais ou menos longo, individualizada por meio de suas características de intensidade, duração e freqüência. Em relação à duração das chuvas, esses autores afirmam que essa complementa a intensidade, e a combinação de ambas determina a chuva total. Quando se inicia uma chuva de intensidade uniforme, a água infiltra-se por um período mais ou menos longo, dependendo das condições de umidade do solo e da sua intensidade. Depois, começa a enxurrada, que vai aumentando de volume até atingir uma quantidade estável. A freqüência das chuvas é outro fator que também influi nas perdas de terra pela erosão.

Se os intervalos entre elas são curtos, o teor de umidade do solo é alto, e assim as enxurradas são mais volumosas, mesmo com chuvas de menor intensidade. Quando os intervalos são maiores, o solo estará seco e não deverá haver enxurradas em chuvas de baixa intensidade; porém, em casos de longas estiagens, a vegetação poderá sofrer falta de umidade e reduzir, assim, a proteção natural do terreno.

A soma dos  $IE_{30}$  das chuvas individuais erosivas, procedida para determinado período de tempo, constitui-se na erosividade da chuva de tal período. Devido ao padrão cíclico aparente dos dados pluviométricos, os índices de erosividade médios anuais norte-americanos foram publicados com base em amostras contínuas de 22 anos. Na prática, a somatória dos  $IE_{30}$  das chuvas individuais erosivas de um determinado mês constitui-se no seu  $IE_{30}$  mensal. Da mesma forma, a somatória dos  $IE_{30}$  mensais constitui o  $IE_{30}$  anual. Finalmente, o índice  $IE_{30}$  médio anual, quando oriundo de uma série contínua de pelo menos 22 anos de dados, constitui-se no fator erosividade da chuva ou fator R (14).

Segundo Wischmeier, citado por CARVALHO (2, 3, 4), a função do fator R é quantificar a correlação entre a força erosiva da chuva e a da enxurrada. O índice utilizado para representá-lo deve ser estatisticamente consolidado, por meio da análise de um longo período de dados meteorológicos.

O presente trabalho objetivou estudar as chuvas consideradas erosivas ocorridas em Viçosa-MG nos últimos 14 anos, de maneira a calcular o fator R para a região e, assim, auxiliar nos trabalhos de manejo e conservação dos solos locais.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho utilizou dados de precipitação registrados em pluviogramas, correspondentes a um período de 14 anos, coletados pela Estação Climatológica Principal de Viçosa-MG, nº 83.642, situada a 20°45' S de latitude, 42°51' W de longitude e 673 metros de altitude. Os pluviogramas foram cedidos pelo Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, pelo 5º Distrito de Meteorologia de Belo Horizonte e pelo Instituto Nacional de Meteorologia de Brasília.

A região onde está incluída a cidade de Viçosa caracterizou-se pelo clima Cwa, segundo Köppen, com precipitação média anual de 1.221,4 mm, temperatura média anual de 19,4°C, com o mês mais quente apresentando temperatura média de 22,3°C, e o mês mais frio, 15,40°C. A precipitação apresenta-se concentrada no período de novembro a março.

A metodologia estabelecida para a leitura foi baseada no registro de cada chuva considerada erosiva, anotando a quantidade acumulada em mm,

para cada intervalo de 10 minutos, dentro de cada chuva. A leitura cumulativa da quantidade dos intervalos foi feita com precisão de décímetros de milímetro, com auxílio de uma lente de aumento.

Para o cálculo do índice de erosividade da chuva (fator R) para a região de Viçosa, seriam necessárias a tabulação e análise das intensidades das chuvas ocorridas durante um período de 22 anos, no mínimo (13, 14). Entretanto, só foi possível analisar os dados pluviométricos dos últimos 14 anos.

Os critérios adotados para a seleção das chuvas individuais erosivas foram os mesmos utilizados por WISCHMEIER (10) e WISCHMEIER e SMITH (14), com pequenas modificações sugeridas por CARVALHO (2):

- 1) chuvas de lâmina igual ou superior a 10 mm;
- 2) chuvas de lâmina inferior a 10 mm, mas de lâmina igual ou superior a 6,0 mm, caídas em 15 minutos;
- 3) considerou-se como única chuva todas aquelas originadas de um único pluviograma e que se classificaram conforme as duas primeiras especificações; e,
- 4) consideraram-se chuvas individuais aquelas com intervalo de no mínimo seis horas entre si, conforme critério sugerido por WISCHMEIER (10) e WISCHMEIER e SMITH (14).

O índice de erosividade da chuva foi calculado pelo produto da energia total da chuva pela sua intensidade máxima em 30 minutos. O cálculo da energia da chuva foi obtido pela equação de regressão  $Y = 12,13210 + 8,90403 \log X$ , em que Y é a energia dada em tonelâmetro/hectare.milímetro (tm/ha.mm) e X é a intensidade, em mm/h (7, 14). O cálculo da energia e do índice de erosão seguiu os seguintes passos (3, 4):

- a) leitura, nos pluviogramas, da quantidade de chuva em mm, caída em intervalos de 10 minutos;
- b) determinação da lâmina d'água caída em mm, para cada intervalo;
- c) determinação da intensidade para cada intervalo (xi), em mm/h;
- d) determinação da energia cinética de 1 mm de chuva de cada intervalo, pela equação  $Y = 12,13210 + 8,90403 \log X$ ;
- e) cálculo da energia cinética do intervalo pelo produto da energia cinética de 1 mm de chuva de cada intervalo (xi), multiplicado pela lâmina caída (hi), em mm, no intervalo;
- f) cálculo da energia cinética total da chuva pelo somatório da energia cinética dos intervalos;
- g) seleção, no pluviograma, de um período de 30 minutos consecutivos, nos quais ocorreu o maior volume de chuva para cálculo da intensidade máxima em 30 minutos ( $IM_{30}$ ), em mm/h; e

h) cálculo do índice de erosão em 30 minutos da chuva, multiplicado pela intensidade máxima em 30 minutos ( $IM_{30}$ ), em tm. mm/ha.h.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores mensais, anuais e suas respectivas médias apresentadas no Quadro 1 referem-se ao cálculo da erosividade da chuva, utilizando-se o índice  $IE_{30}$ , para Viçosa, em uma série contínua de 14 anos de observações meteorológicas. Observa-se que o índice  $IE_{30}$  médio anual foi de 600,63 tm.mm/ha.h.ano, com desvio-padrão de 248,50 tm.mm/ha.h.ano e coeficiente de variação de 40,99%. Os valores anuais variaram de 262,13 a 1.212,43 tm.mm/ha. h.ano.

Observa-se também que, no intervalo entre novembro e março, ocorrem 80,74% da erosividade total (Quadro 1 e Figura 1). Essa característica, embora comum em locais caracterizados como de clima Cwa (Köppen), mostra claramente que nesse período o solo sofre intenso processo erosivo, se medidas protetoras não forem tomadas. Assim, sob esse aspecto, o preparo do solo e o estabelecimento das culturas, nos sistemas tradicionais de produção, que são os comumente realizados na região, devem ser feitos logo no início do ano agrícola. Para plantios tardios, bem como naqueles feitos no início da estação, devido às características das chuvas e à distribuição de sua erosividade, dentre outros motivos, é aconselhável substituir os métodos convencionais de cultivo pelo plantio direto ou outras modalidades de cultivo mínimo, em razão da pouca movimentação e da proteção do solo inerentes a esses sistemas de produção.

O conhecimento do  $IE_{30}$  médio mensal de uma microbacia e seu confronto com os variados períodos das diferentes culturas é de fundamental importância para o estabelecimento de um programa local de manejo conservacionista do solo e da água. Esse conhecimento subsidia os técnicos, no tocante às épocas de maiores erosividades das chuvas, possibilitando, via manejo de culturas e solo, evitar que nessas épocas o solo esteja pouco coberto ou recém-trabalhado, visto que essas condições otimizam o processo erosivo.

Analisando-se os  $IE_{30}$  médios mensais de fevereiro e março, observa-se que, apesar de fevereiro apresentar maior precipitação mensal, tem índice  $IE_{30}$  menor que o de março (Quadro 1 e Figura 1). Isso ocorreu porque a intensidade das chuvas de março foi maior.

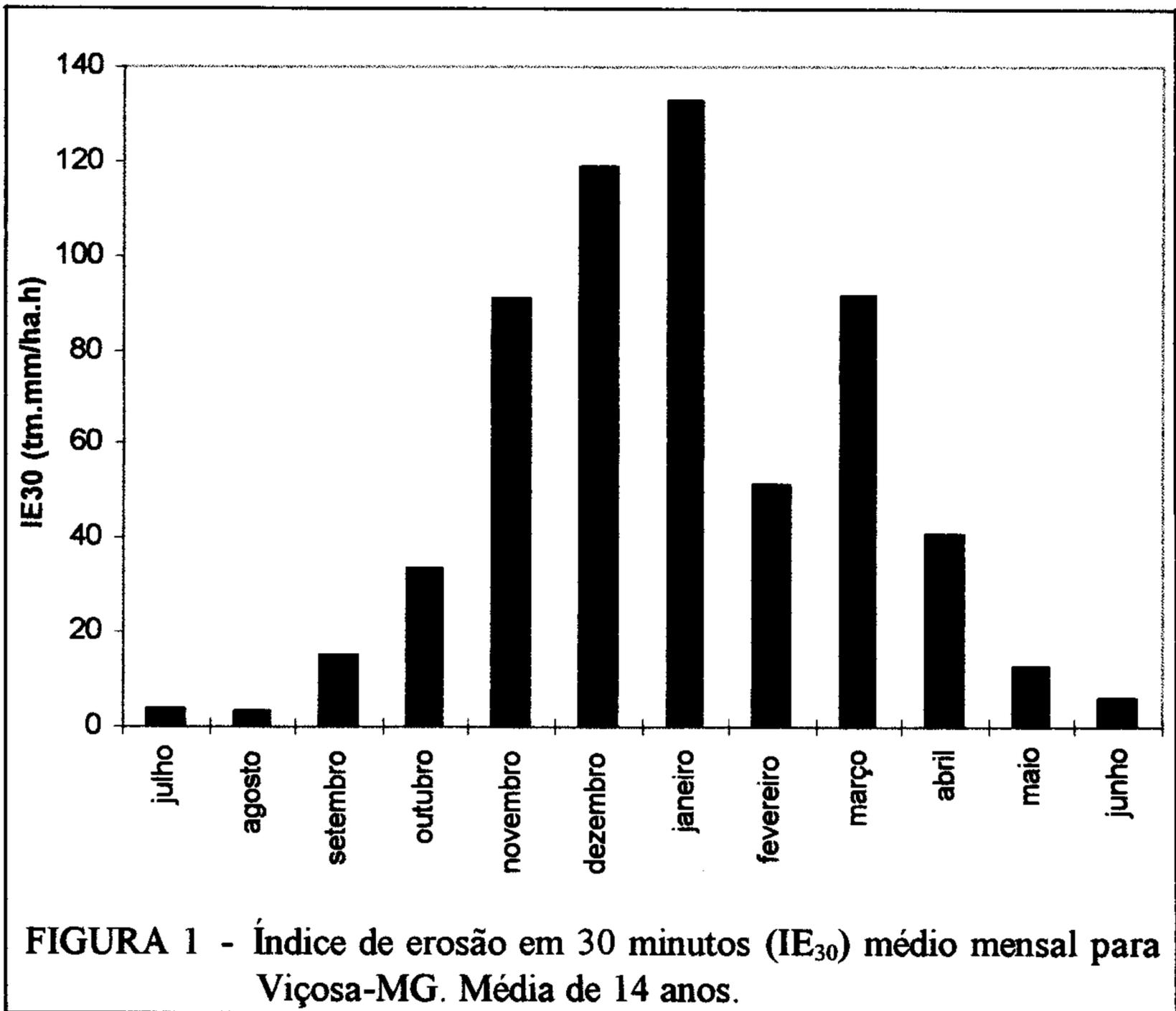
QUADRO 1 - Valores mensais e anuais do índice IE<sub>30</sub> de Viçosa-MG

| Ano  | Mês    |        |        |        |       |       |       |       |       |       |        |        | Total Anual |
|------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------------|
|      | Jan.   | Fev.   | Mar.   | Abr.   | Mai   | Jun.  | Jul.  | Ago.  | Set.  | Out.  | Nov.   | Dez.   |             |
| 1982 | 86,08  | 206,50 | 99,79  | -      | 3,73  | 14,75 | -     | -     | 1,09  | 18,65 | 34,98  | 126,14 | 591,72      |
| 1983 | 84,99  | 83,03  | 59,88  | 119,53 | 30,96 | -     | 19,02 | -     | 29,64 | 64,88 | 32,01  | 163,82 | 687,74      |
| 1984 | 21,39  | 6,57   | 58,99  | 5,84   | 2,55  | -     | -     | 10,89 | 26,00 | 28,07 | 96,08  | 145,60 | 401,97      |
| 1985 | 580,80 | 25,08  | 265,47 | 17,93  | 4,46  | -     | -     | 6,96  | 82,90 | 38,38 | 119,79 | 70,68  | 1212,43     |
| 1986 | 359,24 | 42,60  | 52,08  | 15,41  | 50,85 | -     | 1,43  | 26,88 | -     | -     | 35,76  | 119,06 | 703,31      |
| 1987 | 60,96  | 12,93  | 195,69 | 40,57  | 12,01 | -     | -     | 2,82  | 2,82  | 1,46  | 249,43 | 101,89 | 759,65      |
| 1988 | 46,76  | 56,30  | 13,54  | 38,04  | 4,81  | -     | -     | -     | 2,07  | 4,49  | 33,54  | 79,91  | 279,46      |
| 1989 | 14,83  | 56,60  | 40,10  | 49,59  | -     | 60,47 | 19,26 | -     | 48,25 | 86,83 | 83,87  | 60,36  | 520,17      |
| 1990 | 5,63   | 94,88  | 35,72  | 41,37  | 18,35 | -     | 14,77 | -     | 9,14  | 12,07 | 52,62  | 145,83 | 430,37      |
| 1991 | 221,68 | 37,20  | 102,70 | 7,95   | 1,61  | -     | -     | -     | 7,51  | 26,42 | 96,51  | 189,69 | 691,29      |
| 1992 | 121,67 | 66,44  | 7,90   | 77,24  | 32,63 | -     | -     | -     | 3,73  | 3,97  | 92,19  | 17,29  | 423,06      |
| 1993 | 28,73  | 12,44  | 12,32  | -      | -     | 3,06  | -     | -     | -     | 92,57 | 28,87  | 84,13  | 262,13      |
| 1994 | 191,49 | -      | 185,93 | 81,49  | 9,18  | 11,30 | -     | -     | -     | 79,46 | -      | 220,84 | 779,69      |
| 1995 | 35,77  | 18,46  | 149,95 | 73,28  | 8,80  | -     | -     | -     | -     | 9,17  | 314,29 | 135,56 | 745,28      |
| *    | 132,86 | 51,36  | 91,43  | 40,59  | 12,85 | 6,40  | 3,89  | 3,40  | 15,22 | 33,32 | 90,71  | 118,63 | 600,63      |
| **   |        |        |        |        |       |       |       |       |       |       |        |        | 600,63      |

\* IE<sub>30</sub> Médio anual, referente a 14 anos de estudo.

\*\* IE<sub>30</sub> Médio anual, referente a 14 anos de estudo.

- Não ocorreu chuva (s) que atendessem a pelo menos um dos critérios preestabelecidos.



#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

A função do fator R (erosividade da chuva) é quantificar a correlação entre a força erosiva da chuva e da enxurrada e a perda de solo. Para o cálculo de R, usa-se a energia cinética e a intensidade máxima da chuva em 30 minutos que, juntos, compõem o índice de erosão em 30 minutos, o qual tem boa correlação com a perda de solo. Entretanto, o trabalho de tabulação de dados exige o estudo de dados pluviométricos das chuvas erosivas ocorridas em 22 anos no local considerado. No presente trabalho, analisaram-se dados de precipitação de um período de 14 anos consecutivos, coletados pela Estação Climatológica Principal de Viçosa - MG, nº 83.642. Quantificou-se a erosividade das chuvas ocorridas nesse período, por meio do índice IE<sub>30</sub>. Obteve-se o IE<sub>30</sub> Médio Anual de 600,63 tm.mm/ha.h.ano para a série de anos considerada. Entre novembro e março ocorrem os maiores valores de erosividade das chuvas; conseqüentemente, nessa época ocorre maior perda de solo. Assim, nesse período é necessário o uso de práticas conservacionistas, já que o preparo de solo na região é realizado entre o final de setembro e o início de novembro.

## 5. SUMMARY

### (EROSIVITY INDEX OF RAINFALL FOR VIÇOSA/MG)

The function of the R factor (erosivity index) is to determine the correlation between rainfall-runoff erosive force and soil loss. To calculate the R factor, kinetic energy and maximum rain intensity during thirty minutes are used, forming the thirty minute-index erosion, which has a good correlation with soil loss. However, data tabulation requires pluviometric data study of the erosive rain in the past 22 years, at least, over the area. Precipitation data was calculated for a period of fourteen consecutive years, based on data from the Main Climatologic Station of Viçosa - MG, (number 83642). Rainfall erosion during this period was calculated by use of the index  $IE_{30}$ .  $IE_{30}$  annual media of 600.63 tM.mm/ha.h. year was obtained for the period studied. The major values of rainfall erosion were found to occur from November to March. Consequently, greater soil loss is expected during this period. Thus emphasis should be given to the use of conservation practices (mainly no-till), since soil preparation takes place from the end of September until the beginning of November.

## 6. LITERATURA CITADA

1. BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. 2ª ed. São Paulo, Ícone, 1990. 355p.
2. CARVALHO, M. P. *Fator erosividade da chuva-enxurrada para chuvas individuais do Estado de São Paulo*. Botucatu, UNESP, 1992. 96p. (Tese doutorado).
3. CARVALHO, M. P.; LOMBARDI NETO, F. & CATANEO, A. Índice  $KE > 25$  para análise da erosividade da chuva de Mococa (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 15(3): 375-381, 1991.
4. 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*, 13(2): 237-242, 1989.
5. FAO. *La erosión del suelo por el agua - algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo*. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1967. 207p.
6. HUDSON, N. W. *Soil conservation*. 2º ed. Ithaca, Cornell University Press, 1973. 320p.
7. PEREIRA, W. *Avaliação da erosividade das chuvas em diferentes locais do Estado de Minas Gerais*. Viçosa, UFV, 1977. 73p. (Tese de mestrado).
8. RESENDE, M. & ALMEIDA, J. R. Modelos de predição de perdas de solo: uma ferramenta para manejo e conservação do solo. *Informe Agropecuário*, 11(128): 38-54, 1985.

9. STOKING, M. *Modelagem de perdas de solo: sugestões para uma aproximação brasileira*. Brasília, Secretaria Nacional de Produção Agropecuária, 1985. 92p.
10. WISCHMEIER, W. H. A rainfall erosion index for a universal soil-loss equation. *Soil Science Society American Proceedings*, 20(3): 246-249, 1959.
11. WISCHMEIER, W. H. Cropping - management factors evaluations for a universal soil loss equation. *Soil Science Society American Proceedings*, 24(4): 322 - 326, 1960.
12. WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. Rainfall energy and its relationships to soil loss. *Transactions of American Geophysical Union*, 39(2): 285-291, 1958.
13. WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. *Predicting rainfall erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains - guide for selection of practices for soil and water conservation*. Washington, United States Department of Agriculture, 1965. 47p.
14. WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. *Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning*. Washington, United States Department of Agriculture, 1978. 158p. (Agriculture handbook, 537).