

# EROSIVIDADE DA CHUVA E ERODIBILIDADE DO SOLO NO AGRESTE DE PERNAMBUCO<sup>1</sup>

OLÍVIO RIBEIRO CAMPOS FILHO<sup>2</sup>, IVANDRO DE FRANÇA DA SILVA,  
ALBERÍCIO PEREIRA DE ANDRADE<sup>3</sup> e JEAN CLAUDE LEPRUN<sup>4</sup>

**RESUMO** - Com o objetivo de avaliar alguns fatores da equação universal de perdas do solo, para o Agreste de Pernambuco, foram determinadas a erosividade da chuva método de Wischmeier & Smith (1958), usando-se diferentes parâmetros; e a erodibilidade de um solo Podzólico Vermelho-Amarelo Orto, pelos métodos direto com chuva natural e nomográfico. Constatou-se que o melhor parâmetro usado para avaliação da erosividade da chuva foi o  $EI_{30}$ , onde o fator R, para os dez anos estudados, foi de 3551 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>. Para as condições de Glória de Goitá, o valor do fator K (0,013 t.ha.h.ha<sup>-1</sup>.MJ<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>), determinado pelo método nomográfico, foi praticamente semelhante ao determinado pelo método direto com chuva natural, cujo valor é de 0,014 t.ha.h.ha<sup>-1</sup>.MJ<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>.

Termos para indexação: método nomográfico, índice de erosão.

## RAINFALL EROSIONITY AND SOIL ERODIBILITY IN THE NORTHEASTERN BRAZIL

**ABSTRACT** - The rainfall erosivity was determined by the method of Wischmeier & Smith (1958) in order to evaluate some factors of the Universal Soil Loss Equation on an Alfisol in Pernambuco (Northeastern Brazil), using different erosion indexes; and the soil erodibility was determined through direct methods with natural rainfall and nomograph. During the study it was evidenced that the  $EI_{30}$  was the best erosion index for rainfall erosivity evaluation, where R factor was 3551 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> for a period of ten year studies. Also, it was verified that under the conditions of Glória de Goitá the values of the K factor (0.013 t.ha.h.ha<sup>-1</sup>.MJ<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>) determined by the nomographic method was practically equivalent to those determined by the direct method with natural rainfall of 0.014 t.ha.h.ha<sup>-1</sup>.MJ<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup> value.

Index terms: nomographic method, erosion index.

## INTRODUÇÃO

A erosão hídrica se inicia quando as gotas de chuva começam a incidir sobre a superfície do solo, destruindo inicialmente os agregados naturais através do seu impacto e depois transportando-os sob a forma de enxurrada. O

impacto das gotas de chuva, segundo Smith (1966), coloca em suspensão partículas finas, e, ao ocorrer a sedimentação, as partículas dispersas obstruem a porosidade superficial do solo, reduzindo a velocidade de infiltração e, conseqüentemente, aumentando o escoamento superficial.

As perdas de solo por erosão hídrica dependem principalmente da declividade do terreno, do regime pluviométrico e das características do solo. As áreas com solos profundos e moderadamente profundos, submetidas a chuva de baixa intensidade, são as menos passíveis de sofrerem erosão. Por outro lado, conforme Bennett (1955), solos rasos, impermeáveis ou de granulometria em que a fração silte e areia predominam, são altamente vulneráveis.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 31 de janeiro de 1992

Extraído da Tese de Mestrado do primeiro autor, Univ. Fed. da Paraíba, apresentado no V Congresso Brasileiro de Conservação do Solo, realizado em Porto Alegre, RS, em julho de 1984.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., M.Sc., Dep. de Solos e Eng. Rural/CCA/UFPB, CEP 58397 Areia, PB.

<sup>3</sup> Eng.-Agr., Prof.-Adj., Dep. de Solos e Eng. Rural/CCA/UFPB.

<sup>4</sup> Pedólogo, ORSTOM, Consultor Científico junto ao SNLCS/EMBRAPA, Rio de Janeiro, RJ.

Após o desmatamento, quando se cultiva o solo, verifica-se que a estabilidade estrutural, a permeabilidade, a velocidade de infiltração e a porosidade do solo diminuem, e que a desagregação, a densidade do solo e as perdas por erosão aumentam (Machado & Brum 1978, Andrade 1980 e Silva et al. 1981). Em face dessas modificações, para se determinar o valor da erodibilidade de um local é necessário cultivar o solo por algum tempo até que o valor de K se estabilize (Leprun 1981).

Neste trabalho pretende-se avaliar o potencial erosivo da chuva e sua distribuição anual, através de diferentes parâmetros, visando selecionar aquele que melhor explique as variações das perdas de solo. Outrossim, determinar o fator K, índice de erodibilidade, testando o método nomográfico proposto por Wischmeier et al. (1971).

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado utilizando-se dados de perdas de solo de parcelas experimentais do Posto Agropecuário de Glória de Goitá, zona Agreste do estado de Pernambuco (Fig. 1), durante o período de 1975 a 1979, obtidos através dos resultados do convênio que o IPA (Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA) e a UFRPE (Universidade Federal Rural de Pernambuco) mantinham com a SUDENE (Superintendência do

Desenvolvimento do Nordeste), e também através dos dados de precipitação do período de 1969 a 1979, pertencente à rede pluviográfica da SUDENE.

O clima dessa zona fisiográfica é, segundo Köppen, do tipo As', tropical chuvoso com verão seco, com precipitação média anual de 1.176 mm, causada pela proximidade do local de trabalho com a zona fisiográfica Litoral e Mata, cuja distribuição se concentra nos meses de abril a julho, e com temperatura média anual de 22,5°C. O relevo local varia de forte ondulado a montanhoso, com vegetação constituída de remanescente da floresta subcaducifolia, a qual, atualmente, foi quase toda substituída por formações secundárias e explorações com culturas (Brasil 1973).

No local do experimento (Fig. 1), o solo é classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo equivalente eutrófico orto, com 68,0% de areia, 8,5% de silte e 23,5% de argila e 0,8% de matéria orgânica nos 20 cm superficiais.

Para determinação do fator K, utilizou-se, durante quatro anos, uma parcela mantida sem vegetação e preparada no sentido da pendente, conforme Wischmeier & Smith (1972), medindo 4 m de largura e 25 m de comprimento, com 12% de declividade, delimitada por paredes de alvenaria e equipada com coletor acoplado a dois tanques para armazenamento da enxurrada, também de alvenaria e interligados por uma divisor tipo Geib de nove janelas. Nesse período foram efetuadas arações superficiais quando do aparecimento de plantas invasoras ou quando da formação de crosta superficial.

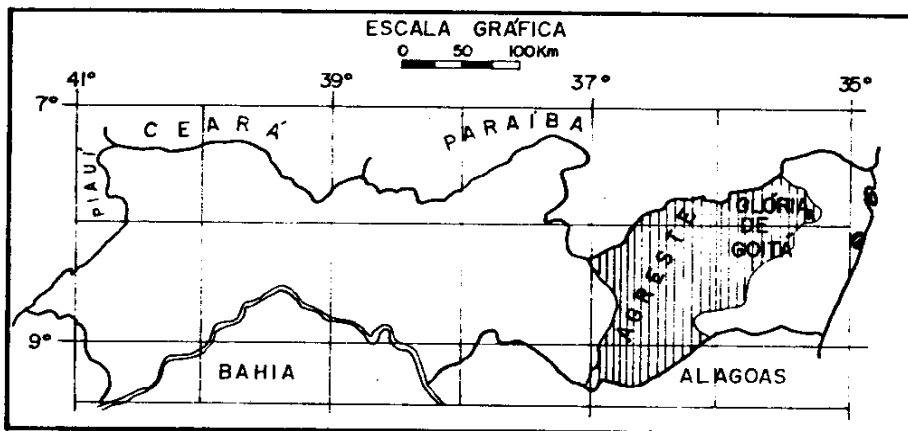


FIG. 1. Localização da região Agreste e local do trabalho.

Amostras da suspensão e sedimentos foram coletadas para quantificar as perdas de solo e água, seguindo metodologia descrita por Bertoni et al. (1975b). O índice de erodibilidade do solo, fator K, foi determinado da Equação Universal de Perdas de Solo -  $A=R.K.LS.P.C.$  -, onde A representa a perda de solo em  $t.ha^{-1}$ , R a erosividade de chuva em  $MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}$ , LS calculado pela fórmula  $LS=\sqrt{L}/100(1,36+0,975S+0,1385S^2)$  - onde L representa o comprimento de rampa e S a declividade - C a cobertura vegetal, e P a prática de controle da erosão, conforme Wischmeier & Smith (1972), e convertida em unidades do sistema métrico por Bertoni et al. (1975a). Para as condições do trabalho, os fatores P e C assumem valores iguais a 1, condições máximas de perdas, e, desta forma, a equação é simplificada para  $A=R.K.LS$ , e, conseqüentemente,  $K=A/R.LS$  (Wischmeier & Smith 1972). Fez-se, ainda, a determinação do fator K pelo método indireto, utilizando o nomograma proposto por Wischmeier et al. (1971).

Na determinação do fator R, utilizou-se um leitor de curvas D-MAC e um programa de computação elaborado por Gusmão et al. (1979), baseado em metodologia de Wischmeier & Smith (1958), considerando-se as intensidades máximas de 5, 10, 30, 45 e 60 minutos para obtenção dos  $EI_5$ ,  $EI_{10}$ ,  $EI_{15}$ ,  $EI_{30}$ ,  $EI_{45}$  e  $EI_{60}$ , respectivamente, sendo que os valores de EI foram transformados para o sistema métrico, conforme Foster et al. (1981).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos diferentes índices de erosividade encontram-se nas Tabelas 1 e 2, cujos valores variaram de 2.374 a 6.171  $MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}$  para o  $EI_{60}$  e  $EI_5$ , respectivamente.

Pela distribuição percentual dos valores médios mensais dos índices de erosão (Tabela 3), verifica-se que 84% encontram-se distribuídos nos meses de fevereiro a julho, enquanto nos outros meses tem-se um valor muito baixo da capacidade erosiva das chuvas, devido à baixa quantidade de água precipitada nesse período.

Ainda pelas Tabelas 2 e 3, pode-se observar que para as condições de Glória de Goitá existem apenas duas estações do ano: uma, úmida, que compreende os meses de fevereiro a setembro, com a quase-totalidade do potencial erosivo das chuvas, e onde os meses de abril a julho são os que apresentam maiores precipitações; e outra, seca, representada pelos meses de setembro a janeiro, com 16% da erosividade.

Os valores da erosividade anual representada pelo  $EI_{30}$  variam de fraco a moderado, conforme

TABELA 1. Diferentes índices de erosão anual e valor médio anual.

Ano	Chuva útil	Nº de chuva	Índice de erosão anual					
			$EI_5$	$EI_{10}$	$EI_{15}$	$EI_{30}$	$EI_{45}$	$EI_{60}$
	mm		----- $MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}$ -----					
1969	460,7	22	2781	2497	2200	1658	1339	1129
1970	901,9	25	7870	7119	6502	5318	4114	3443
1971	528,5	22	3213	2700	2314	1646	1257	1000
1972	718,2	26	4807	4540	4133	3140	2562	2207
1973	967,2	37	8755	7673	6551	4700	3743	3081
1974	872,9	32	9256	7706	6862	5091	4174	3617
1975	830,3	27	7835	6982	6495	4645	3830	3156
1977	672,7	24	4929	4468	4131	3001	2368	2003
1978	1060,2	45	8233	7122	6114	4102	3223	2734
1979	851,9	26	4031	3778	3228	2212	1652	1366
Média anual			6171	5458	4853	3551	2826	2374

TABELA 2. Valores médios mensais dos diferentes índices de erosão.

Meses	Índices de erosão					
	EI <sub>5</sub>	EI <sub>10</sub>	EI <sub>15</sub>	EI <sub>30</sub>	EI <sub>45</sub>	EI <sub>60</sub>
	----- MJ.mm.ha <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> -----					
Janeiro	242	192	160	98	69	55
Fevereiro	784	652	565	385	317	282
Março	679	599	520	380	281	221
Abril	1062	937	825	598	473	390
Maiο	732	671	592	453	370	315
Junho	517	453	407	304	249	211
Julho	1308	1217	1125	862	693	586
Agosto	338	291	255	184	147	125
Setembro	179	158	143	116	96	83
Outubro	20	20	18	13	10	8
Novembro	54	48	41	24	17	14
Dezembro	255	225	202	134	104	84
Total anual	6171	5458	4853	3551	2826	2374

TABELA 3. Distribuição percentual dos valores médios mensais dos índices de erosão.

Meses	Índices de erosão					
	EI <sub>5</sub>	EI <sub>10</sub>	EI <sub>15</sub>	EI <sub>30</sub>	EI <sub>45</sub>	EI <sub>60</sub>
	----- % -----					
Janeiro	3,9	3,5	3,3	2,8	2,4	2,3
Fevereiro	12,7	12,0	11,7	10,8	11,2	11,8
Março	11,0	11,0	10,7	10,7	9,9	9,3
Abril	17,2	17,2	17,0	16,8	16,8	15,5
Maiο	11,9	12,3	12,2	12,7	13,1	13,3
Junho	8,4	8,4	8,4	8,6	8,8	8,9
Julho	21,2	22,3	23,2	24,3	24,5	24,7
Agosto	5,5	5,3	5,3	5,2	5,2	5,3
Setembro	2,9	2,9	2,9	3,2	3,4	3,5
Outubro	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3
Novembro	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6
Dezembro	4,1	3,9	4,1	3,8	3,7	3,5

Leprun (1983). Esses baixos valores de R são atribuídos à baixa intensidade das chuvas, e não à quantidade de água precipitada, conforme já fora observado por Chaves & Diniz (1981).

A zona do Agreste, de acordo com Nimer (1979), apresenta um valor médio para o desvio pluviométrico médio anual em relação ao normal, causado pela irregularidade do regime

das chuvas, que aumenta com o número de meses secos. Em face dessas irregularidades, ocorrem grandes variações nos valores da erosividade calculada para os anos em estudo, conforme pode ser verificado na Tabela 1, exigindo, dessa forma, para a obtenção de uma média, segundo Wischmeier (1976), a utilização de, no mínimo, dez anos.

Observa-se, na Fig. 2, que a erosividade acompanha a quantidade de chuva precipitada. Entretanto, o mês de junho, apesar de apresentar a segunda maior quantidade de água precipitada, possui um valor de R inferior aos determinados para os meses de fevereiro,

março, abril e maio, que apresentaram precipitação média mensal menor. Esse baixo valor de R, calculado para o mês de junho, demonstra o baixo potencial erosivo das chuvas, conforme pode ser verificado na Tabela 2. A distribuição anual de erosividade, no decorrer dos anos estudados (Tabela 1), acompanha os valores de água precipitada, com exceção do ano de 1978, que, apesar de ter sido o de maior precipitação, não foi o que apresentou o maior valor de R.

Os valores de erodibilidade do solo encontram-se na Fig. 3. Na obtenção do fator K pelo método direto, observou-se que este

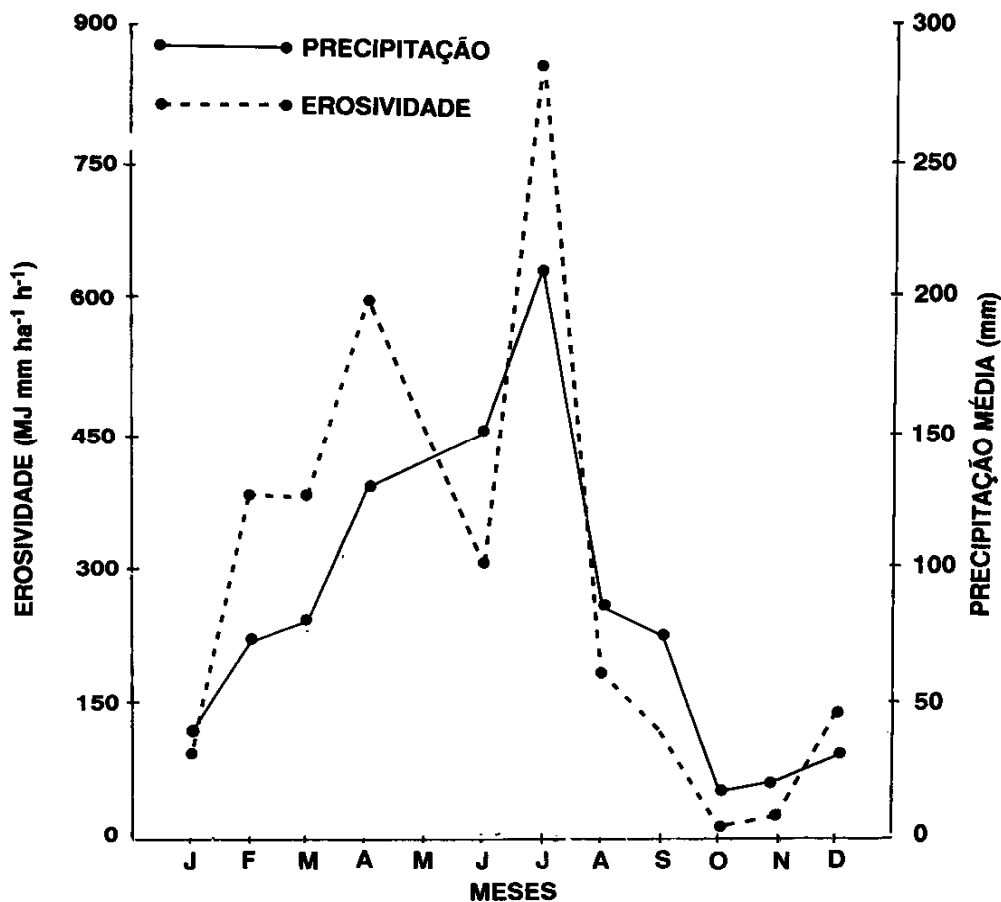


FIG. 2. Distribuição média mensal da precipitação e erosividade.

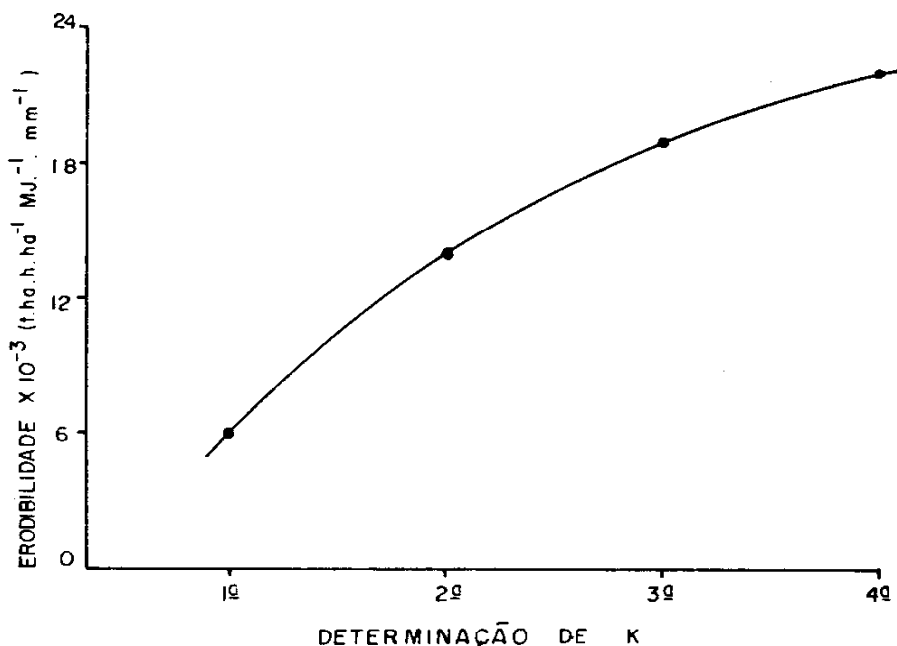


FIG. 3. Evolução da erodibilidade no decorrer dos anos.

aumenta à medida que se passam os anos de cultivo, e que esta diferença entre cada valor vai tornando-se cada vez menor, tendendo a um valor constante. Os motivos dessas diferenças prendem-se à redução da matéria orgânica e à diminuição da estabilidade dos agregados, que acontece com o decorrer do tempo em áreas cultivadas - conforme já fora observado por Woodruff (1939) -, uma vez que o efeito protetor dos colóides orgânicos sobre os agregados do solo vai diminuindo. Segundo Roose (1973), o material desagregado vai obstruindo os poros e diminuindo a permeabilidade. Assim, para se determinar o valor da erodibilidade de um local, faz-se necessário esperar alguns anos, em face das modificações que acontecem com o solo quando este é cultivado, para que o valor de K se estabilize, fato este que vem confirmar o que fora observado por Leprun (1981).

Apesar da textura predominantemente arenosa, os baixos valores de K poderiam estar associados aos baixos teores de silte e areia

muito fina, como também à alta porosidade no horizonte superficial e à presença de cascalhos e calhaus existentes na superfície, os quais servem para amortecer o impacto das gotas de chuva.

Através dos parâmetros granulometria (silte + areia muito fina 17,0%, areia com diâmetro entre 2,00 e 0,10 mm 59,5%), matéria orgânica (0,8%), estrutura (granular pequena) e permeabilidade (moderada), foi determinada a erodibilidade do solo com o nomograma (Wischmeier et al. 1971), a qual foi de 0,013 t.ha.h.ha<sup>-1</sup>.MJ<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>. Comparando-se os dois valores encontrados para o fator K da Equação Universal de Perdas de Solo, verifica-se que estes são bastante próximos, levando-se a afirmar que para as condições de Glória de Goitá, este método poderá ser usado.

Determinações realizadas por Silva et al. (1986) mostram que para a região semi-árida Nordeste este método não deve ser aplicado para solos Litólicos e Bruno Não-Cálcico Vértico, por estimar valores de K muito

elevados e bastante diferentes dos obtidos por método direto com uso de chuva simulada. Entretanto, esses pesquisadores, comparando essas metodologias para a obtenção de K, encontraram, para solos Podzólicos Vermelho-Amarelos, valores bastante aproximados, o que vem corroborar a afirmação anterior que o nomograma possa ser usado para essa classe de solo.

### CONCLUSÕES

1. O baixo valor da erosividade da chuva (3.551 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>) não se prende à quantidade de água precipitada, e sim, à sua intensidade.

2. Os maiores cuidados de proteção devem ser dispensados ao solo durante os meses de fevereiro a julho, uma vez que estes meses são os responsáveis por 84% da capacidade erosiva das chuvas.

3. Na determinação da erodibilidade pelo método direto, é necessário a utilização de um período de vários anos, para que o valor de K se estabilize.

### AGRADECIMENTOS

Ao Professor Elias Margolis, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela cessão dos dados de perdas de solo e de água, de seu experimento de Glória de Goitá, no período estudado.

### REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A.P. de. *Infiltração da água no solo sob diferentes operações de preparo, em condições de chuva simulada*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1980. 69p. Tese de Mestrado.
- BENNETT, H.H. *Elements of soil conservation*. 2.ed. Kogakusha: McGraw Hill, 1955. 358p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI JÚNIOR, R. *Equação de perdas de solo*. Campinas: Instituto Agronômico, 1975a. 25p. (Boletim técnico, 21).
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI JÚNIOR, R. *Metodologia para determinação de perdas por erosão*. Campinas: Instituto Agronômico, 1975b. 14p. (Circular, 44).
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. *Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco*. Recife, 1973. 359p. (Boletim técnico, 26).
- CHAVES, I. de B.; DINIZ, E.J. Erosividade de chuvas no Estado da Paraíba. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO. 3., 1980, Recife. Anais... Recife: UFRPE, 1981. p.136-147.
- FOSTER, G.R.; McCOOL, D.K.; RENARD, K.G.; MOLDENHAUER, W.C. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. *Journal of Soil Water Conservation*, Ankeni, v.36, p.355-359, 1981.
- GUSMÃO, A.; JACCON, G.; SECHET, P. Banco de dados hidroclimáticos do Nordeste: descrição e inventário. Recife: SUDENE-DRN, 1979. 13p.
- LEPRUN, J.C. A erosão, a conservação e o manejo do solo do Nordeste brasileiro: balanço diagnóstico e novas linhas de pesquisa. Recife: SUDENE-DRN, 1981. 105p.
- LEPRUN, J.C. *Relatório de fim de convênio de manejo e conservação do solo no Nordeste brasileiro (1982-1983)*. Recife: SUDENE DRN, 1983. 290p.
- MACHADO, J.A.; BRUM, A.C.R. Efeito de sistemas de cultivo em algumas propriedades físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.2, p.81-84, 1978.
- NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1979. 421p.
- ROOSE, E.J. *Dix-sept années de mesures expérimentales de l'érosion et du ruissellement sur un sol ferrallitique sableux de basse côte d'Ivoire*. Contribution à l'étude de l'érosion hydrique en milieu intertropical. Abidjan: Fac. Sciences, 1973. 125p. Tese.
- SILVA, I. de F. da; ANDRADE, A.P. de; CAMPOS FILHO, O.R. Erodibilidade de seis solos do semi-árido Paraibano obtida com chuva simulada e método nomográfico. *Revista*

- Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, V.10, p.283-287, 1986.
- SILVA, I. de F. da; KLAMT, E.; SCHNEIDER, P.; SCOPEL, I. Efeitos de sistemas de manejo e tempo de cultivo sobre propriedades físicas de um Latossolo. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3., 1980, Recife. *Anais...* Recife: UFRPE, 1981. p.322-342.
- SMITH, D.D. Water erosion principles and practices. In: CONGRESSO PAN AMERICANO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 1., 1966. São Paulo. *Anais...* São Paulo: Secretaria da Agricultura, 1966. p.229-235.
- WISCHMEIER, W.R. Use and misuse of the universal soil loss equation. *Journal of Soil and Water Conservation*, Baltimore, v.31, p.5-9, 1976.
- WISCHMEIER, W.R.; JOHNSON, C.B.; CROSS, B.V. A Soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation*, Baltimore, v.26, p.287-293, 1971.
- WISCHMEIER, W.R.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion loss**. Cropland east of the rocky mountains. Washington: USDA, 1972. 47p. (Agriculture Handbook, 282).
- WISCHMEIER, W.R.; SMITH, D.D. Rainfall energy and its relation-ship to soil loss. *Trans. Am. Geophys. Union*, Washington, v.39 p.285-291, 1958.
- WOODRUFF, C.M. Variations in the state and stability of aggregation as a result of different methods of cropping. *Soil Science Society Proceedings*, Madison, v.4, p.13-18, 1939.