

ERODIBILIDADE DE UM PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO CÂMBICO DISTRÓFICO FASE TERRAÇO, LOCALIZADO NA ZONA DA MATA (MG), DETERMINADA COM SIMULADOR DE CHUVA⁽¹⁾

D. V. S. RESCK⁽²⁾, M. DE S. FIGUEIREDO⁽³⁾, B. FERNANDES⁽³⁾, M. RESENDE⁽³⁾
& T. C. A. DA SILVA⁽³⁾

RESUMO

Em um Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico Distrófico Fase Terraço, localizado em área experimental da Universidade Federal de Viçosa (MG), utilizando um simulador de chuva tipo rotativo, foram aplicadas três chuvas com intensidades diferentes: a primeira com 62mm/h durante 60 minutos, a segunda com 58mm/h durante 30 minutos (24 horas após a primeira chuva) e, a terceira, com 112mm/h durante 18 minutos, aplicada 15 minutos após a segunda chuva. Determinaram-se densidade aparente e porosidade total, estabilidade dos agregados antes e depois dos testes, bem como umidade atual e velocidade de infiltração durante o teste.

O fator K, erodibilidade do solo, foi determinado pela soma dos fatores K parciais, calculados para as chuvas aplicadas, a partir dos dados obtidos de perdas de solo em t/ha. Seu valor foi de 0,273t.ha⁻¹/(tm.ha⁻¹ x mm.h⁻¹). O maior valor de K foi para a segunda chuva aplicada.

Para as três chuvas aplicadas, em média, houve maiores perdas na fração argila, seguida de areia grossa, areia fina e silte. As perdas de solo foram cíclicas no período considerado do teste, devido, possivelmente, à formação de uma camada sedimentar semipermeável nas microdepresões da superfície do solo. Nessas condições de campo, o processo de sedimentação de partículas do tamanho silte e areia fina parece ser um importante fator na formação dessa camada.

SUMMARY:

The erodibility of the Red Yellow Podzolic soil was determined and the intensity of the losses of sand, clay and silt was studied. An application of three rainfall intensities using a rotating-boom rainfall simulator was done: the first, with 62mm/h during 60 min, the second (24 hours after the first), with 58mm/h during 30 min, and the third, 15 minutes after the second rain, with 112mm/h during 18 min. The erodibility of the soil was of 0.273t.ha⁻¹/(tm.ha⁻¹)(mm.h⁻¹). The highest erodibility value was found with the application of the second rainfall.

It was observed that the textural distribution of the losses taken from the runoff were clay, coarse sand, fine sand and silt, in this order. The soil losses were cyclical during the test, due to the soil crusting and to some factors affecting it. In these field conditions, the sedimentation process of fractions like silt and fine sand in the microdepression of the soil, was an important factor in the formation of this crusting.

INTRODUÇÃO

Os estudos relacionados com equação de perdas de solo desenvolvidos por Wischmeier & Smith (1958), foram facilitados com o advento dos simuladores de chuva. Em 1957, Meyer & McCune (1958) desenvolveram um simulador de chuva portátil, que é usado para comparar perdas de solo, perdas de água e velocidade de infiltração, cujas características se assemelham muito àquelas de uma chuva natural.

Swanson (1965) descreveu um simulador de chuva rotativo, de baixo custo, cujo tempo de instalação é de aproximadamente trinta minutos e cujas características básicas são as mesmas do modelo de Meyer & McCune (1958).

Wischmeier (1959, 1962, 1966) relacionou a energia cinética da chuva com a sua intensidade e propôs um índice de erosividade que chamou de EI₃₀. Esse índice é produto da energia cinética total da chuva pela sua intensidade máxima em trinta minutos.

O fator R, erosividade da chuva, é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva esperada em dada localidade de causar erosão em uma área sem proteção, segundo a FAO (1967). Experimentalmente, tem-se visto que os valores de EI₃₀ implicam em 72 a 97% da variação nas perdas por cada chuva em solos desnudos.

⁽¹⁾ Parte da Tese apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências para a obtenção do grau de «Magister Scientiae». Recebido para publicação em fevereiro e aprovado em dezembro de 1980.

⁽²⁾ Engenheiro Agrônomo, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - EMBRAPA, 73300 Planaltina (DF).

⁽³⁾ Engenheiros Agrônomo, professores da Universidade Federal de Viçosa (MG).

As propriedades do solo que influenciam a sua erodibilidade são, segundo Wischmeier & Smith (1958), aquelas que afetam a velocidade de infiltração, permeabilidade e capacidade total de armazenamento de água, resistência às forças de dispersão, salpico e transporte pela chuva e enxurrada.

Barnett (1965) e Barnett & Rogers (1966) encontraram que a erosão estava diretamente relacionada com a textura e umidade inicial do solo e com as características da chuva.

Os objetivos deste trabalho foram determinar a erodibilidade e estudar a intensidade e a distribuição textural das perdas de solo pela enxurrada.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em um Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico Distrófico Fase Terraço, localizado em área experimental da Universidade Federal de Viçosa (MG). O local do experimento foi mantido no limpo por dois anos agrícolas, por meio de capinas manuais, tendo sido feita uma gradagem por ocasião dos testes, no sentido do declive, com uma grade off-set.

As dimensões das parcelas foram 11,0 x 3,5m, localizadas a 5% de declive, seguindo-se as recomendações de padronização do 1º Encontro Nacional sobre Pesquisa de Erosão com Simulador de Chuva (1975). As parcelas foram quatro, protegidas lateralmente com folhas de flandres.

Para caracterização física e química de cada parcela, coletaram-se amostras compostas de quatro subamostras a uma profundidade de 0-20cm. Com essas amostras, efetuaram-se as seguintes análises:

Análise textural: foi realizada pelo método da pipeta, usando-se o NaOH 0,1 N como dispersante, tempo de repouso de 24 horas e agitador de alta rotação. As frações foram separadas pelo método norte-americano modificado (Moura Filho, 1964). Argila natural: foi determinada pelo mesmo método da análise textural, usando-se, entretanto, a água destilada como dispersante.

Índice de agregação: foi calculado pela seguinte fórmula:

$$I.A = \frac{T - N}{T} \times 100$$

onde: I.A. = índice de agregação; T = argila total; N = argila natural.

pH em H₂O: foi determinado pelo método potenciométrico; o fósforo e cations trocáveis Al, Ca + Mg e K segundo Vettori (1969); e a matéria orgânica segundo Walkey & Black (1934).

Densidade aparente (Dap): foi determinada em amostras secas a estufa, 105-110°C, coletadas com estrutura natural com anel volumétrico em três intervalos de profundidade, 0-10, 10-20 e 20-30cm, antes e depois da aplicação das três chuvas. Densidade real (DR): foi determinada usando-se 20g de terra fina seca ao ar (TFSA), em balão volumétrico de 50ml e álcool absoluto. Porosidade total (P.T.): foi calculada pela seguinte expressão:

$$P.T. = \frac{DR - Dap}{DR} \times 100$$

Para a análise dos agregados, foram coletados blocos com dimensões de 0,15m x 0,15m, na profundidade de 0-20cm, antes e depois da aplicação das três chuvas. As amostras foram secas ao ar e passadas num jogo de peneiras de 9 e 4,76mm, sendo utilizadas as frações das amostras retidas na peneira de 4,76mm, que foram previamente umeçadas por atomizadores e colocadas no aparelho de Yoder (1936).

Umidade atual: foi determinada pelo método gravimétrico, sendo os resultados dados em porcentagem em relação ao peso seco. As amostras foram retiradas com o auxílio de uma sonda nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30cm, antes de cada chuva aplicada.

Velocidade de infiltração: foi determinada por simples diferença entre a chuva aplicada e a vazão dada pela leitura da régua do coletor tipo «Flume», descontando-se a quantidade de solo contida na enxurrada.

Determinaram-se as perdas de solos com o auxílio de um amostrador rotativo que coletava uma aliquote do total da enxurrada, cuja quantidade e vazão eram medidas pelo coletor tipo «Flume», através de leituras na régua do aparelho, feitas com intervalo de um minuto durante todo o teste. As amostras de enxurrada eram trazidas do campo e colocadas em vasos de polietileno para a decantação natural do solo. No processo de decantação, cerca de 1% da massa do solo que ficava em suspensão era sifonada, aplicando-se 5ml de AlCl₃·6H₂O por vaso na concentração de 1 molar. Após a decantação, levou-se à estufa, 105-110°C, por quarenta e oito horas. A massa do solo existente na suspensão foi então somada àquela do vaso decantada naturalmente, cujo peso foi corrigido por um fator de correção de umidade. Determinada a massa do solo coletada pelo amostrador rotativo, esta foi relacionada com a vazão total registrada pelo coletor tipo «Flume» nos diferentes intervalos de tempo em que se coletaram as amostras.

O fator K da erodibilidade do solo foi calculado através da equação $K = A/RLSCP$, onde LS C P tomam valores unitários para as condições de um comprimento de rampa de 21,78m com 9% de declive, sem cultura e sem nenhuma prática conservacionista, ficando, portanto, $K = A/R$, segundo Olsen & Wischmeier (1963).

O fator R, da erosividade da chuva foi calculado através da equação $IE = A \times 21,28 \times I_{max} \times 10^{-3}$, onde A = quantidade de chuva aplicada em mm e I_{max} = intensidade máxima da chuva em 30 minutos, segundo Meyer & McCune (1958).

Para a aplicação das chuvas, utilizou-se um aparelho simulador de chuva tipo rotativo, segundo modelo da Universidade de Nebraska, idealizado por Swanson (1965) e calibrado por Valente (1975).

Foram aplicadas três intensidades de chuva em cada parcela: primeira — 62mm/h durante 60min; segunda: 58mm/h durante 30min, 24 horas após a primeira chuva, e terceira: 112mm/h durante 18min, 15 minutos após a segunda chuva. As intensidades de chuva aplicadas foram verificadas pelo uso de quatro pluviômetros colocados transversalmente sobre a parcela.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

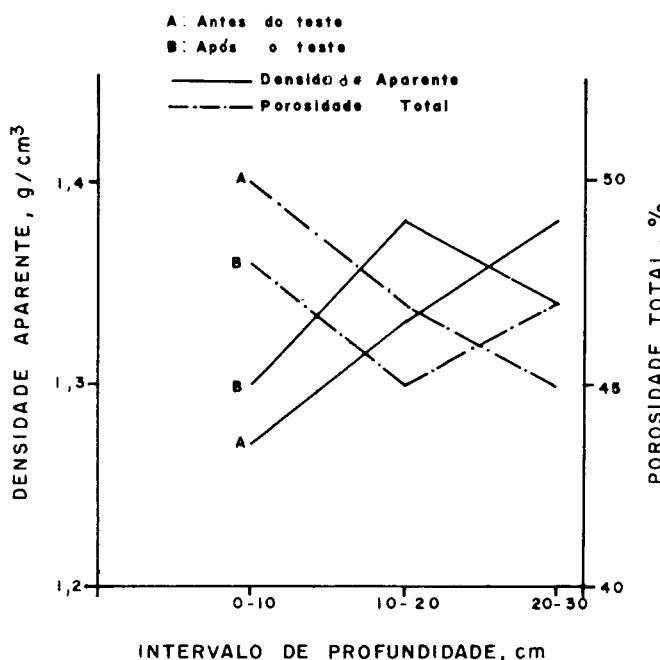
As características físicas e químicas do perfil de um Podzólico Vermelho Amarelo-Câmbico distrófico fase terraço encontram-se no quadro 1.

Foram traçadas as curvas que evidenciam as mudanças da densidade aparente e porosidade total (Figura 1). Observa-se que, antes do teste, a densidade aparente aumentou até a profundidade de 20-30cm, enquanto a porosidade total diminuiu. Após o teste, houve um aumento da densidade aparente até a profundidade de 10-20cm, porém decrescendo na profundidade de 20-30cm; a porosidade total, consequentemente, diminuiu até 10-20cm para depois aumentar. Essa tendência de aumento da densidade aparente nos dois primeiros intervalos da profundidade após o teste poderia ter sido ocasionada pelo carregamento de partículas finas para dentro do solo, pela água de infiltração, advindas da quebra dos agregados, causada pelo impacto da gota da chuva e energia de transporte da enxurrada. Esse processo parece ter ti-

Quadro 1 - Caracterização química e física de amostras superficiais do Podzólico Vermelho-Amarelo cômico distrófico fase terraço. Média de quatro repetições

Blocos	pH	Catíons trocáveis			P	Mat. org.	Granulometria				Índice agreg.	
		Ca + Mg	Al	K			Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila		
		— meq/100g —	— ppm —	— % —			— % —	— % —	— % —	— % —		
1	4,6	2,1	0,3	34	5	2,5	27	20	14	39	19	51
2	4,8	1,9	0,2	26	4	2,3	27	14	14	45	13	71
3	4,7	1,8	0,3	28	4	2,1	24	18	15	43	18	58
4	4,7	1,9	0,5	30	4	2,3	26	17	13	44	13	70
Média	4,7	1,9	0,3	30	4	2,3	26	17	14	43	16	63

do maior efeito na camada de 10-20cm, aumentando a massa por unidade de volume, como mostra a figura 1. A diminuição da densidade aparente na camada de 20-30cm, após o teste, talvez seja devido a encontrar-se a massa do solo em um estado de saturação, com condições de se expandir, diminuindo o valor da densidade aparente.

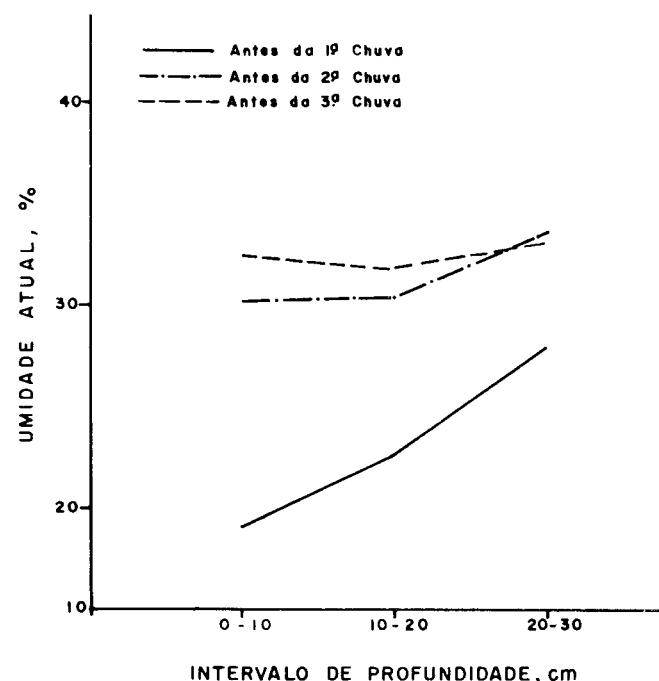
**Figura 1 - Variação da densidade aparente e porosidade total em relação a três profundidades**

A figura 2 mostra os resultados de umidade atual, antes e depois do teste. Observa-se que o solo se encontrava em um estado relativamente seco, principalmente na camada superficial. Com a aplicação da 1.^a chuva, os teores de umidade aumentaram, tendo o solo atingido, provavelmente, seu estágio de saturação nas camadas inferiores, porém, devido ao lapso de 24h antes da aplicação da segunda chuva, os teores de umidade, nas camadas de 0-10 e 10-20cm, não devem representar esse estado de saturação. A

camada inferior, 20-30cm, provavelmente tenha atingido esse estado, uma vez que o resultado é praticamente idêntico àquele observado 15 minutos após a aplicação da segunda chuva.

Na figura 3 se encontram os resultados da análise de agregados. Observa-se um ligeiro aumento nos agregados maiores que 2mm, após o teste e, como consequência, um decréscimo nos outros agregados, causado, talvez, pela remoção da camada superficial do solo pela enxurrada, provocando este ligeiro aumento; entretanto, como as diferenças são relativamente pequenas, poder-se-ia admiti-las, em parte, a problemas de amostragem.

No quadro 2 estão os resultados dos cálculos de velocidade de infiltração para as chuvas aplicadas. Observa-se que, com a aplicação da primeira chuva, houve uma infiltração muito rápida da água no solo, devido ao seu estado rela-

**Figura 2 - Estado de umidade do solo em três intervalos de profundidade antes da aplicação da 1.^a, 2.^a e 3.^a chuvas.**

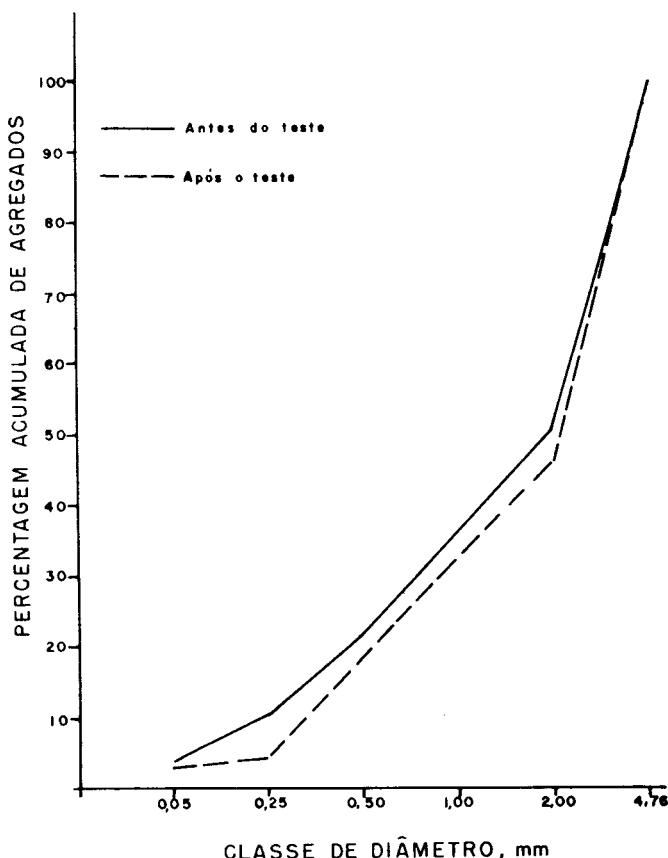


Figura 3 - Distribuição dos agregados no aparelho de Yoder, antes e depois do teste.

tivamente seco naquele momento (Figura 2). Com a redução do número de macroporos pelo carreamento de partículas pelas águas de infiltração e pelo efeito do gradiente de potencial estabelecido entre a camada superficial e as subjacentes, a velocidade de infiltração passou a diminuir acentuadamente e com relativa uniformidade após o vigésimo minuto de aplicação da primeira chuva.

Com a aplicação da segunda chuva, apesar de no início ter havido uma maior velocidade de infiltração devido a uma distribuição da umidade que ocorreu no perfil do solo, esta decresceu rapidamente devido ao fraco gradiente de potencial que se estabelecerá entre as camadas superiores e as subjacentes. Também, parece ter havido um decréscimo maior do número de macroporos, responsável pela maior condutividade hidráulica do solo inicial, devido a um processo de sedimentação das partículas finas que já ocorria.

Na terceira chuva, aplicada 15min após a segunda, notou-se que, inicialmente, ela possuía valores maiores de velocidade de infiltração, quase o dobro dos últimos valores da segunda. E preciso considerar dois pontos: a intensidade, quase o dobro, da terceira chuva em relação às outras e o estado já bastante úmido do solo naquele momento (Figura 2). Para Parr & Bertrand (1960), os efeitos de profundidade da lâmina d'água sobre a velocidade de infiltração

são relativamente mais pronunciados em solos úmidos do que em secos. Esse efeito decresce gradualmente com o tempo. Tal decréscimo, segundo Parr & Bertrand (1960), é hiperbólico até atingir a constância. Na figura 4, A, B e C representam as curvas de perdas de solo, com a aplicação da primeira, segunda e terceira chuvas respectivamente.

Na figura 4A, observa-se um lapso de tempo de 20min sem ter ocorrido enxurrada e, consequentemente perdas de solo. Isso se deu devido, principalmente, ao estado seco do solo, antes da primeira chuva (Figura 2) e maior velocidade de infiltração nos primeiros vinte minutos (Quadro 2).

Quadro 2 - Chuvas aplicadas, período de amostragem, vazão de enxurrada e velocidade de infiltração. Média de quatro repetições

Chuvas aplicadas	Período de amostragem	Vazão de enxurrada	Velocidade de infiltração
mm/h	min	litro/min	mm/h %
62	5	0,60	61,06 98,46
	10	1,10	60,29 97,24
	15	1,26	60,40 96,84
	20	1,60	59,51 95,98
	25	3,90	55,92 90,19
	30	6,30	52,18 84,16
	35	6,55	51,79 83,53
	40	8,75	48,36 78,00
	45	9,95	46,49 75,00
	50	12,35	42,75 68,95
	55	14,10	40,03 64,56
	60	15,85	37,30 60,16
58	5	10,25	42,03 72,47
	10	18,25	29,56 50,97
	15	19,98	26,86 46,31
	20	20,67	25,79 44,47
	25	23,53	21,33 36,78
	30	24,00	20,60 35,52
112	5	40,23	49,30 44,02
	10	51,20	32,21 28,76
	15	55,53	25,46 22,73
	18	54,70	26,75 23,88

Com o decorrer do tempo, o solo foi saturando, ocorrendo uma redução na velocidade de infiltração e, consequentemente, iniciando-se a enxurrada (Figura 5A), que continuou aumentando até o final da chuva, porém o mesmo não ocorreu com as perdas de solo, que reduziram drasticamente aos 55min de aplicação da primeira chuva (Figura 4A). Essa diminuição pode ser explicada da seguinte maneira: antes do teste, foi feita uma gradagem na superfície a uma profundidade de cerca de 10cm com uma grade off-set. Esta, tendo sido passada uma vez somente, deixou agregados relativamente grandes dispostos na superfície entre microdepressões existentes no terreno. O solo, nos primeiros 25 minutos de aplicação da primeira chuva, foi-se umedecendo, não sofrendo, de modo intenso, o poder desagregante do impacto

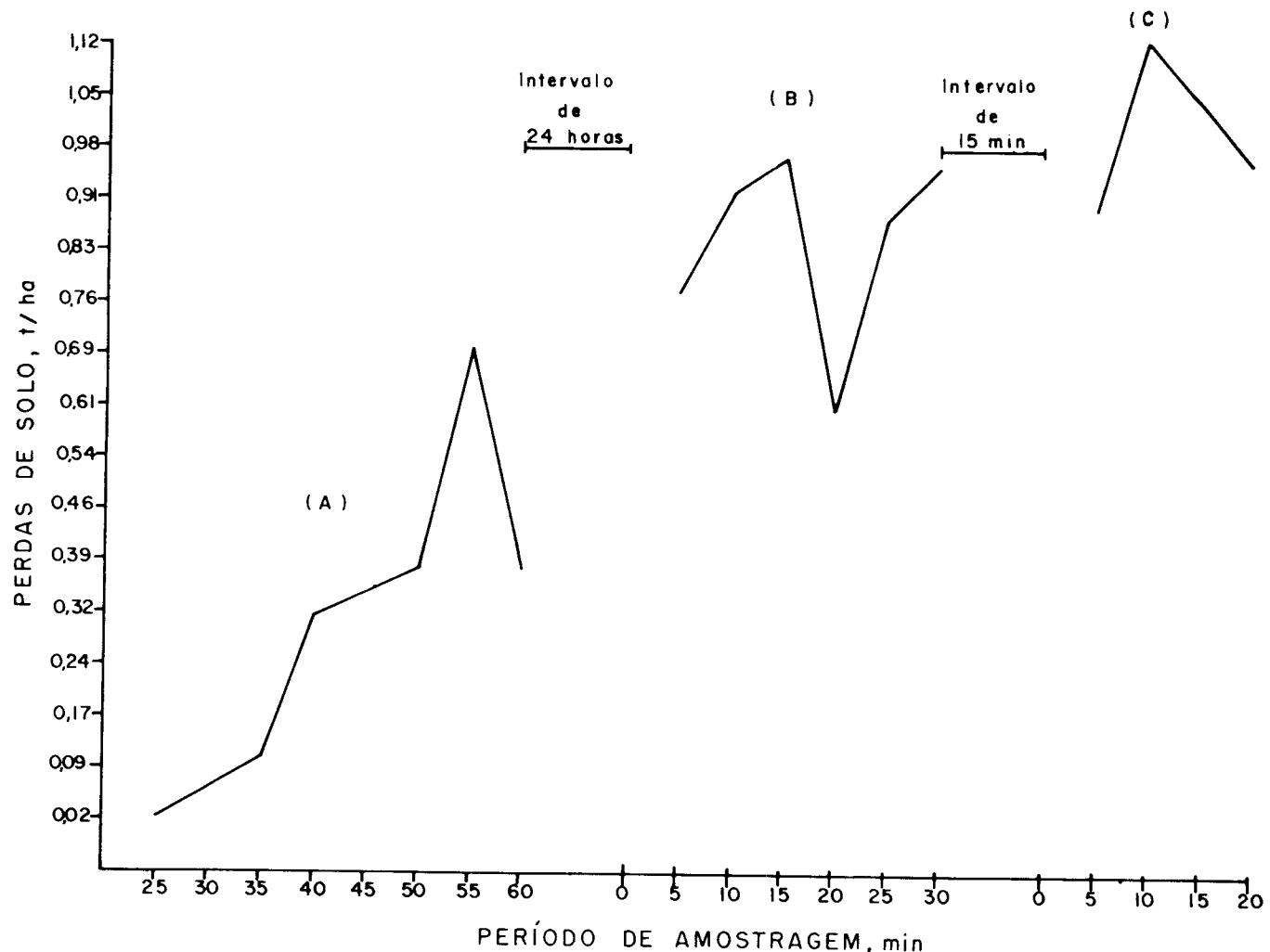


Figura 4 - Perdas de solo com a aplicação da (A) 1.^a chuva; (B) 2.^a chuva e (C) 3.^a chuva.

das gotas de chuva. Com os agregados mais úmidos, o impacto das gotas de chuva começou a exercer efeitos mais pronunciados na sua quebra. As partículas do tamanho areia fina, silte e argila começaram a ser lançadas pelo salpicô a distância, bem como pela turbulência da água que fluía pelas microdepressões do terreno, principal responsável pelas perdas de areia grossa. Essa pode ter sido, talvez, a causa da irregularidade das curvas de perdas de areia grossa, areia fina, silte e argila, mostradas na figura 6. A maior perda de argila, pela enxurrada, é confirmada por Duley (1939); Lemos (1965); McIntire (1958a) e Nichols & Reaves (1955), pois se trata de argila naturalmente dispersa em água. Com o impacto das gotas de chuvas, os agregados já umedecidos foram-se quebrando, sendo as partículas carreadas no sentido do declive, tendendo a aplinar as microdepressões do terreno. As partículas do tamanho areia grossa, areia fina e silte tomaram parte mais ativa nesse processo. A turbulência da água que fluía, causada pelas microdepressões do terreno, foi diminuindo, dando condições de o

processo de sedimentação completar-se, fato evidenciado pela queda na curva de perdas de solo aos 55 minutos de aplicação da primeira chuva (Figura 4A) e pela queda acentuada na curva de areia grossa após os 55 minutos (Figura 6A). As curvas de areia fina e silte tenderam a estabilizar-se nesse mesmo período, evidenciando o que já é reconhecido por vários autores (Duley, 1939; Lemos, 1965, e McIntire, 1958b), ou seja, a formação de uma camada semipermeável, constituída de duas partes distintas: a parte debaixo, formada principalmente por partículas grosseiras, e a superficial, de caráter semipermeável, formada pelo arranjo das partículas de tamanho silte e areia fina, nos espaços vazios deixados pelas partículas mais grosseiras. Nas figuras 4B e 5B observa-se que as perdas de solo e as enxurradas ocorreram quase imediatamente após a aplicação da segunda chuva. Isso se deveu devido à maior umidade naquele momento, diminuindo o gradiente de potencial entre a superfície e as camadas subjacentes, decrescendo a velocidade de infiltração e, consequentemente, iniciando a enxurrada e as perdas de solo.

Embora a enxurrada continuasse aumentando com o tempo, a curva de perdas de solo caiu bruscamente no período de 15 a 20 minutos de aplicação da chuva, para logo após aumentar até o final da chuva. Também se observa na figura 6B uma queda brusca da curva de areia grossa nesse mesmo período. As curvas de areia fina e silte tenderam à estabilização, mantendo-se constantes no período referido de 15 a 20 minutos, devido, provavelmente a um desgaste uniforme causado pela água fluindo acima da superfície sedimentada, semipermeável, que, acredita-se, novamente tenha sido formada. Posteriormente, houve uma ascensão da curva de areia grossa (Figura 6B). Essa ascensão se deu devido à remoção da camada semipermeável, pela água que fluía uniformemente sobre a superfície lisa que então se formara, desgastando-a. Isso explica também o reinício das perdas de solo no início da segunda chuva, onde primeiramente ocorreu a sedimentação.

A formação dessa camada sedimentar semipermeável superficial, está evidenciada nos valores da velocidade de infiltração (Quadro 2). Observa-se que houve uma pequena diferença nos valores correspondentes aos 15 e 20 minutos de aplicação da segunda chuva, em relação às maiores diferenças que vinham ocorrendo, devido ao impedimento da infiltração da água por essa camada.

Com a aplicação da terceira chuva, novamente ocorreu o fenômeno evidenciado pela queda da curva de perdas de solo (Figura 4C), e a curva de areia grossa (Figura 6C). Nesta figura observa-se uma tendência à regularidade das curvas de areia fina e silte, prova evidente da formação da camada semipermeável. Como a terceira chuva foi somente de 18 minutos de duração, não ocorreu a remoção da camada semipermeável formada e não se deu, por isso, o aumento das perdas de solo.

Calculou-se o fator K - erodibilidade do solo — para as três chuvas aplicadas, mostradas no quadro 3. Observa-se que, comparando-se as duas primeiras chuvas, com aproximadamente mesma intensidade, observou-se que foi maior o fator K, calculado para a segunda chuva, do que para a primeira. Isso ocorreu devido às diferentes condições de solo na segunda chuva, principalmente na umidade atual, que proporcionou menor velocidade de infiltração (Quadro 2), causando, consequentemente, maiores perdas de solo, apesar de o tempo de aplicação desta ser a metade da primeira chuva. A terceira chuva, com EI_{30} de quase duas vezes maior que as duas primeiras chuvas, teve, obviamente, um fator K menor. Entretanto, as perdas de solo foram substanciais, considerando-se o tempo de aplicação, que foi bem menor; isso impede que se façam comparações. Acredita-se, no entanto,

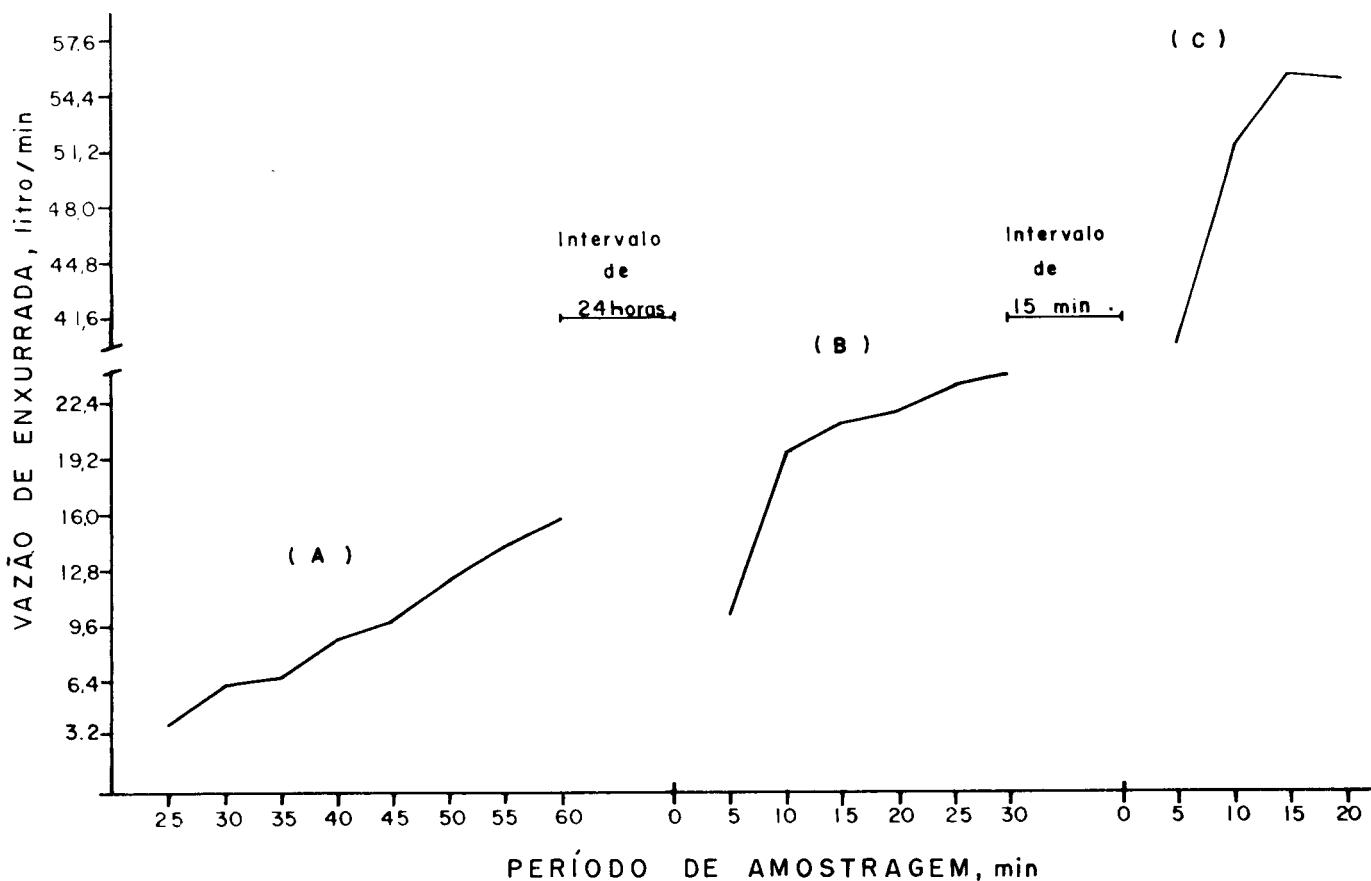


Figura 5 - Perdas de enxurrada com a aplicação da (A) 1.^a chuva; (B) 2.^a chuva e (C) 3.^a chuva.

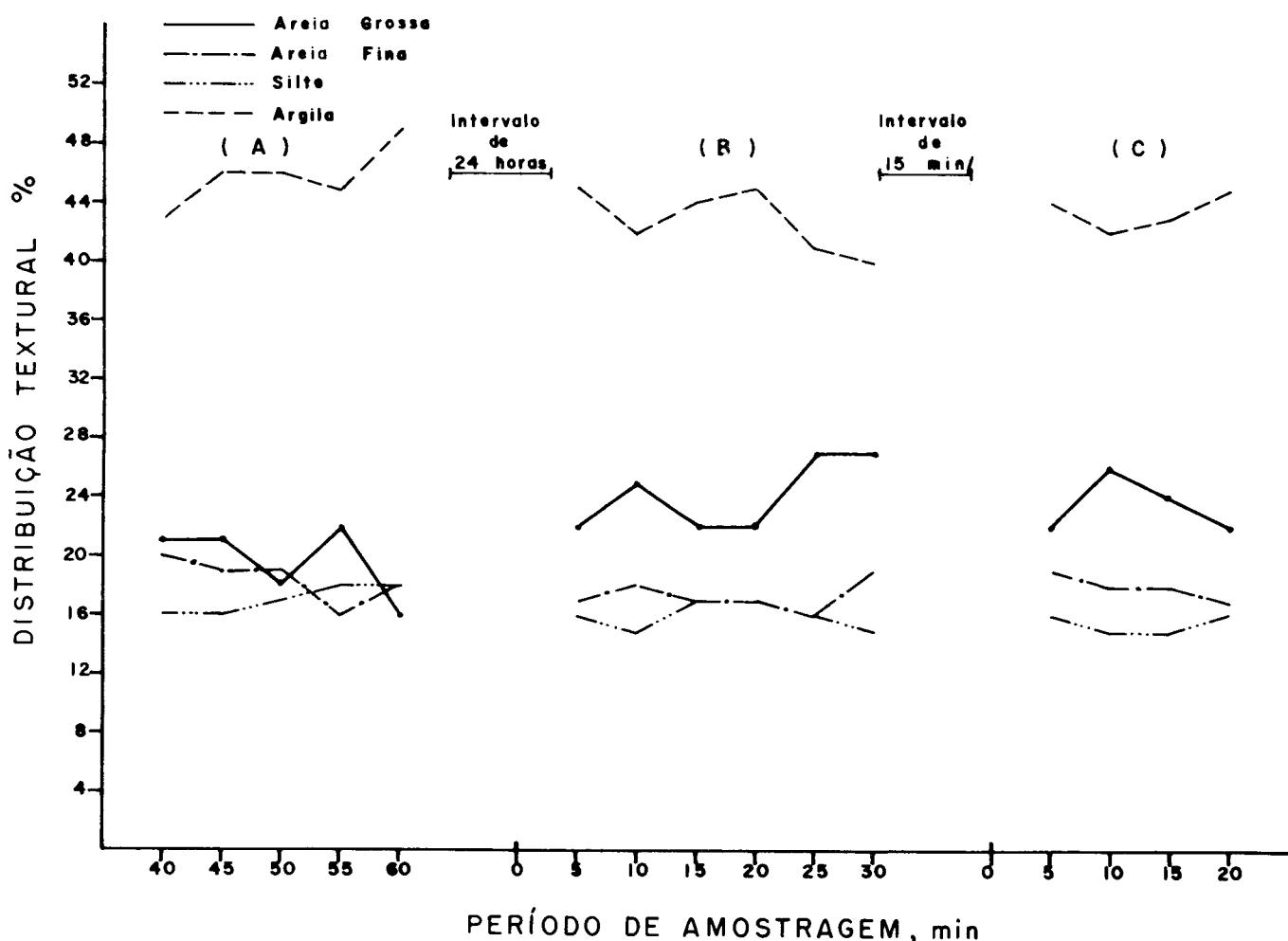


Figura 6 - Distribuição textural das perdas de solo ocorridas com a aplicação de (A) 1.^a chuva; (B) 2.^a chuva e (C) 3.^a chuva

que a soma dos valores de K para as três chuvas possa representar a erodibilidade do solo. Para isso deverão ser feitos testes em vários locais, um bom número de repetições, aplicando-se intensidades de chuva que sejam as representativas da região, pois os resultados serão de maior confiabilidade e de maior aplicação. O valor do fator K, encontrado neste estudo, foi de

$0,273t.ha^{-1}/(tm.ha^{-1})(mm.h^{-1})$, valor comparável àqueles relatados por Wischmeier & Mannering (1969) para vários solos da região do «Corn Belt» nos Estados Unidos, que variam de 0,10 a 0,48.

Para Hudson (1971), quanto maior o valor de K, mais erodível é o solo, implicando em maiores perdas de solo (t/ha), por unidade do índice erosivo da chuva (EI_{30}).

Quadro 3 - Fator K - erodibilidade do solo e outros parâmetros para três chuvas aplicadas

Chuvas aplicadas	Perdas de solo	Energia cinética (1)	Altura da lámina d'água	Intensidade máxima em 30 min (I_{30})	EI_{30} (2)	K (3)
mm/h	t/ha	t m/ha mm	mm	mm/h	(t m/ha) (mm/h)	(t/ha)/(t m/ha) (mm/h)
62	3,15	21,90	62	62	84	0,038
58	6,50	21,70	29	58	36	0,178
112	5,33	23,69	34	112	90	0,059

$$(1) Ec = 0,78 (12,13 + 8,90 \log I) \quad (2) EI_{30} = E.I_{30} \times 10^{-3} \quad (3) K = (0,273t/ha)/(t m/ha) (mm/h)$$

CONCLUSÕES

Os resultados encontrados permitiram as seguintes conclusões:

O maior valor encontrado para a erodibilidade do solo (K) foi para a segunda chuva, embora tenha havido grandes perdas de solo e água pela enxurrada com a aplicação da terceira chuva, considerando-se o curto tempo de sua duração.

Em relação à distribuição textural das perdas de solo, observaram-se para as três chuvas aplicadas, em média, maiores perdas na fração argila, seguida de areia grossa, areia fina e silte.

As perdas de solo foram cíclicas no período considerado do teste, devido à formação de uma camada sedimentada semipermeável nas microdepressões da superfície do solo estudado.

Em condições de campo, o processo de sedimentação de partículas do tamanho silte e areia fina nas microdepressões da superfície do terreno mostrou ser um importante fator na formação dessa camada.

LITERATURA CITADA

- BARNETT, A. P. - Soil erodibility factors for selected soils in Georgia and South Carolina. *Trans of the ASAE*, St. Joseph, 8: 393-395, 1965.
- BARNETT, A. P. & ROGERS, J. S. - Soil physical properties related to runoff and erosion from artificial rainfall. *Trans of the ASAE*, St. Joseph, 9:123-125, 1966.
- DULEY, F. L. - Surface factors affecting the rate of intake of water by soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 4: 60-64, 1939.
- ENCONTRO NACIONAL SOBRE PESQUISA DE EROSÃO COM SIMULADOR DE CHUVA. Londrina, 1, 1975. Londrina, IPÉ, 1975.
- F.A.O., La erosión del suelo por el agua - algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo. Roma, Organisation de las Naciones Unidas, FAO, 1967. 207p. (Cuadernos de fomento agropecuario n.º 81)
- HUDSON, N. - Soil conservation. New York, Cornell Univ., 1971. 319p.
- LEMOS, P. - Soil crusting and some factors affecting it. Raleigh, North Carolina State College. Tese de M.Sc., Univ. Press, 1965. 74p.
- MCINTIRE, D. S. - Permeability measurements of soil crust formed by raindrop impact. *Soil Science*, 85: 185-189, 1958a.
- MCINTIRE, D. S. - Soil splash and surface crusts. *Soil Science*, 85: 261-266, 1958b.
- MEYER, L. D. & McCUNE, D. L. - Rainfall simulator for runoff plots. *Agr. Eng.*, 39: 644-648, 1958.
- MOURA FILHO, W. - Método de campo e laboratório. Viçosa, UREMG, 1964. 24p. (Mimeografado)
- NICHOLS, M. L. & REAVES, C. A. - Structure and consistency in tillage implement design. *Agr. Eng.*, 36:517-520, 1955.
- OLSON, T. C. & WISCHMEIER, W. H. - Soil erodibility evaluations for soils on the runoff and erosion stations. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 27:590-592, 1963.
- PARR, J. F. & BERTRAND, A. R. - Water infiltration into soils. In: Norman, A. G., ed. *Adv. Agron.*, v. XII, New York, Academic Press Inc., 1960. p.311-363.
- SWANSON, N. P. - Rotation-boom rainfall simulator. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, 8: 71-72, 1965.
- VALENTE, O. F. - Intensidade e uniformidade de distribuição de precipitações produzidas por um simulador de chuva rotativo. Tese de M.S., Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 1975. 36p.
- VETTORI, L. - Métodos de Análises de Solo. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo - Equipe de Pesquisa do Ministério da Agricultura, 1969. (Boletim Técnico n.º 7)
- WALKLEY, A. & BLACK, I.A. - An examination of the Degtjauff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.*, 37:29-38, 1934.
- WISCHMEIER, W. H. - A rainfall-erosion index for a universal soil loss equation. *Soil Sci. Am. Proc.*, 23: 246-249, 1959.
- WISCHMEIER, W. H. - Relations of field-plot runoff to managements and physical factors. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 30: 272-277, 1966.
- WISCHMEIER, W. H. - Storms and soil conservation. *J. Soil Wat. Conserv.* 17: 55-58, 1962.
- WISCHMEIER, W. H. & MANNERING, J. W. - Relation of soil properties to its erodibility. *Soil Sci. Am. Proc.*, 3: 131-137, 1969.
- WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. - Rainfall energy and its relationship to soil-loss. *Trans. Am. Geophys Un.*, 39: 285-291, 1958.
- YODER, R. E. - A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. *J. Am. Soc. Agr.*, 28: 337-351, 1936.