SISTEMAS COLETORES PARA DETERMINAÇÕES DE PERDAS POR EROSÃO(1)

JOSÉ BERTONI

Engenheiro agrônomo, Secção de Conservação do Solo, Instituto Agronômico de Campinas

1—INTRODUÇÃO

A erosão do solo, êsse grande problema agronômico, é ocasionada, entre nós, na sua maior extensão, pela ação das águas das chuvas. Estas, quando não controladas convenientemente, desagregam o solo, arrastando quantidades consideráveis de sais minerais e matéria orgânica, agentes essenciais à sua fertilidade. Êsse arrastamento, que se acentua com o aumento da declividade do terreno, poderá ocasionar, em certos tipos de solos, estragos irreparáveis, não só quanto à fertilidade, mas também quanto à própria estrutura do terreno.

É sabido que nas matas a erosão é quase nula, insignificante nas pastagens e considerável no comum de nossas culturas. Uma avaliação mais precisa de perdas causadas por êsse agente entre nossas principais culturas ou pelo uso das diversas práticas culturais adotadas em nossa agricultura era, até há pouco, cousa quase que desconhecida.

Êsses estudos, no entanto, vêm merecendo especial atenção nestes últimos anos, tendo-se já coletado um acervo de dados de grande interêsse para a agricultura de São Paulo.

A avaliação das perdas de solo, de água e de elementos nutritivos é feita medindo-se, em sistemas coletores, a enxurrada escoada de um talhão de área conhecida, que é cercado por uma parede de alvenaria, por um simples camalhão de terra ou, finalmente, pelos próprios "divortium aquarum" naturais, em caso de áreas muito extensas.

Entre nós, os primeiros sistemas coletores para a determinação das perdas por erosão foram instalados em fins de 1942, na Escola Superior de Agricultura de Minas Gerais, em Viçosa.

Em São Paulo, a primeira instalação foi posta a funcionar em janeiro de 1944, na estação experimental dêste Instituto Agronômico, em Pindorama, seguindo-se, logo mais, outras instalações nas estações experimentais de Campinas e Mococa, e, um pouco mais tarde, em Ribeirão Prêto.

O método usado para as medições das perdas por erosão e, particularmente, aquêle adotado pela Secção de Conservação do Solo dêste Instituto, constitui o principal objeto do presente trabalho.

(1) Trabalho apresentado na Segunda Reunião Brasileira de Ciência do Solo, realizada em Campinas, São Paulo, de 11 a 23 de julho de 1949.

2—MÉTODOS DE MEDIÇÃO DE ENXURRADA

A determinação da quantidade de enxurrada pode ser feita pelos seguintes métodos: a) registo do total e determinação da intensidade, b) coleta total, e c) coleta de uma fração alíquota.

Vejamos as particularidades de cada um dêsses métodos.

2.1—REGISTO TOTAL DA ENXURRADA E DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE

Neste caso, não há limites no tamanho das áreas a serem estudadas, podendo variar desde um pequeno talhão até grandes bacias hidrográficas.

Êsse sistema é especialmente interessante no estudo da correlação entre a intensidade da chuva e a intensidade de escoamento das enxurradas. Presta-se para determinação do efeito das diversas práticas de exploração do solo sôbre as enxurradas, em escala de campo, uma vez que as áreas experimentais poderão cobrir até vários hectares de terra.

A enxurrada passa por um vertedouro equipado com limnígrafo, que regista, ao mesmo tempo, o volume e a intensidade. Para avaliação das perdas de terra, o referido vertedouro é equipado com um tanque de decantação e com uma pequena calha para coleta de uma amostra da enxurrada escoada. Por meio dessa amostra é determinada a quantidade de solo transportado em suspensão, que, calculada em relação ao volume total de enxurrada, dá a perda total de terra, à qual se deve, naturalmente, somar a terra encontrada no tanque de decantação.

2.2—COLETA TOTAL DE ENXURRADA

No caso das medições de perdas pela coleta total, tôda a enxurrada que escorre do talhão é orientada, por um condutor, a um tanque de armazenamento. Nesse tanque é determinado o volume da enxurrada. Uma pequena amostra dessa enxurrada é levada para uma estufa a fim de se determinar a quantidade de solo nela contido. No caso de haver sedimentação de terra, o tanque é esgotado, medindo-se a terra nêle depositada. Ter-se-á, assim, por adição, a quantidade total de terra arrastada. Neste sistema, os talhões experimentais não devem ter uma área maior do que 50 metros quadrados, com as culturas principais, uma vez que, por medida econômica, os tanques de coleta total das enxurradas não podem ser muito grandes.

A aplicação dêste método fica assim limitada às experiências que não requerem talhões com áreas muito grandes como, por exemplo, aquêles referentes à cobertura vegetal e ao estudo de adubações.

2.3—COLETA DE UMA FRAÇÃO ALÍQUOTA DE ENXURRADA

Êste método é o adotado, até agora, nas experiências da Secção de Conservação do Solo (fig. 1), razão pela qual iremos expô-lo com maiores detalhes.

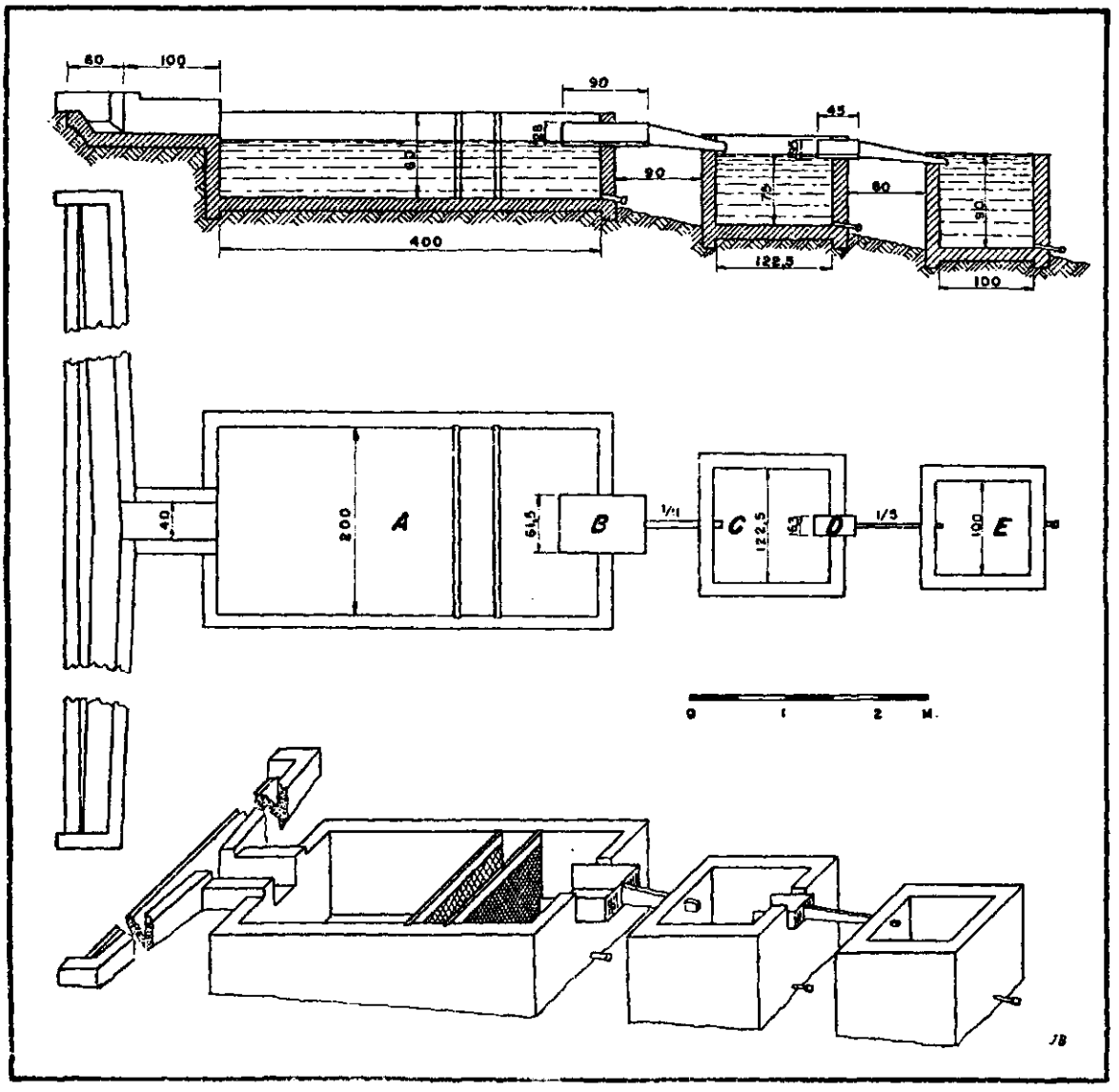

FIGURA 1.—Sistema coletor para talhões de 1000 m² (20 x 50 m); *A* — tanque de decantação com telas; *B* — divisor tipo Geib com 11 janelas; *C* — tanque de armazenamento; *D* — divisor tipo Geib com 5 janelas; *E* — tanque de armazenamento.

Para a obtenção das frações alíquotas das enxurradas, os medidores são munidos de divisores de janela do tipo idealizado por H. V. Geib (**1**, **2**), com algumas modificações e adaptações feitas para atender às nossas condições (**3**).

Tais divisores (fig. 2) consistem numa bica, com a extremidade de saída fechada por uma chapa com uma série de janelas verticais (fig. 1-*B*) perfeitamente iguais, em número ímpar, de modo que a janela do meio desagua, em um segundo tanque (fig. 1-*C*), uma fração alíquota conhecida da enxurrada escoada. Assim, se o número de janelas fôr sete, por exemplo, a fração alíquota da enxurrada recolhida no segundo tanque será exatamente de 1/7.

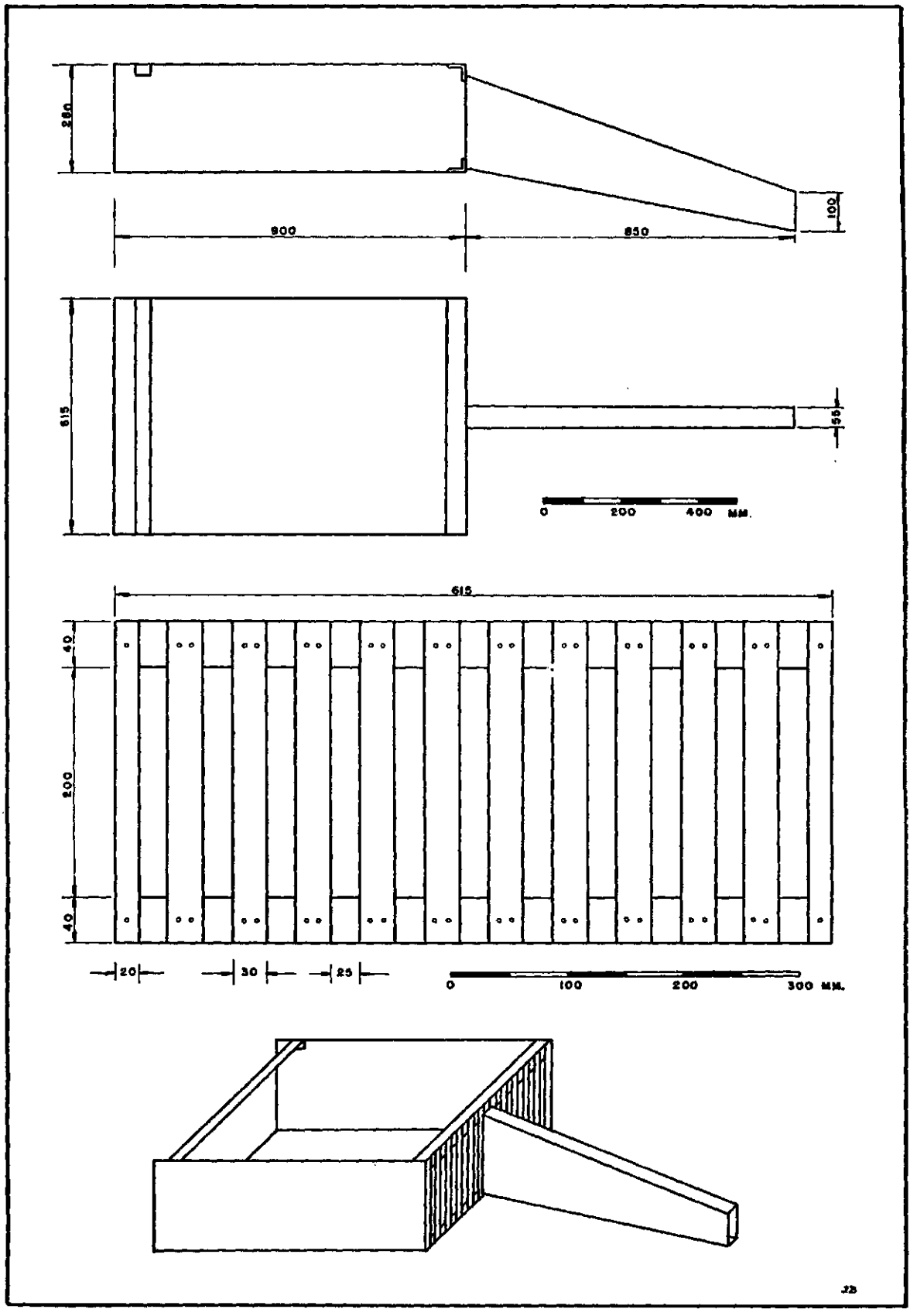

Figura 2. — Divisor tipo Geib com 11 janelas para talhões de 1000 m² (20 x 50 m).

O número de janelas pode variar entre 3 e 15. O máximo de janelas nos divisores usados pela Secção de Conservação do Solo tem sido onze, pois, quanto maior o número de janelas, maior será o êrro da divisão.

Um talhão experimental, munido com êsse tipo de medidor de perdas, compõe-se de uma soleira concentradora, por onde tôda a enxurrada é conduzida a um primeiro tanque, no qual a terra arrastada se deposita por decantação. Êsse tanque tem, no seu interior, duas peneiras verticais, de grossuras diferentes, para auxiliar a decantação dos sedimentos transportados e a retenção das palhas e outros detritos orgânicos que, livres, poderiam obstruir as janelas do divisor (fig. 1-*A*). Depois de cheio o tanque de decantação é que a enxurrada, extravasando, passa pelo divisor de janelas (fig. 1-*B*), no qual uma fração é libertada e outra é recolhida para um segundo tanque (fig. 1-*C*).

Para os talhões maiores, em que o volume da enxurrada é grande, torna-se necessário grupar em série de dois ou mais divisores, de tal modo que uma fração da enxurrada seja subdividida duas ou mais vêzes. Nestes divisores, grupados em séries, poderá haver um único tanque para recolher a fração alíquota final da enxurrada, ou poderá existir, depois de cada divisor, um tanque que recolha as frações intermediárias. Êste último dispositivo permite maior exatidão na avaliação de perdas, em caso de baixas precipitações pluviométricas.

As dimensões dos tanques e das janelas são determinadas de modo que o coletor possa conter, com uma certa folga, a vazão diária máxima esperada para o talhão experimental em questão. Esta vazão máxima é calculada tomando-se por base o tipo de solo, o grau de declive, a cobertura vegetal e a maior chuva diária registada na região.

3—DETERMINAÇÃO DO TOTAL DAS PERDAS POR EROSÃO

A determinação do total das perdas por erosão consiste, em linhas gerais, em se tomar uma pequena amostra de enxurrada, levá-la para uma estufa e determinar-se a quantidade de terra num volume conhecido de enxurrada. A terra arrastada, que se deposita no fundo do tanque, é também medida ; dela se leva uma pequena amostra para uma estufa a 110° C. O pêso de terra sêca obtido no volume conhecido é usado para determinar o fator de conversão, a ser empregado nos cálculos das perdas. No caso das chuvas mais intensas, toma-se uma terceira amostra conjunta de terra e de enxurrada para a dosagem dos elementos nutritivos arrastados.

Para ilustração do método descrito, achamos interessante dar a marcha dos cálculos necessários para avaliar as perdas ocorridas no dia 11 de fevereiro de 1948, na estação experimental de Ribeirão Prêto, num dos tratamentos do ensaio de práticas conservacionistas em cafèzal. Trata-se do tratamento "enleiramento permanente" em terra roxa legítima, com um declive de 6,5% e área de 1000 m² (20 x 50 m). O sistema coletor, no referido talhão, tem as seguintes caraterísticas :

Tanque de decantação com 4,00 x 2,00 x 0,60 m (fig. 1-*A*)
1.° tanque de armazenamento com 1,225 x 1,225 x 0,75 m (fig. 1-*C*)
2. tanque de armazenamento com 1,00 x 1,00 x 0,90 m (fig. 1-*E*)
1.° divisor — 1/11 com 11 janelas de 25 x 200 mm (fig. 1-*B*)
2.° divisor — 1/5 com 5 janelas de 12,5 x 100 mm (fig. 1-*D*)

A altura da água, nos tanques, é determinada por meio de uma régua, colocada junto ao divisor, e a terra depositada no tanque de decantação é medida em baldes graduados. No exemplo considerado, as leituras foram as seguintes :

Altura da água no 1.° tanque de armazenamento = 634 mm
Volume de terra depositado no tanque de decantação = 30 l
Precipitação pluviométrica = 88,4 mm

3.1—CÁLCULO DO VOLUME DE ENXURRADA

Como os tanques são descobertos, e é necessário descontar a chuva direta para se obter o volume de enxurrada, foi determinada a seguinte fórmula, que dá o volume, em função da leitura do primeiro tanque de armazenamento :

$$V = 16{,}5\ L - 24{,}5\ C + 4699$$

em que L representa a altura, em milímetros, no primeiro tanque de armazenamento, e C, a chuva, em milímetros, registada no pluviômetro. Efetuando as operações, encontram-se 12 994,2 litros para o volume de enxurrada daquele dia.

3.2—CÁLCULO DA QUANTIDADE DE TERRA

Foram tomadas amostras nos tanques, tanto de enxurrada como de terra que foram secadas em laboratório, para a determinação do teor de umidade e, consequentemente, da percentagem, em pêso, da terra sêca.

A tomada de amostra de enxurrada do tanque de decantação foi feita com a água em repouso e nos tanques de armazenamento, depois de agitar bem a água, com auxílio de uma vara. Em qualquer caso, a amostra foi tomada a uma profundidade média, mergulhando-se o vidro tampado com a mão até a metade da altura, onde o mesmo foi aberto e, depois, novamente fechado.

Após a leitura e tomada de amostra da enxurrada, o tanque foi esgotado pela abertura do dreno, tomando-se a preocupação de evitar a turbulência na água e consequente arrastamento do material que ficou decantado no fundo.

Dêste material tomou-se uma pequena amostra, em lata especial, e mediu-se, em baldes graduados, o volume da terra depositada no tanque. Para cada amostra foram feitas as seguintes determinações :

a) pêso bruto inicial (enxurrada + vidro) ou (terra úmida + lata)
b) pêso bruto final (terra sêca + vidro) ou (terra sêca + lata)
c) tara (vidro ou lata).

Com êstes pesos determinou-se o teor de terra sêca contido na enxurrada, e também o teor de umidade da terra arrastada.

Para calcular o teor de terra na enxurrada foram feitas as seguintes operações :

PESAGENS

a) pêso bruto de enxurrada (vidro + água + terra) ... = A
b) pêso bruto de terra sêca (vidro + terra) ..... = B
c) tara (vidro) ..... = C

CÁLCULOS

a) enxurro = pêso inicial — tara = A — C = D
b) água = pêso inicial — pêso final = A — B = E
c) terra = pêso final — tara = B — C = F

$$\text{Percentagem de terra na enxurrada} = \frac{\text{terra x 100}}{\text{enxurro}} = \frac{\text{F x 100}}{\text{D}} = \%$$

No cálculo do fator de conversão de volume para pêso de terra arrastada e que foi decantada, as seguintes operações foram feitas :

PESAGENS

a) pêso bruto de terra úmida (lata + terra + água) ... = S
b) pêso bruto de terra sêca (lata + terra) ..... = T
c) tara (lata) ..... = U

CÁLCULOS

a) lama = pêso inicial — tara = S — U = V
b) terra = pêso final — tara = T — U = X
c) água = pêso inicial — pêso final = S — T = Y

$$\text{Fator de conversão} = \frac{\text{terra}}{100} = \frac{\text{X}}{100} = \text{f}$$

Pelos dados obtidos durante o ano de 1947/48, foi determinado o valor médio de 0,2344% para o teor de terra na enxurrada, em 120 determinações. Também foi determinado o fator de conversão de volume para pêso da terra arrastada, que é decantada, encontrando-se 1,0821 como média de 455 determinações (4).

A quantidade de terra, no exemplo considerado, é encontrada do seguinte modo :

a) terra na enxurrada = (12994,2 x 0,2344)/100 = 30,458 kg
b) terra decantada = 30,0 x 1,0821 ..... = 32,463 kg

Total da terra arrastada naquele dia ..... 62,921 kg

A soma das perdas diárias dá o total das perdas por erosão durante o ano.

Pelos dados assim obtidos, pode-se comparar, com relativa precisão, os prejuízos ocasionados pela erosão em nossas principais culturas e dentro de cada uma delas, e os efeitos advindos do emprêgo das diferentes práticas culturais utilizadas em seu cultivo.

RESUMO

No estado de São Paulo a erosão é ocasionada, em grande parte, pelas águas das chuvas. Estas, desagregando o solo, arrastam sua parte mais útil, levando quantidades consideráveis de sais minerais e de matéria orgânica. Daí o grande interêsse de se avaliar, por meio de sistema coletores, as perdas pela erosão, a fim de se determinar quais as práticas conservacionistas mais eficientes nos vários tipos de solo e modalidades de cultivo.

Em São Paulo, o primeiro dêsses sistemas coletores foi instalado, pela Secção de Conservação do Solo, em 1944, na Estação Experimental de Pindorama, seguindo-se, logo depois, a instalação de outros em Campinas, Mococa e Ribeirão Prêto.

O objeto do presente trabalho é o de apresentar os vários métodos para medição de enxurrada. Fêz-se especial referência ao método de coleta de uma fração alíquota, empregado para determinar as perdas pela erosão, nos talhões experimentais da Estação Experimental de Ribeirão Prêto, situada em zona de solo do tipo terra roxa legítima.

Foi feita uma descrição minuciosa dêste método e do sistema coletor empregado. Para ilustrar seu funcionamento, foram tomados os dados relativos às perdas ocorridas, em um dia de chuva, num sistema coletor instalado em um talhão para estudo de práticas conservacionistas em cafèzal.

Foi, a seguir, apresentada a marcha dos cálculos para determinação do volume de enxurrada, da quantidade de terra na enxurrada e do fator de conversão de volume para pêso de terra arrastada.

Baseando-se nas determinações feitas durante o ano agrícola de 1947/48, verificou-se que, para a terra roxa legítima, o valor médio do teor de terra na enxurrada é de 0,2344% e o fator de conversão de volume para pêso de terra arrastada é de 1,0821. Por êsses valores, calculou-se que o total de terra arrastada, no dia tomado para exemplificação do método, foi de 62,921 kg por 1000 m^2, e para uma precipitação pluviométrica de 88,4 mm.

SUMMARY

The purpose of this paper is to present detailed information that may be helpful to others undertaking soil erosion and runoff studies. A general decription is given of the methods used for determining soil erosion and water losses from experimental plots. A detailed description is presented of the method for colleting a fraction of the total

runoff, using slot divisors of the Geib type. An example is given with calculations showing soil erosion losses, occuring in one single day, from an experimental plot located in Ribeirão Prêto, on purple soil, (terra roxa legítima) and bearing coffee trees on a slope of 6.5%. The average values of soil density in runoff and the conversion factor from volume to weight of soil are also given so that determination of the weight of soil lost from the coffee experimental plot, could be made.

LITERATURA CITADA

1. **Geib, H. V.** A new type of installation for measuring soil and water losses from control plats. Jour. Amer. Soc. Agron. **25** : 429-440. 1933.

2. **Harrold, L. L.** and **D. B. Krimgold.** Devices for measuring rates and amounts of runoff employed in Soil Conservation Service. Tec. Publ. of the Soil Conservation Service of U. S. D. A. 51 : 1-42. 1943.

3. **Marques, J. Q. A.** Relatório da Secção de Conservação do Solo, da Divisão de Experimentação e Pesquisas (Instituto Agronômico). 1943. (Não publicado.)

4. **Marques, J. Q. A., F. Grohmann, J. Bertoni** e **F. M. A. Alencar.** Relatório da Secção de Conservação do Solo, da Divisão de Experimentação e Pesquisas (Instituto Agronômico). 1947/48. (Não publicado.)