

1. INTRODUÇÃO

Conservação do solo deve ser entendida como o uso inteligente e racional do solo, objetivando alcançar o máximo rendimento das culturas por tempo infinito.

Para atingir esse objetivo devem ser utilizados os insumos modernos, tais como fertilizantes e corretivos de solo, cultivares melhoradas, defensivos, manejo adequado do solo e das culturas, etc...

Na parte referente ao manejo do solo é que nos defrontamos com o problema da erosão e seu controle que terá reflexos não só nos rendimentos da agricultura mas, também, na deterioração da qualidade das águas e no assoreamento dos reservatórios de hidrelétricas e das vias de navegação.

2. EROSÃO DO SOLO E SEUS FATORES DETERMINANTES

A erosão hídrica dos solos tem vários fatores determinantes:

2.1. *Erosividade da chuva* - é a capacidade da chuva de erodir o solo e é característico de cada região em função das chuvas que ali ocorrem.

A quantificação da erosividade é feita segundo vários métodos, desenvolvidos para as condições próprias das diferentes regiões do globo terrestre.

Os primeiros cálculos feitos no Rio Grande do Sul, COGO, DREWS e GIANELLO (3), seguiram a metodologia indicada por CABEDA (2).

A distribuição da erosividade da chuva segundo COGO (3), consta na Ta

¹ Palestra apresentada no Curso de Treinamento de Semeadura Direta em Trigo e Soja, realizado no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo no período de 28.08 a 19.09.78.

² Eng^o Agr^o, Mestre em Agronomia, Pesquisador em Conservação de Solos no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo/EMBRAPA, Cx. Postal 569, Passo Fundo, RS.

Tabela 1. Erosividade média absoluta da chuva e distribuição relativa durante o ano nos municípios de Ijuí e Passo Fundo, RS.

Mês	Ijuí		Passo Fundo	
	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)
Janeiro	64,3	7,3	60,5	8,1
Fevereiro	131,4	15,0	118,6	15,8
Março	75,1	8,6	84,3	11,3
Abril	57,9	6,6	20,7	2,8
Maio	39,4	4,5	33,5	4,5
Junho	80,2	<u>9,1</u>	55,4	<u>7,4</u>
Julho	22,4	2,6	32,3	4,3
Agosto	63,2	7,2	54,8	7,3
Setembro	71,4	8,1	44,8	6,0
Outubro	75,6	<u>8,6</u>	45,8	<u>6,1</u>
Novembro	64,2	<u>7,3</u>	66,6	<u>8,9</u>
Dezembro	132,2	<u>15,1</u>	131,1	<u>17,5</u>
Total		100		100

Fonte: COGO, DREWS e GIANELLO (2)

bela 1, em valores absolutos e em percentual, para as regiões de Passo Fundo e Ijuí.

Pode-se observar que em Ijuí a mesma é maior que em Passo Fundo, representando isto que as chuvas em Ijuí são mais erosivas. Ao analisar a distribuição relativa da erosividade da chuva durante o ano verifica-se que as maiores concentrações estão em fevereiro e dezembro. Em junho, outubro e novembro também há uma concentração bastante representativa. A erosividade assume papel de relevante importância quando os maiores valores são registrados em períodos que coincidem com as épocas de preparo do solo e desenvolvimento inicial das culturas. No caso do planalto riograndense estes meses são os de maio e junho para as culturas de inverno e setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro para as culturas de verão.

2.2. *Erodibilidade do solo* - representa a suscetibilidade do solo à erosão.

A erodibilidade é característica para cada tipo de solo e em termos gerais, tal como a erosividade das chuvas, não pode ser alterada.

As primeiras determinações realizadas no latossolo vermelho escuro alíco (unidade de mapeamento Passo Fundo) indicaram ser esse solo moderadamente suscetível à erosão, WÜNSCHE e DENARDIN (9).

2.3. *Topografia*

No fator topografia devem ser considerados dois aspectos: declividade e comprimento de rampa.

A declividade de uma área normalmente não pode ser alterada sem grandes movimentos de terra.

Quanto maior o comprimento de rampa, tanto maior a perda de solo por erosão, DENARDIN (4).

O comprimento de rampa é o fator que no Rio Grande do Sul está sendo mais comumente alterado pela construção dos terraços.

Esse fator tem importância fundamental sobre o volume e a velocidade de escoamento da enxurrada, ou seja, da água que não infiltra no solo.

O espaçamento dos terraços é determinado em função da declividade do terreno, e do volume máximo de água que deverá escoar da área logo acima deste terraço.

2.4. *Culturas*

As culturas são as principais responsáveis pela efetiva proteção do solo contra a erosão, tanto pela cobertura propiciada pelas plantas vivas como pelos restos culturais, quando não eliminados. O efeito desta cobertura se deve principalmente à absorção da energia da chuva e ao fato de pro

propiciar melhores condições para a água infiltrar no solo. _

O aspecto descrito acima fica muito bem caracterizado pela Figura 1, onde se compara a perda de solo em três tratamentos distintos com a chuva e o desenvolvimento da cultura de trigo. Até os sessenta dias de idade da cultura os tratamentos sofreram perdas de solo muito diferentes. Após is so, apesar das chuvas continuarem, as perdas nos três tratamentos se torna ram semelhantes. Isso mostra que com a idade de sessenta dias a cultura de trigo já teve condições de absorver a energia da chuva e mascarar o efeito dos tratamentos, WÜNSCHE e DENARDIN (10).

Quando o solo está descoberto, o impacto da gota da chuva desagrega os agregados do solo em partículas menores que são facilmente arrastadas pela água que escoar, além de obstruírem os poros e criarem uma fina camada compacta na superfície do solo, dificultando a infiltração da água e aumen tando o escoamento.

2.5. Práticas conservacionistas adotadas

A medida em que são utilizadas as práticas conservacionistas mais completas se reduz o efeito da erosão.

Por exemplo, o plantio em nível numa declividade de 2 a 7 %, pode re duzir a erosão para 50 % daquela que ocorreria em plantio morro abaixo, WISCHMEIER & SMITH (8), se for utilizado o terraceamento ou culturas em faixas associado à boa cobertura do solo, seja com restos culturais ou com culturas e estando o solo em boas condições físicas, a erosão pode ser re duzida a um mínimo desprezível ou, pelo menos permanecer, dentro dos limi tes de tolerância.

Perda de solo dentro dos limites de tolerância é aquela que não ultra passa a quantidade de solo novo formado, ou seja, se em condições de solo sob cultivo se formam 25 mm de solo em 30 anos, HUDSON (5), a perda tolera da seria de 0,8 mm/ano.

Se a perda for igual ou menor do que a quantidade de solo formado, is to significa que a capacidade produtiva do solo não será reduzida.

3. PROBLEMÁTICA NO RIO GRANDE DO SUL

3.1. Queima de restos culturais

Os restos culturais são a grande arma de que se dispõe para a luta contra a erosão. São eles que nos propiciam a proteção do solo quando as culturas foram colhidas ou nos estágios iniciais de desenvolvimento das plantas, se não foram queimadas.

Segundo STALLINGS (6) o impacto da gota de chuva sobre o solo desco

berto é responsável por 95 % do processo erosivo.

A cobertura do solo além do efeito amortecedor da energia da chuva vai favorecer a infiltração da água pois reduz a velocidade de escoamento superficial. Quando não se faz o preparo do solo permanecem as raízes da cultura anterior, as quais, após decompostas, também aumentam a permeabilidade do solo.

Resultados de pesquisa do CNPTrigo, Figuras 2 e 3, demonstram o efeito dos restos culturais no controle da erosão e do escoamento superficial.

Na Figura 2 são apresentadas as perdas de solo ocorridas em três métodos de manejo do solo e dos restos culturais em trigo e soja no período de 1976 a 1978. Os tratamentos foram os seguintes:

a) Preparo convencional sem palha: solo preparado da mesma forma que para o tratamento "a", Cultivado com trigo e soja. Controle químico das ervas daninhas e queima dos restos culturais após a colheita (palha queimada).

b) Preparo convencional, com palha: solo preparado e cultivado da mesma forma que no tratamento "b", Restos culturais incorporados por ocasião da layra (palha incorporada),

c) Sem preparo: semeadura direta de trigo e soja. Controle químico das ervas daninhas e restos culturais mantidos na superfície do solo (Direto),

Podem-se observar que nos três cultivos o método mais eficiente foi o plantio direto. A incorporação dos restos culturais, porém, apresentou, em média, um controle de 64 % da erosão ocorrida onde a resteva foi queimada.

O escoamento superficial ou enxurrada ocorrida no mesmo experimento está representado na Figura 3, onde se observa que apenas no primeiro cultivo a mesma foi maior no plantio direto. Nos dois cultivos posteriores infiltrou mais água neste tratamento. O ocorrido na primeira cultura se deve ao fato de ser o primeiro ano de plantio direto, não existindo, conseqüentemente os macroporos deixados pelas raízes decompostas.

3.2. Excessivo preparo do solo

É um grave problema para a conservação do solo na região de cultivo de trigo e soja no sul do Brasil.

Pelas mais diversas razões é realizada a excessiva movimentação do solo; controle de ervas invasoras, preparo de boa sementeira, uniformizar a superfície do solo, etc.,

O problema consiste basicamente no uso do arado pê-de-pato ou arado de discos a profundidade inadequadas, ou seja, muito superficialmente, se

guidas de diversas gradeações superficiais. Essas gradeações além de deixam o solo completamente exposto, pulverizam-no de forma excessiva favorecendo o seu transporte pela enxurrada.

Outro aspecto comum em nossas lavouras são as camadas compactadas sub superficiais. Segundo WIETHÖLTER (7):

Com a realização das operações de preparo do solo sempre a mesma profundidade, vai se formando gradativamente uma camada compactada. Na realidade, ao passar pelo solo qualquer implemento de preparo ocorre a compactação de uma fina camada e, se o implemento for passado sempre na mesma profundidade, esta camada vai ficando aos poucos tão densa que dificulta a infiltração de água no solo.

É comum encontrar solos com uma camada adensada no fundo do sulco da lavra. Esta camada tem sido chamada de pé-de-arado ou sola-de-arado. Uma vez que o solo é preparado normalmente acima desta camada, a compactação é observada apenas abaixo da camada solta. Num experimento de operações de preparo do solo foi verificado que quase todos os implementos agrícolas criam alguma camada compactada, quando trabalham em condições de solo úmido. Assim sendo, há pés-de-arado, de subsoladores, de grades e das rodas das máquinas em geral.

Verificou-se que a ação normal do arado é deixar a superfície do solo solta acima de uma camada densa onde os agregados foram pressionados pelos discos do arado (pelo pé do arado). Microfotográficas demonstraram que nos momentos da compactação formase uma finíssima camada de argila na superfície da camada compactada de alguns mm de espessura (Figura 4). Esta compactação pode diminuir grandemente a permeabilidade do solo.

A grade de discos é igualmente um implemento de afofamento ou compactação do solo. As mesmas forças que causam a penetração dos discos no solo provocando o afofamento, também são responsáveis pela compactação, conforme demonstrado na Figura 4.

De grande importância é a umidade do solo no momento do preparo para evitar a formação das camadas compactadas. O solo deve ser trabalhado quando seus torrões podem ser facilmente rompidos em frações menores entre os dedos, sem aderir aos mesmos.

Normalmente por premência do tempo, essa condição não é respeitada.

O uso de subsoladores deve ser feito apenas quando constatada a presença de compactação pois são implementos que exigem grande consumo de tempo e combustível. Em muitos casos, o próprio pé-de-pato ou o arado utilizado à profundidade suficiente vai resolver o problema. Após rompida a compactação é imprescindível reduzir a profundidade de preparo nos anos poste

riores e melhorar o manejo do solo e dos restos culturais para evitar a criação de pé-de-subsolador e necessitar rompê-lo dentro de pouco tempo, consumindo grande quantidade de energia.

3.3. Revestimento de canais escoadores

Quando é implantado o terraceamento em determinada área torna-se necessário a implantação de canais escoadores para conduzir sem problemas de erosão a água captada e escoada pelos terraços.

No Estado é comum a utilização de valetas desprotegidas ou "voçorocas" para escoar a água dos terraços, sendo esta prática responsável pelo careamento de grande volume de sedimentos para os vales e mananciais de água.

Os canais escoadores devem ser revestidos com espécies de vegetais, especialmente gramíneas, que tenham bom sistema radicular e propiciem completa cobertura do solo. No Rio Grande do Sul pode ser indicado o *Paspalum notatum* ou "grama-forquilha", além de serem construídos de forma adequada.

4. PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS PARA O EFETIVO CONTROLE DA EROSIÃO

- a) Reter a água da chuva onde ela cai;
- b) incrementar a infiltração de água no solo;
- c) reduzir a velocidade de escoamento da água não infiltrada;
- d) aumentar a capacidade de armazenagem de água no solo;
- e) reduzir a evaporação;

Estas condições podem ser facilmente atingidas com a utilização adequada dos restos culturais. Se estes forem mantidos no solo, propiciarão uma ótima cobertura do mesmo, absorvendo a chuva e fazendo com que a água se infiltre no mesmo. O aumento do teor de matéria orgânica no solo, além de aumentar a resistência do solo à erosão vai aumentar a sua capacidade de absorção e retenção de umidade.

O terraceamento, quando bem feito, vai favorecer a redução da velocidade de escoamento e o aumento da infiltração e armazenagem de água no solo.

- f) eliminar o preparo excessivo do solo;

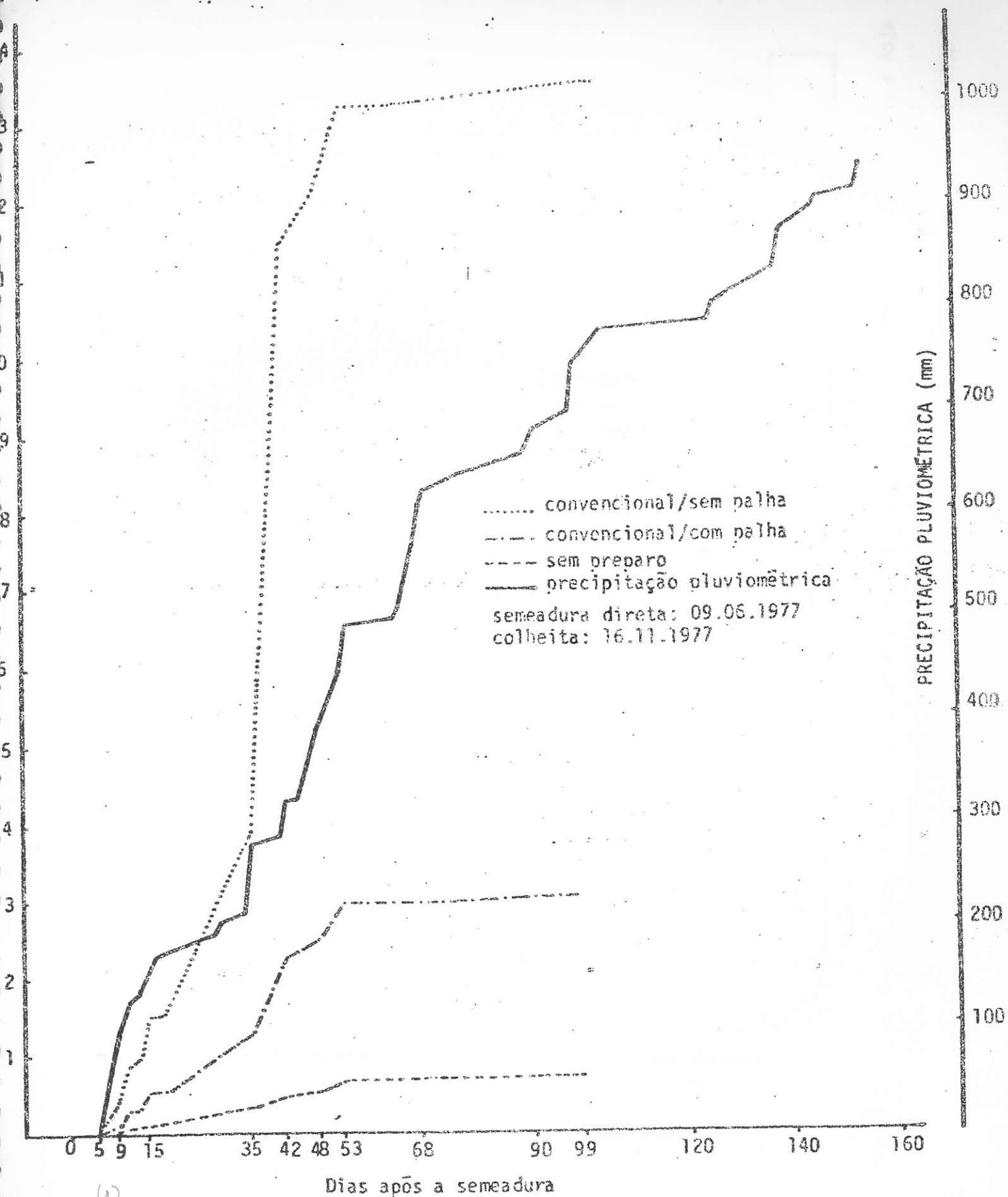
Este é um dos aspectos que está sendo mais desconsiderado no planalto riograndense, e é necessário que o agricultor se conscientize de que não é necessário movimentar com intensidade o solo para obter bons rendimentos.

- g) manejo de áreas terraceadas à nível de bacias hidrográficas:

É imprescindível para se obter um adequado e seguro manejo de canais escoadores para a água de escoamento.

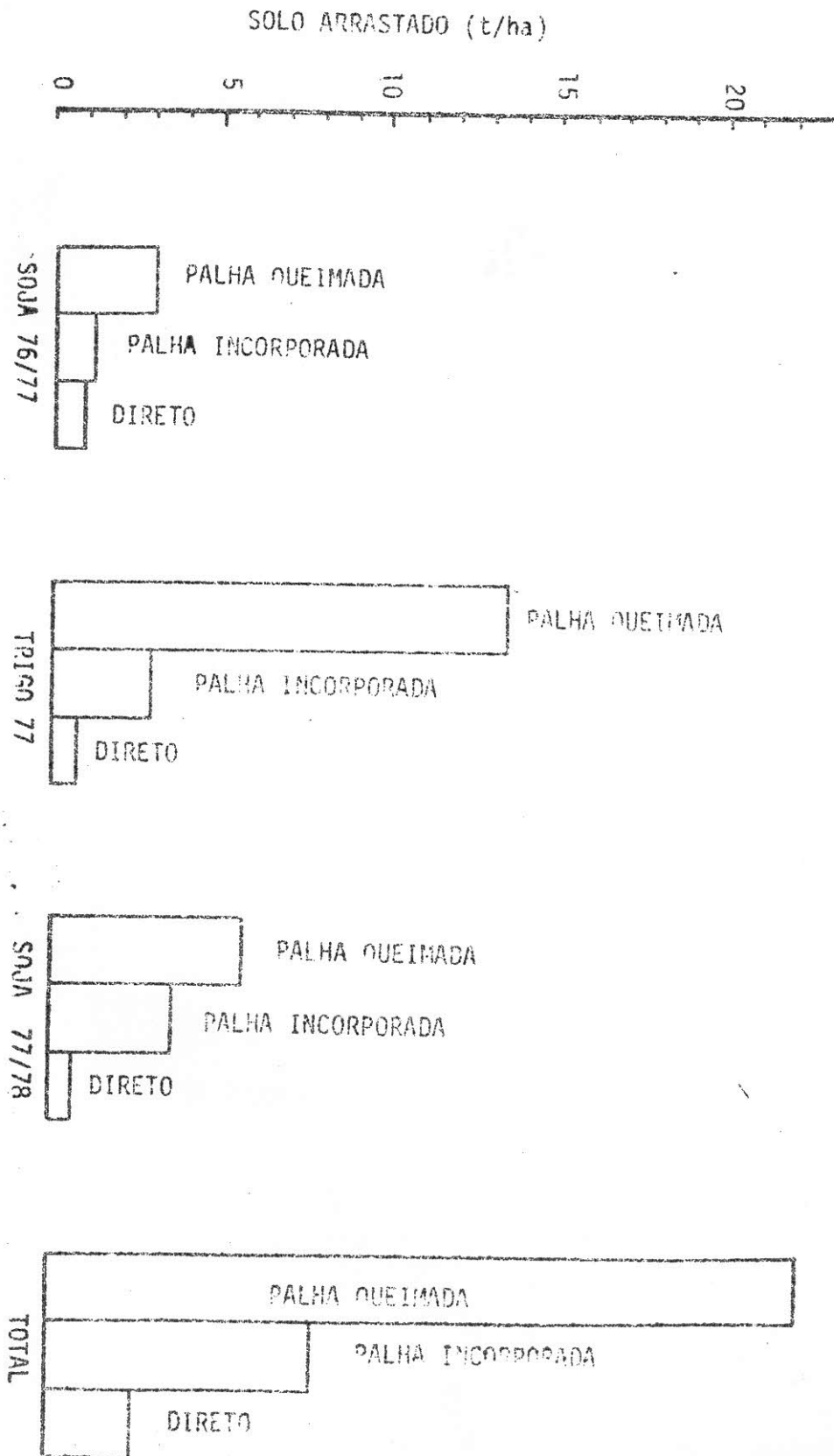
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAVER, L.D. et alii. The dynamics properties of soils. In: Soil Physics. New York, John Wiley, 1972.
2. CABEDA, M.S.V. Computation of storm EI values. West Lafayette, Purdue University, USA, 6p. (mimeografado).
3. COGO, N.P.; DREWS, C.R. & CIANELLO, C. Índice de erosividade das chuvas dos municípios de Guaíba, Ijuí e Passo Fundo no estado do Rio Grande do Sul. s.n.t. n.p. Trabalho apresentado no II Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo, Passo Fundo, 1978.
4. DENARDIN, J.E. Determinação dos fatores erodibilidade do solo e comprimento de rampa de um latossolo vermelho escuro álico. Porto Alegre, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 1978. 88f. Tese Mestrado.
5. HUDSON, Norman. Soil Conservation. Ithaca, New York, Cornell University Press. p. 36. 1971.
6. STALINGS, J.H. Soil Conservation Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs N.J.
7. WIETHÖLTER, S. Considerações sobre manejo do solo para as culturas de Trigo e Soja. Trabalho apresentado na Reunião de Treinamento de Sistemas de Produção para Trigo da ASCAR, Passo Fundo, RS. 1977.
8. WISCHMEIER, Walter H. & SMITH, Dwight D. Predicting Rainfall - Erosion losses from Cropland East of the Rocky Mountains. Guide for selection of practices for soil and water conservation. Washington, USDA, ARS in cooperation with P.A.E.S. 1972. 47p. Agriculture Handbook, nº 282.
9. WÜNSCHE, W.A. & DENARDIN, J.E. Erodibilidade de latossolo vermelho escuro álico (Unidade de mapeamento Passo Fundo) - 1ª aproximação. Passo Fundo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1978. n.p. Trabalho apresentado no II Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo, Passo Fundo, 1978.
10. WÜNSCHE, W.A. & DENARDIN, J.E. Perdas de solo e escoamento de água sob chuva natural em latossolo vermelho escuro nas culturas de trigo e soja. Trabalho apresentado no II Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo, Passo Fundo, 24 a 28.04.78.



(1)
 Figura 1. Perda de solo e precipitação pluviométrica ocorrida em relação ao número de dias após a semeadura, na cultura do trigo em 1977, com três métodos de manejo do solo.

Figura 2. Perda de solo por erosão sob três métodos de manejo do solo e dos restos culturais em Trigo e Soja
 Fonte: MÜNSCHE, CNP/TRIGO/EMBRAPA.



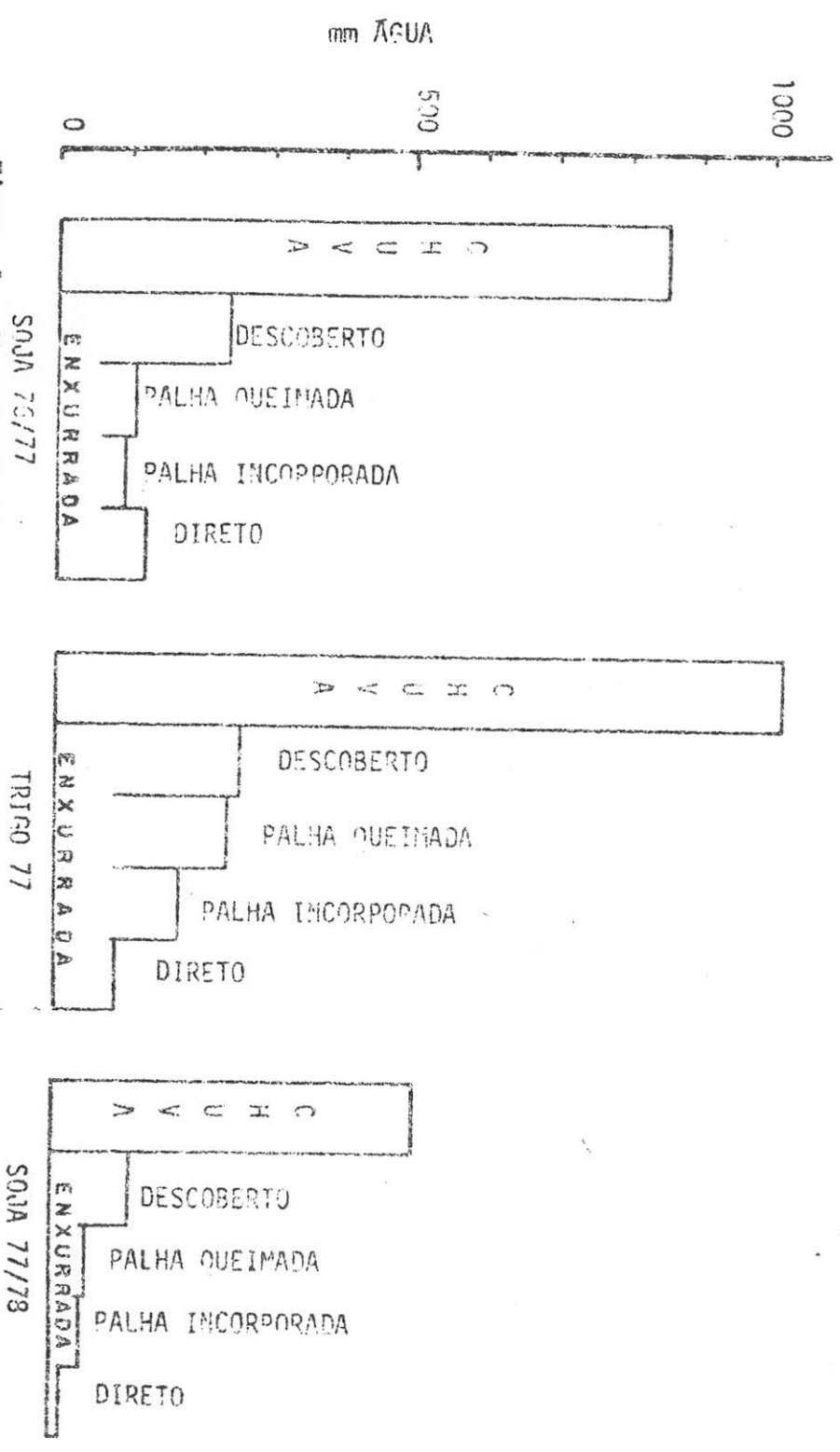


Figura 3. Chuva e escoamento superficial ocorrido sob três métodos de manejo do solo e dos restos culturais em trigo e soja

Fonte: WÜNSCHE, CIPRIANO/EI3PAPA.

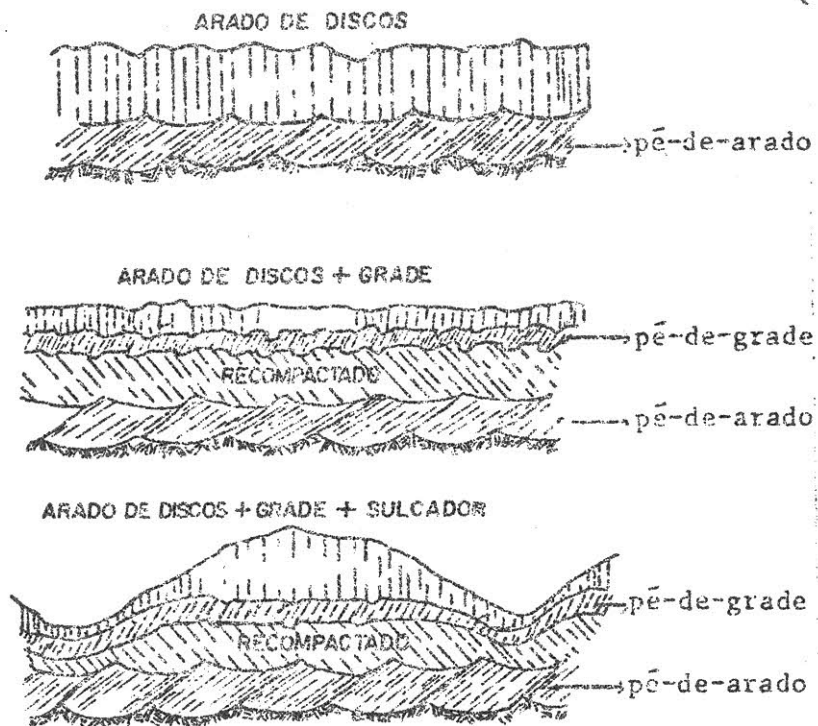


Figura 4. Esquema de formação de camadas com compactadas por implementos de preparo do solo