



IV-007 - ANÁLISE DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM UM SIMULADOR DE CHUVA COM DIFERENTES TIPOS DE SOLOS E DECLIVIDADE

Daniela Mueller ⁽¹⁾

Técnica em Tratamento de Resíduos e acadêmica do curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC.

Karen Scheeren ⁽¹⁾

Técnica em Meio Ambiente e acadêmica do curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC.

Fernando Gewehr ⁽³⁾

Acadêmico do curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC.

Liliana Engleitner Cargnelutti ⁽⁴⁾

Engenheiro Ambiental formado na Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC.

Dionei Delevati ⁽⁴⁾

Professor do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC

Endereço ⁽¹⁾: AvLéo Kraether,1180- Bairro Santo Inácio- Santa Cruz do Sul - RS - CEP: 96880-790 - Brasil - Tel: +55 (51) 3715 1855 - Fax: +55 (51) 3717 7382 – danielamueller@unisc.br

RESUMO

O presente estudo refere-se à prática de laboratório para verificação da relação entre a infiltração de água precipitada e a produção de sedimentos. O experimento consiste em simular chuva sobre diferentes amostras de solo, sob diferentes declividades. A água que infiltra e escoar é drenada pela canalização do experimento e posteriormente analisada quanto à presença de sedimentos. Através do estudo, observa-se que diferentes fatores influenciam na erodibilidade de solos. Observa-se que a presença de matéria orgânica e cobertura vegetal diminuem a exposição do solo ao impacto da gota de água. De acordo com o experimento, observou-se que estes fatores influenciam na quantidade de sedimentos e na turbidez da água percolada, ou seja, na quantidade de solo que foi perdida. O conhecimento do processo erosivo e fatores que o influenciam embasam formas e métodos de seu controle.

PALAVRAS-CHAVE: declividade, precipitação, cobertura vegetal, erosão do solo

INTRODUÇÃO

O processo erosivo causado pela água das chuvas tem abrangência em quase toda a superfície terrestre, em especial nas áreas com clima tropical, onde os totais pluviométricos são bem mais elevados do que em outras regiões do planeta, conforme citação de Guerra (1999). Segundo o autor, o processo tende a acelerar, à medida que as terras são desmatadas ou utilizadas para a produção agrícola, uma vez que os solos ficam desprotegidos da cobertura vegetal e, conseqüentemente, as chuvas incidem diretamente sobre a superfície do terreno. A erosão é um processo pelo qual ocorre o desprendimento, o transporte e a deposição de partículas de solo ou sedimentos. Podem causar grandes impactos ambientais como o assoreamento de cursos d'água.

Considerando que o presente estudo refere-se a Experimento de Laboratório, enfatiza a produção de sedimentos, erosão, por meio de infiltração da chuva simulada em diferentes tipos de solo.

Segundo Guerra (1999), é preciso que se conheça a dinâmica erosiva para evitá-la. O estágio inicia quando a gota de chuva que atinge o solo, conforme ilustrado na figura 01. A ação da gota de chuva, denominada como *splash* ou erosão por salpicamento, prepara as partículas que compõem o solo para serem transportadas pelo escoamento. Segundo o autor, essa preparação se dá tanto pela ruptura dos agregados, quebrando em tamanhos menores, como pela própria ação transportadora que o salpicamento provoca nas partículas dos solos. O papel do *splash* varia com a resistência do solo ao impacto das gotas de chuva e com própria energia cinética das mesmas. Dependendo da energia impactada sobre o solo, vai ocorrer, com maior ou menor facilidade, a ruptura dos agregados. Após a ruptura dos agregados, outros processos se desencadeiam na superfície do solo, no sentido de desestabilizá-lo e dar início ao processo erosivo. Esta sequência do processo erosivo dá-se, segundo o autor, por meio da infiltração de água e a formação de poças, à medida que o solo se

torna saturado. A infiltração ocorre quando a água que atinge o solo escoar por ele, ou seja, atravessa sua superfície. A taxa de infiltração da água no solo é um dos fatores que determinam o escoamento superficial e conseqüentemente a produção de sedimentos, ocorrendo alterações no solo como a redução de sua fertilidade. O escoamento da água, segundo Schumacher (1999), carrega as partículas por meio de fluidização ou por colapso de solo desagregado para as partes mais baixas do terreno. Quanto maior a declividade, mais rápido escorre a água e maior será o volume de solo transportado, ocasionando a erosão.



Figura 1 Vista do Impacto da gota de chuva sobre o solo. Fonte Schumacher (1999).

Solos mais finos têm menor proporção de infiltração se comparados com solos mais grossos, devido o diâmetro de seus poros. A infiltração, segundo Pinto (1976), é um fenômeno que depende da água disponível para infiltrar, da natureza do solo, do estado de sua superfície e das quantidades de água e ar inicialmente presentes no seu interior. Em poucas palavras, os fatores que afetam a infiltração resumem-se à granulometria, teor de umidade inicial, grau de compactação do solo, regime de chuvas, relevo, vegetação, e profundidade do solo. As gotas de chuva que chegam à superfície do solo podem infiltrar nele a uma taxa que diminui com o tempo, pois o solo tem uma capacidade finita para absorção de água. Segundo Pinto (1976), à medida que a água infiltra pela superfície, as camadas superiores do solo vão se umedecendo de cima para baixo, alterando gradativamente o perfil de umidade.

Guerra (1999) destaca que o escoamento da água na superfície dá-se, primeiramente no lençol, depois através de fluxos lineares, que evoluem para microrravinas. Estas microrravinas podem algumas formar cabeceiras, e algumas destas cabeceiras podem bifurcar formando novas ravinas. As ravinas evoluem para vossorocas, cujo custo para recuperação do terreno é imensurável.

A cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra erosão. Bertoni e Lombardi Neto (1985) destacam, a seguir, os principais efeitos da cobertura vegetal:

- Proteção contra o impacto direto das gotas de chuva;
- Dispersão e quebra da energia das águas de escoamento superficial;
- Aumento da infiltração pela produção de poros no solo por ação das raízes;
- Aumento da capacidade de retenção de água pela estruturação do solo por efeito da produção e incorporação de matéria orgânica.

A matéria orgânica que, segundo Guerra (1999), tem fundamental importância na estabilidade dos agregados. O teor de matéria orgânica, juntamente com outras propriedades do solo, afeta diretamente a ruptura dos agregados. Essas propriedades são a textura, a densidade aparente, a porosidade, a estrutura, além de parâmetros relacionados às características das encostas, cobertura vegetal, erodibilidade da chuva, e ao uso e manejo do solo. Apesar de todos esses fatores interferirem sobre os agregados, a maioria dos estudos sobre erodibilidade, tem indicado que, à medida que o teor de matéria orgânica diminui, aumenta a instabilidade dos agregados. A matéria orgânica incorporada no solo permite maior agregação e coesão entre suas partículas, tornando este solo mais estável, mais poroso e com maior poder de retenção de água, quando do impacto das gotas de chuva.



Segundo Agostini (1999), o controle da erosão está, portanto, associado ao manejo adequado do solo, ao teor de matéria orgânica presente no mesmo que aumenta a coesão entre seus agregados, à cobertura vegetal e à forma de precipitação. A redução da erosão é conseguida através das seguintes medidas de controle:

- Proteção da vegetação;
- Disciplinamento do uso / ocupação do solo;
- Práticas agrícolas adequadas;
- Proteção do escoamento das águas;
- Controle dos movimentos de terra em obras de engenharia;
- Reflorestamento de áreas degradadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo consiste em simular a precipitação em laboratório, observando-se seu efeito sobre o solo. Por meio de um precipitador, um chuveiro conectado a uma fonte de água, simula-se a chuva em diferentes tipos de solos. A quantidade precipitada pelo equipamento deve ser calibrada, de modo a ser igual em todos os testes. Na figura 02, pode-se observar a estrutura do equipamento.



Figura 2: Vista da montagem do experimento, sendo alterada em cada etapa, apenas a disposição das amostras de solo, plana/0°, inclinada 15° e 30°.

Na figura 03 observam-se as amostras de solo analisadas. Na sequência, descrição de cada uma delas:

- Solo 1 - Solo nu;
- Solo 2 - Solo Nu com proteção de palha;
- Solo 3 - Solo com alto teor de MO sem proteção;
- Solo 4 - Solo com alto teor de MO com proteção.

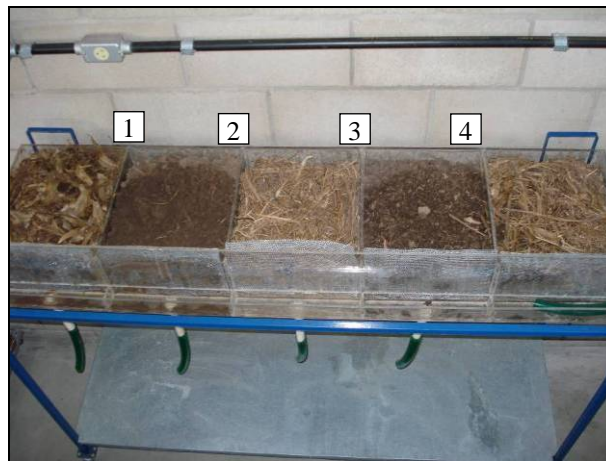


Figura 3: Representação das amostras de solos.

Etapas do experimento:

- Calibrada a precipitação do simulador;
- Definir a área que sofrerá interferência da precipitação.
- Medir inicialmente a umidade do solo em cada amostra;
- Simular a precipitação de chuva sobre cada tipo de solo, dispostas em declividade de 0°, ou seja, no plano. Medir a quantidade de escoada em amostra, respectiva turbidez e sólidos sedimentáveis;
- Simular a precipitação de chuva sobre cada tipo de solo, dispostas em declividade de 15°. Medir a quantidade de escoada em amostra, respectiva turbidez e sólidos sedimentáveis;
- Simular a precipitação de chuva sobre cada tipo de solo, dispostas em declividade de 30°. Medir a quantidade de escoada em amostra, respectiva turbidez e sólidos sedimentáveis;

Cada simulação deve ser realizada num intervalo de 24h, para obter resultados mais expressivos. Concluídas as etapas, faz-se o comparativo entre os resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio da prática em laboratório, é possível verificar os efeitos causados pela infiltração de água precipitada em diferentes solos, em função do tempo. Mede-se a umidade nos boxes, antes da realização de cada etapa. Foi simulada a chuva em cada amostra de solo, sob diferentes declividades, 0°, 15° e 30°. O precipitador permaneceu ligado durante 60 segundos, com vazão de 2,0 litros em 1 minuto, equivalente a 2,0 mm por minuto, em área 0,104825m². A tabela 01 indica os valores obtidos durante a realização do experimento.



Tabela 1 Informação obtida com a realização do experimento.

Tipo de solo	Solo Nu			Solo nu com proteção de palha			Solo com alto teor de MO sem proteção			Solo com alto teor de MO com proteção		
	0°	15°	30°	0°	15°	30°	0°	15°	30°	0°	15°	30°
Declividade	0°	15°	30°	0°	15°	30°	0°	15°	30°	0°	15°	30°
Precipitação de 2mm equivalente em litros (L)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Tempo em segundos (s)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Umidade (%)	80	70	65	90	60	78	60	75	65	80	85	75
Início do escoamento após a precipitação (s)	27	23	21	32	27	26	35	33	30	39	36	39
Total de líquido percolado (L)	1,60	1,55	1,45	1,45	1,40	1,32	1,35	1,34	1,24	1,20	1,10	1,09
Total de líquido retido no solo (L)	0,40	0,45	0,55	0,55	0,60	0,68	0,65	0,66	0,76	0,80	0,90	0,91

Nas figuras 04 e 05 pode-se observar a simulação da chuva sobre o solo, desagregação de partículas e escoamento até a canaleta de drenagem.



Figura 4 Vista da simulação da precipitação do solo nu.



Figura 5: Impacto das gotas de chuva sobre o solo.

Os resultados são expressos no volume e na quantificação dos sedimentos e turbidez do líquido percolado em cada situação. A figura 06 indica a captação da água percolada.



Figura 6 Detalhe da drenagem do experimento.

A serem analisados os dados obtidos com a realização do experimento expressos na tabela 01, é possível observar que a água infiltrada é diretamente proporcional ao ângulo de declive no qual foi feito o experimento. No entanto, o solo que não teve alguma proteção e com menos matéria orgânica, teve maior infiltração de água proveniente da precipitação.

A quantidade de sólidos totais foi proporcional ao declive, se acentuando em maior quantidade no solo sem proteção.

Tabela 2 Solo carregado pelo processo de precipitação simulada

	Solo Nu			Solo Nu c/ proteção de palha			Solo c/ alto teor de MO sem proteção			Solo c/ alto teor de MO c/ proteção		
	0°	15°	30°	0°	15°	30°	0°	15°	30°	0°	15°	30°
Turbidez (NTU)	232	189	165	174	145	136	147	144	130	102	89	76
Sedimentos (ml/L)	3,2	3,3	0,9	2,3	2,5	1,0	2,4	3,0	2,3	2,0	2,6	1,5

CONCLUSÃO

O experimento teve como objetivo a observação da ação de chuva simulada sobre solo exposto, com cobertura vegetal, com matéria orgânica e sem cobertura vegetal, com matéria orgânica e cobertura. Os resultados obtidos indicam que, apesar das limitações que envolvem o experimento, estão de acordo com as informações embasadas em Guerra (1999) e Bertoni e Lombardi Neto (1985), que citam que o teor de matéria orgânica e cobertura vegetal contribuem para a redução da erosão no solo.

A infiltração da água nos experimentos foi proporcional ao seu declive. O solo nu e sem proteção de cobertura vegetal teve maior infiltração. O solo com alto teor de matéria orgânica e com proteção demonstrou maior capacidade de retenção de água quando comparado com os demais, conforme indicado na tabela 01.

A figura 07 indica que, quanto a turbidez da água, maior presença de sólidos suspensos na amostra, os resultados mais expressivos de erosão foram observados no solo nu, sem a presença de matéria orgânica. Tais resultados são expressos de forma decrescente, ou seja, uma menor turbidez amostrada a medida que nos solos foi observada a presença de matéria orgânica e proteção com cobertura vegetal (palhas). O resultado indica ainda que, segundo Guerra, realmente a matéria orgânica é responsável por tornar o solo mais coeso, menos propenso à degradação causada pela água da chuva. Quanto à inclinação, contrário as comprovações técnicas



e de campo onde as áreas com maior declividade geram maiores índices de erodibilidade, no experimento, observa-se que, em cada amostra, quanto maior a inclinação, menor foi a turbidez da água.

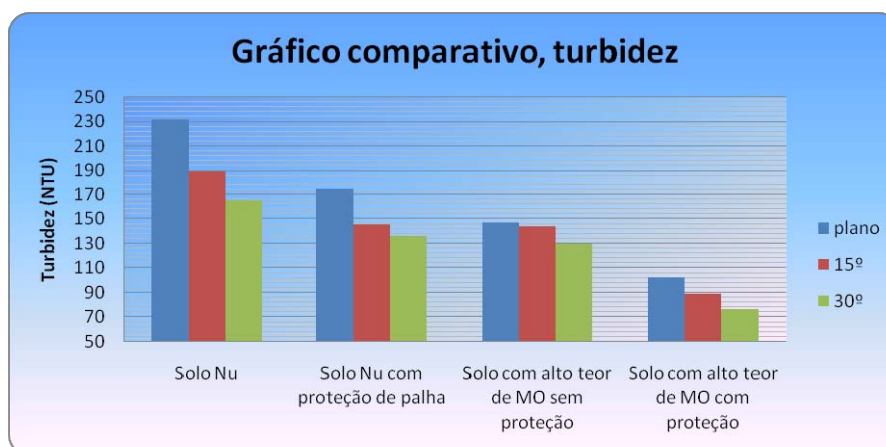


Figura 7: Gráfico da relação do tipo de solo/cobertura e turbidez.

Quanto a produção de sólidos sedimentáveis, os resultados expressos na figura 08 indicam que, se comparadas as amostras de solo, a produção de sedimentos no solo sem proteção foi superior na inclinação de 15° em todas as amostras de solo, sendo que o solo exposto indicou maior erosão.

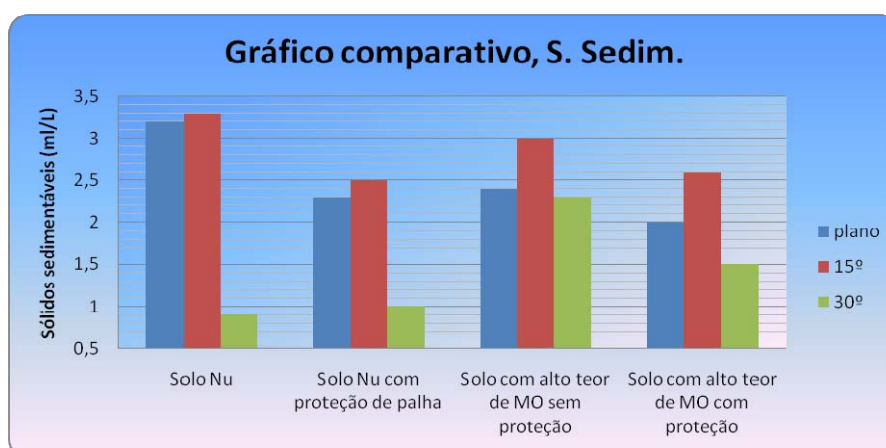


Figura 8: Gráfico comparativo das amostras e sólidos sedimentáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BERTONI, J. e LOMBARDI NETO, F. (1985) – Conservação do Solo – Piracicaba: Livroceres.
2. D'AGOSTINI, Luiz R. *Erosão, o problema mais que o processo*: Ed. Da UFSC, 1999.
3. GUERRA, A. J. T. *Erosão e Conservação dos Solos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.
4. MOTA Suetônio / 2 ed. Aum – *Introdução à Engenharia Ambiental* – Rio de Janeiro: ABES, 2000.
5. SCHUMACHER, Mauro Valdir – *A Floresta e o Solo* – AFUBRA – Porto Alegre RS: 1999.
6. PINTO, Nelson L. de Sousa. *Hidrologia básica*. São Paulo: E. Blücher, 1976.