

ESTUDO E MONITORAMENTO DA PERDA DE SOLO EM CONDIÇÕES CONTROLADAS, UTILIZANDO TERRAS RARAS COMO TRAÇADOR

A. M. Watanabe^{1,2}, A. R. S. Vivaldini⁴, J. M. Villela¹, L. M. P. Rosalem², C. E. M. Braz³, A. R. A. Nogueira³, E. C. Wendland², S. Crestana¹

¹ Embrapa Instrumentação, R. 15 de Novembro, 1451, 13560-970, São Carlos-SP

² Universidade de São Paulo, Av. Trab. São Carlense, 400, 13566-590, São Carlos-SP

³ Embrapa Pecuária Sudeste, Estr. Mun. Guilherme Scatena, São Carlos – SP

⁴ Universidade Federal de São Carlos, Rod. Washington Luiz, 13565-905, São Carlos - SP

* Autor correspondente, e-mail: alex.amw@hotmail.com

Resumo: No Brasil, uma das causas de desgaste que mais colabora para a improdutividade do solo é, sem dúvida, a erosão hídrica. A erosão hídrica, de modo acelerada devida a ação antrópica é tratada globalmente, como uma das ameaças mais graves de degradação das terras atribuídas à agropecuária que leva à perda de água e solo ricos em nutrientes essenciais às plantas, podendo também elevar as perdas de solo maiores que o limite da tolerância de perda de solo, de cada área. A “Tolerância de Perda de Solo” é um termo muito utilizado na área agrônômica para direcionar o uso do solo e as práticas conservacionistas. Com o presente projeto pretendeu-se estudar o fenômeno de perda de solo com a ajuda de traçadores em condições controladas, ou seja, em laboratório. Monitoramos e avaliamos a perda de solo em um miniparcela sob chuva simulada e os resultados mostraram que foram capazes de descrever os fenômenos do processo erosivo e o deslocamento horizontal dos sedimentos.

Palavras-chave: erosão hídrica, traçador e perda de solo.

STUDY AND MONITORING OF SOIL LOSS UNDER CONTROLLED CONDITIONS USING RARE EARTHS AS TRACER

Abstract: In Brazil, one of the causes of erosion that contributes most to soil unproductivity is undoubtedly water erosion. Accelerated water erosion due to anthropic action is treated globally as one of the most serious threats to land degradation attributed to agriculture that leads to loss of water and soil rich in nutrients essential to plants and may also increase soil losses greater than the soil loss tolerance limit of each area. "Soil Loss Tolerance" is a term widely used in the agronomic field to direct land use and conservation practices. This project aimed to study the phenomenon of soil loss with the help of tracers under controlled conditions, ie in the laboratory. We monitored and evaluated soil loss in a mini-plot under simulated rain and the results showed that they were able to describe the erosive process phenomena and the horizontal sediment displacement.

Keywords: water erosion, tracer and soil loss.

1. Introdução

A erosão do solo é um dos problemas relevantes que atingem o equilíbrio do meio ambiente, visto que prejudica sua fertilidade e afeta extremamente as práticas agrícolas (BALASUBRAMANI et al., 2015; WANG et al., 2016). Nas regiões tropicais, a chuva é considerada a principal causa da erosão hídrica, que atua de forma natural na modelagem do relevo devido a remoção, arraste e sedimentação do solo, geralmente assoreando os corpos d'água (CÂNDIDO et al., 2014).

Nos próximos anos, a área agrícola no Brasil se expandirá, esta expansão terá efeitos adversos que incluem erosão do solo, sedimentação do reservatório, problemas de qualidade de água e perda da biodiversidade. (MERTEN; MINELLA, 2013). A “Tolerância de Perda de Solo (TPS)” é um termo

consagrado e muito utilizado na área agrônômica para direcionar o uso da terra e as práticas conservacionistas. Wischmeier e Smith (1978) a definem como a “taxa máxima de erosão anual do solo que pode ocorrer e ainda permitir um alto nível de produtividade a ser obtido economicamente e indefinidamente”.

A “Tolerância de Perda de Solo” é um termo consagrado e muito utilizado na área agrônômica para direcionar o uso da terra e as práticas conservacionistas. Wischmeier e Smith (1978) a definem como a “taxa máxima de erosão anual do solo que pode ocorrer e ainda permitir um alto nível de produtividade a ser obtido economicamente e indefinidamente”. Nota-se, por esta definição, a preocupação com a erosão do solo do ponto de vista de sua fertilidade e da manutenção do mesmo como um recurso natural necessário ao desenvolvimento vegetal.

Neste contexto o presente projeto teve como propósito estudar o fenômeno de perda de solo com a ajuda de traçadores em condições controladas, ou seja, em laboratório. Procurando-se monitorar a perda de solo e avaliar o comportamento do mesmo. Para isso foi utilizado uma miniparcela contendo traçadores marcados com os elementos terras raras (ETRs) onde foi colocada em diferentes condições de chuvas simuladas e declividades, visando acompanhar a perda de solo e de traçadores. Os resultados dados de sedimentos e escoamentos coletados após os experimentos mostraram potencial para entender melhor os processos de erosão como um fenômeno de perda de solo.

2. Materiais e Métodos

2.1. Delineamento experimental

Os ensaios foram realizados em uma microparcela com dimensões (100, 50 e 30 cm), sendo posicionada sob três declividades de 6%, 10% e 12% submetidas a quatro intensidades diferentes de chuvas 40 mm/h, 60 mm/h, 80 mm/h e 120 mm/h simuladas, ou seja, formando doze configurações distintas. Foi utilizado um simulador de chuva que possui um conjunto bomba, tanque e tubulações, além de bicos CH Magno Jet fixos em suporte posicionado a 2,5 m acima da microparcela. A microparcela foi preenchida com o neossolo quartzarênico, na qual o traçador marcador foi inserido em quantidades conhecidas na parte superior, formando uma linha, e posteriormente foram simuladas chuvas com duração de 60 minutos. Durante as simulações foram coletados amostras de sedimento e água em intervalos de 1 minuto e armazenados em recipientes adequados.

Após as simulações de chuva, a água e os sedimentos coletados serão secos em estufa e submetidos a análises químicas para determinar a quantidade de sedimentos e traçadores que chegaram até o ponto de coleta, fase atual do projeto.

2.1.1. Síntese do traçador

Para a síntese da argila marcada (troca de cátions), foi utilizada uma técnica já conhecida para cátions mono e bivalente (MOORE, D. M.; REYNOLDS, R. C. J, 1997). O procedimento consistiu em adicionar 1g de montmorillonita natural a 25 ml de uma solução de Cloreto de lantânio, em um béquer por 24h. Após permanecer 24h sem agitar, o material foi centrifugado por 5min a 7000 rpm para que fosse retirado o material sobrenadante. Feito isso, uma nova solução de 25 ml de Cloreto de lantânio foi adicionada ao material centrifugado e deixado em repouso por mais 48 h. Mais uma vez o sobrenadante foi retirado por meio de uma centrifugação a 7000 rpm por 5min. Para remoção do excesso dos íons lantânio e cloreto da amostra, foram feitas inúmeras lavagens com água destilada, seguido de centrifugações, e medida a condutividade da solução. A solução de Cloreto de lantânio foi fornecida pelas Indústrias Nucleares do Brasil (INB). Trata-se de um resíduo gerado pelo processo de extração de terras raras composta por 9,4% de lantânio, 5,9% de neodímio e 1,62% de praseodímio.

2.1.2. Calibração do simulador de chuvas

O equipamento simulador de chuvas de motor a passo foi ajustado de modo que a pressão da água fosse igual em todos os bicos, entre 0,9 e 1,0 bar. O suprimento de água deu-se diretamente de

um tanque de capacidade 1000 L acoplado a uma bomba d'água. A pressão foi ajustada a partir da abertura da vazão da bomba d'água.

Para calibrar a intensidade das chuvas foi colocada sob o suporte que sustentam os bicos, uma lona esticada cobrindo a superfície total de 0,5 m² da microparcela, a 2,5 metros do nível dos bicos, fazendo com que todo volume de água simulada que caísse sobre a superfície da microparcela fosse coletada e armazenada em um balde graduado.

Com o simulador ligado e os bicos aberto foi ligado o suprimento de água. Ajustou-se a pressão e então foi coletado durante 15 minutos, cronometrados a partir do início da precipitação.

Encerrada a precipitação, mediu-se o volume de água contida no balde graduado em uma proveta graduada, para maior precisão. A intensidade de precipitação foi obtida pela seguinte fórmula.

$$I = \frac{V}{t \times A} \quad (1)$$

Sendo I= intensidade da chuva em mm/h;

V= volume total coletado pela lona na superfície da microparcela em L;

t= tempo de chuva simulada em h e

A= área total da superfície da microparcela em m².

Esse procedimento foi repedido para os quatros intensidades de chuvas, adicionando bicos e mudando suas posições para as respectivas intensidades.

Para calibrar a homogeneidade das chuvas foram colocados 98 béqueres nivelados entre si, no lugar da lona. Completando a área total da superfície da micriparcela, sendo os béqueres de 7,14 cm de diâmetro e 10,0 cm de altura.

Com o simulador ligado e os bicos aberto foi ligado o suprimento de água. Ajustou-se a pressão e então foi coletado durante 15 minutos, cronometrados a partir do início da precipitação.

Encerrada a precipitação, mediu-se o volume de água contida em cada béquer em proveta graduada, para melhor precisão.

Esse procedimento foi repedido para os quatros intensidades de chuvas, adicionando bicos e mudando suas posições para as respectivas intensidades.

O coeficiente de uniformidade foi calculado pela fórmula de (CHRISTIANSEN, 1942).

$$CUC = 100 \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n \times \bar{X}} \right) \quad (2)$$

Sendo CUC= coeficiente de uniformidade, em %;

X_i= precipitação observada em cada coletor;

\bar{X} = média das precipitações e

n= número de coletores.

2.1.3. Tipo de solo e localização

O solo em estudo escolhido foi adquirido da fazenda São José, propriedade da Conquista Agropecuária, no município de Itirapina – SP, coordenadas UTM WGS 1984, 23K 205802 E – 75439565S (OLIVEIRA; NEARING; WENDLAND, 2015). Portanto, o tipo de solo utilizado no estudo é o Neossolo Quartzarênico, representativo da região Oeste do estado de SP (áreas de ocorrência dos sedimentos do Grupo Bauru), que apresenta textura arenosa (85% areia, 12% argila e 3% silte) (OLIVEIRA; NEARING; WENDLAND, 2015).

3. Resultados e Discussão

3.1 Sedimento e escoamento

As tabelas 1 e 2 mostram os dados coletados de sedimento e escoamentos ao final de cada simulação de 1 hora, para cada configuração de intensidade de chuva e declividade. Podemos notar

a homogeneidade nos dados de escoamento para cada simulação de chuva, mostrando a estabilidade do simulador de chuvas. Já os dados de sedimento não seguem uma linearidade isso devido a complexidade dos processos erosivo.

Tabela 1. Dados de sedimentos para cada configuração com duração de 1 hora de simulação.

Gramas		%		
		6	10	12
mm/h	40	49,85	203,11	529,04
	60	238,41	603,93	1130,04
	80	210,45	644,88	804,53
	120	347,88	1088,77	2316,85

Tabela 2. Dados de escoamento para cada configuração com duração de 1 hora de simulação.

Litros		%		
		6	10	12
mm/h	40	18,53	18,75	18,39
	60	28,44	28,90	28,43
	80	39,24	37,16	34,84
	120	61,08	61,26	60,09

3.2. Traçador terras raras

A tabela 3 mostra os teores de terras raras incorporado na argila, quantificado pela técnica ICP-OES, confirmando a incorporação da assinatura química (ETRs).

Tabela 3. Teores de terras raras presente no traçador

	Traçador
La (%)	1,51 ± 0,03
Nd(%)	2,10 ± 0,04
Pr(%)	0,59 ± 0,10

3.3. Calibração do simulador de chuvas

A tabela 4 mostra os dados de intensidade e homogeneidade calculados pela eq. (1) e (2) respectivamente. Apresentando coeficientes de uniformidades superiores a 80%, segundo (CHRISTIANSEN, 1942) podem ser considerados como precipitações de boa distribuição espacial, atingindo por igual toda a extensão da parcela.

Tabela 4. Intensidade e homogeneidade das quatro chuvas calibradas

	Intensidade (mm/h)	Homogeneidade (%)
Chuva 1	41	85
Chuva 2	60	83
Chuva 3	81	85
Chuva 4	121	87

4. Conclusões

Podemos concluir que os resultados obtidos a partir da técnica de ICP-OES do traçador confirmam a incorporação da assinatura química na argila, mostrando apresentar uma assinatura química.

Já o simulador de chuva alcançou as intensidades propostas e apresentou coeficientes de uniformidades superiores a 80%, ou seja, concluindo ser um ótimo simulador.

Por fim concluímos através dos dados coletados de sedimentos e escoamentos a

complexidade dos processos erosivos.

Agradecimentos

Agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa durante o período de realização deste projeto. Também à EMBRAPA Instrumentação, EMBRAPA Pecuária Sudeste e ao Departamento de Engenharia Hidráulica e Saneamento da USP São Carlos, pela infraestrutura cedida.

Referências

- AMORIM, R. S. S. et al. Evaluation of the performance of the USLE, RUSLE and WEPP soil erosion models for different edaphoclimatic conditions in Brazil. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 6, p. 1046–1049, dez. 2010.
- BALASUBRAMANI, K. et al. Estimation of soil erosion in a semi-arid watershed of Tamil Nadu (India) using revised universal soil loss equation (rusle) model through GIS. **Modeling Earth Systems and Environment**, n. Volume 1, Issue 3, 4 jul. 2015.
- CÂNDIDO, B. M. et al. Erosão hídrica pós-plantio em florestas de eucalipto na bacia do rio Paraná, no leste do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 5, p. 1565–1575, out. 2014.
- CHRISTIANSEN, J. E. Irrigation by sprinkling. University of California Agricultural Experiment Station. **Bulletin**, v. 670, p. 124, 1942.
- MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. G. The expansion of Brazilian agriculture: Soil erosion scenarios. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 1, n. 3, p. 37–48, 1 dez. 2013.
- MOORE, D. M.; REYNOLDS, R. C. J. (1997), **X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals, 2ed.; Oxford University Press: Oxford, NY; p 378.**
- NEARING, M. A.; DEER-ASCOUGH, L.; LAFLIN, J. M. Sensitivity analysis of the WEPP hillslope profile erosion model. **Transactions of the ASAE**, v. 33, n. 3, p. 839–849, 1990.
- OLIVEIRA, P. T. S.; NEARING, M. A.; WENDLAND, E. Orders of magnitude increase in soil erosion associated with land use change from native to cultivated vegetation in a Brazilian savannah environment. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 40, n. 11, p. 1524–1532, 2015.
- WANG, Y. et al. Impact of tillage erosion on water erosion in a hilly landscape. **Science of the Total Environment**, v. 551, p. 522–532, 2016.
- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains: Guide for selection of practices for soil and water conservation.** [s.l.] Agricultural Research Service, US Department of Agriculture Washington DC, 1965. v. 282