



Foto: Luciana Gebler

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



COMUNICADO
TÉCNICO

228

Bento Gonçalves, RS
Março, 2023



Orientação para construção de parcelas experimentais para simulação física de erosão e arraste de contaminantes

Luciano Gebler

Orientação para construção de parcelas experimentais para simulação física de erosão e arraste de contaminantes¹

¹ Luciano Gebler, Engenheiro-agrônomo, doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.

A impossibilidade atual de se trabalhar problemas como erosão ou arraste de contaminantes para cada bacia hidrográfica individualmente, após testes de campo em toda sua superfície, faz com que uma das principais formas de apoio seja a aplicação de planejamento antecipado, por meio de simulações de cenários com razoável grau de correlação entre diversos casos. Isto possibilita a redução da incerteza gerada pela aleatoriedade de variáveis, envolvendo principalmente a tomada de decisão por parte do produtor, como, por exemplo, as questões econômicas regionais ou mesmo globais quanto ao uso de determinado manejo, aplicação de insumos, ou ainda, o tipo de cultura a ser implantado em uma área (Sharpley et al., 2001).

Dentre os indicadores de maior peso, o estudo de chuvas intensas sobre a área das microbacias apresenta grande importância ambiental (Wischmeier; Smith, 1978; Cardoso et al., 1998; Mazurana et al., 2009; Santos et al., 2010), pois, em alguns casos, até 90% das perdas de água, solo e alguns contaminantes para enxurradas podem

ocorrer em apenas um ou dois desses eventos no ano (Sharpley, 1995).

Logo, o uso de chuvas simuladas em parcelas para o estudo ambiental de erosão e alguns contaminantes ambientais é uma das maneiras válidas para se obter a compreensão necessária sobre o que ocorre durante uma chuva real em uma bacia (Sharpley et al., 1992; Sharpley; Kleiman, 2003; Avalos et al., 2009), uma vez que há o controle dos fluxos de escoamento e da coleta, reduzindo o risco de incidentes que possam inviabilizar o trabalho (Lafren; Tabatabai, 1984; Pote et al., 1999; Bundy et al., 2001).

A opção pela aplicação de chuvas simuladas em estudos emulando o ambiente natural é suficientemente justificada pelos trabalhos de Lafren; Tabatabai (1984), Pote et al. (1999), Bundy et al. (2001), Engel et al. (2009), Luciano et al. (2009), dentre outros, permitindo maior controle sobre a repetibilidade da precipitação e relativo controle de variáveis aleatórias, como estrutura do solo, inclinação do terreno, exposição solar, dentre outras, que

acabam por individualizar os dados referentes a uma determinada bacia hidrográfica em comparação com outra.

Enquanto não existir uma base de estudos ampla da rede de bacias hidrográficas brasileiras e um banco de informações que disponibilize estes dados ao planejador, o uso de chuvas simuladas é uma opção viável, desde que haja cuidado durante a extrapolação dos resultados (Sharpley, 1995).

Da mesma forma, analisando o tipo de informação disponível para os trabalhos ambientais com alguns contaminantes em recursos hídricos, na falta de dados para uma bacia específica, a prioridade deve ser pela utilização de valores obtidos em situações brasileiras, mesmo que não sejam daquela bacia (Rast; Lee, 1983). Isto deveria ser aplicado levando em conta principalmente questões envolvendo o tipo, manejo do solo e regime pluviométrico, que diferem muito daqueles encontrados nos países temperados (McDowell et al. 2002).

Além da simulação de chuvas, outro fator discutido regularmente é a dimensão das parcelas a serem utilizadas durante as simulações. Hart et al. (2004), baseado em extensa revisão bibliográfica, aponta que diversos autores não lograram consenso sobre a representatividade de testes em pequenas parcelas controladas ser melhor, pior ou similar àqueles testes executados em escala maior, como bacias. Entretanto, afirmam que há concordância dos autores avaliados em sua pesquisa, de que os efeitos aleatórios

do ambiente em macroescala tornam os resultados altamente individualizados.

Por outro lado, Sharpley e Kleiman (2003), avaliando a eficiência de diferentes áreas de captação em regime de simulação de chuva, concluíram que os simuladores maiores (10,7 m x 3,5 m) reproduziam satisfatoriamente o que acontece em microbacias com área entre dois a seis hectares. Portanto, os processos erosivos e de transporte de fósforo reativo total (FRT) em regime de simulação de chuva e de chuva natural são similares, podendo ser utilizados para trabalhos em escala representativa.

Assim, conforme Avalos et al. (2009), apesar das críticas o uso de parcelas experimentais é um meio válido para o estudo dos efeitos do manejo de um determinado solo relacionado com os processos erosivos e o transporte de contaminantes originados de sua superfície.

O objetivo deste documento é disponibilizar uma orientação para construção de parcelas experimentais para simulação física de erosão e arraste de contaminantes que proporcione aos interessados um passo a passo que permita a execução de estudos voltados à segurança da produção e do ambiente, quando o problema envolver processos erosivos ou de arraste de contaminantes sobre o solo.

O trabalho está alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6, 12 e 15 e às metas 6.3, 12.4, 12.5 e 15.5, relacionadas à gestão sustentável da água e redução de contaminantes.

Orientações para a construção de parcelas experimentais

No caso a seguir será demonstrada, por meio de um passo a passo com fotos, a montagem de uma parcela amostral em um terreno com inclinação suave (8% a 15%) e com área de 38,50 m², delimitada por placas galvanizadas com as dimensões de 30 cm de altura (das quais normalmente são cravados 10 cm no solo), 11 m lineares no comprimento do declive e 3,50 m lineares na largura da parcela. Entretanto, estas mesmas orientações podem ser aplicadas para parcelas experimentais independentes de suas dimensões de tamanho ou área.

Em vista da inclinação do terreno, na parte baixa, é instalada uma estrutura

coletora na forma de funil, que reunirá toda a água de escoamento superficial em um único ponto, conduzido por um tubo de 75 mm de diâmetro e seis metros de comprimento até o ponto de coleta (Leite et al., 2004; Amaral et al., 2008; Engel et al., 2009).

Nessa descrição, notam-se dois cuidados: o cravamento de chapas numa profundidade suficiente que permita às paredes se sustentarem e, ao mesmo tempo, impedir a infiltração subsuperficial que poderia mascarar o experimento; e a forma ou mecanismo de coleta, onde há a preocupação da reunião do fluxo de saída em um só ponto, permitindo a coleta e a mensuração, além de evitar perdas não programadas.

Os passos para a construção são os descritos na sequência de fotos (Figuras de 1 a 10) a seguir.

Foto: Luciano Gebler



Figura 1. Escolher um local com uma rampa ou declive suave, entre 8 e 15%, para formação de fluxos erosivos e de arraste.



Foto: Luciano Gebler

Figura 2. Delimitar o local das paredes da parcela com estacas.



Foto: Luciano Gebler

Figura 3. Eliminar a vegetação e limpar o local das paredes da parcela.

Foto: Luciano Gebler



Figura 4. Posicionar o coletor na parte inferior da parcela. Esta é uma etapa delicada, pois se o coletor não estiver devidamente posicionado ou estiver fora de nível, resultará em erros que poderão comprometer o trabalho de coleta.

Foto: Luciano Gebler



Figura 5. Acertar o coletor quanto aos desvios mais grosseiros de solo, utilizando solo que deve ser compactado, nunca pedras ou materiais orgânicos percíveis, principalmente, em trabalhos de longo prazo.



Foto: Luciano Gebler

Figura 6. Fazer o ajuste fino no sentido lateral.



Foto: Luciano Gebler

Figura 7. Nivelar e centralizar o coletor.

Uma vez que o coletor esteja devidamente ajustado, parte-se para a instalação das paredes da parcela,

utilizando-se uma marreta e um protetor de madeira (nunca martelar diretamente na chapa).

Foto: Luciano Gebler



Figura 8. Instalar as paredes da parcela.

Foto: Luciano Gebler



Figura 9. Manter o alinhamento entre as estacas e a sobreposição com a chapa anterior.

Após as três paredes estarem devidamente cravadas é que se faz a instalação dos cantos das parcelas. Estes são chapas previamente preparadas com

um ângulo de 90°, que são colocadas somente na parte. Deve-se cuidar para se observar a superposição com chapas as chapas das paredes já fixadas.



Fotos: Luciano Gebler

Figura 10. Posicionar a chapa de canto superior (A); cravar a chapa de canto superior (B).

Após o trabalho com o coletor e as chapas, algumas ações são necessárias para garantir que influências externas não atrapalhem a formação dos fluxos erosivos e o arraste dos contaminantes na parcela experimental e também não alterem os resultados obtidos durante o experimento.

Uma delas diz respeito à limpeza das plantas remanescentes junto às paredes e o achego de terra externamente, a fim

de garantir que a água interna não saia por nenhum ponto ao longo das paredes da parcela.

Também é necessário construir um canal na parte superior da parcela, e, se for o caso, nas laterais, a fim de impedir que o excesso de água externa produzido pelo simulador force as paredes e penetre na área da parcela, gerando volumes indevidos de solo e água.

Foto: Luciano Gebler



Figura 11. Valetamento, limpeza e achego de terra junto às paredes.

Além desta limpeza externa, deve-se efetuar uma limpeza geral de restos de solo, pedras e matos na parte interna da parcela, principalmente na região do coletor, pois este material “contaminante” pode contribuir para erros nos resultados dos experimentos, principalmente naquele executado na primeira chuva após a montagem da parcela. É importante catar, varrer e recolher todos os particulados soltos nessa região.

Uma vez que a parcela experimental esteja pronta, já é possível se trabalhar com experimentos ou simulações



Foto: Luciano Gebler

Figura 12. Particulados soltos no coletor de água da parcela, que devem ser retirados antes da chuva simulada.

envolvendo chuvas naturais. Para tanto é necessário lembrar de preparar o instrumento de medição de fluxo ou coletor final, prevendo-se que ele será suficiente para os volumes de chuva máximos que ocorrem regularmente na região. Assim, será possível coletar e medir tanto a água quanto o sedimento e o contaminante, quando for o caso, após a ocorrência de uma chuva, calculando-se o fluxo pela unidade de tempo.

Para monitoramento da precipitação, é necessária a instalação de pluviômetros na área da ocorrência das chuvas. Eles podem ser fabricados com latas ou mesmo adquiridos comercialmente dentre as diversas opções de material existente no mercado. Sugere-se um número de 20 no total, permitindo o descarte dos valores considerados outliers (os dois muito superiores e os dois muito inferiores), conforme a Figura 13.

No caso de uso de simulador de chuva, pode-se utilizar mais de uma parcela, dependendo do modelo empregado. O modelo de braços rotativos Swanson (1965), por exemplo, permite a utilização de duas parcelas de 38,5 m² de superfície por chuva simulada, conforme o esquema da Figura 14 e visualização do sistema finalizado nas Figuras 15 e 16.

Na saída dos canos de drenagem da área, é feita a medição do fluxo erosivo e a coleta de amostras de sedimentos para posterior quantificação e análise química dos sedimentos arrastados (Figura 17).



Figura 13. Instalação dos pluviômetros fabricados (em cor verde) ao redor da parcela de simulação

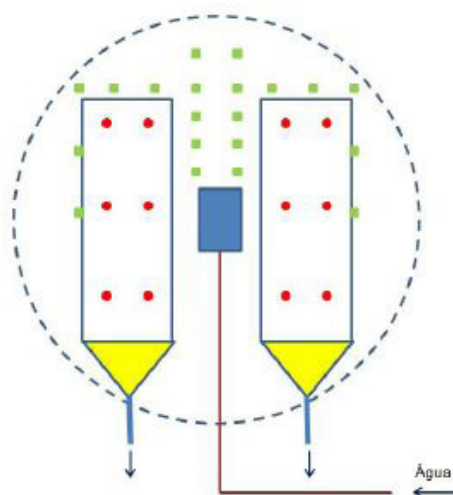


Figura 14. Arranjo espacial do simulador (quadrado azul) e das coletas de solo (pontos vermelhos), sedimento, contaminantes e água (setas). Os pontos verdes são pluviômetros de monitoramento. Ilustração: Luciano Gebler



Foto: Luciano Gebler

Figura 15. Posicionamento do sistema durante a execução da simulação de chuva e avaliação dos danos ambientais da queima de campo, observando-se as parcelas experimentais, os canos para coleta do fluxo erosivo (cor branca), o simulador e os pluviômetros.



Foto: Luciano Gebler

Figura 16. Posicionamento do sistema em operação na fruticultura com o simulador, as parcelas experimentais e encanamentos.



Figura 17. Monitoramento do fluxo erosivo (A) e coleta de amostras de sedimentos (B).

Considerações finais

A grande vantagem do trabalho com parcelas experimentais é a possibilidade de simular situações problemáticas em locais com diversas condições ambientais da agricultura.

Dessa forma, o estudo da erosão e do transporte de contaminantes no âmbito da microbacia pode ser representado, desde que haja cuidado nas extrapolações. Ao mesmo tempo, ele permite testar, elucidar e embasar modelos teóricos que podem ser transportados para situações reais em um tempo muito menor do que se houvesse a necessidade de esperar que eventos similares ocorram em áreas reais.

Mantendo-se as devidas proporções e cuidados de extrapolação, o trabalho com parcelas experimentais e simulação de eventos ambientais pode ser de

extrema utilidade nos novos desafios que a agricultura brasileira tem em seu futuro.

Referências

- AMARAL, A. J. do; BERTOL, I.; COGO, N. P.; BARBOSA, F. T. Redução da erosão hídrica em três sistemas de manejo do solo em um cambissolo húmico da região do planalto sul-catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 5, p. 2145-2155, Out. 2008. DOI 10.1590/S0100-06832008000500035.
- AVALOS, J. M. M.; FOUZ, P. S.; VÁZQUEZ, E. V.; GONZÁLEZ, A. P.; BERTOL, I. Crop residue effects on organic carbon, nitrogen and phosphorous concentrations and loads in runoff water. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 40, n. 1-6, p. 200-213, Mar. 2009. DOI 10.1080/00103620802625542.
- BUNDY, L. G.; ANDRASKI, T. W.; POWELL, J. M. Management practice effects on phosphorus losses in runoff in corn production Systems. **Journal of Environmental Quality**, v. 30, n. 5, p. 1822-1828, Sep./Oct. 2001. DOI 10.2134/jeq2001.3051822x.
- CARDOSO, C. O.; ULMANN, M. N.; BERTOL, I. Análise de chuvas intensas a partir da desagregação das chuvas diárias de Lages e

- Campos Novos (SC). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 1, p. 131-40, Mar. 1998. DOI 10.1590/S0100-06831998000100018.
- ENGEL, F. L.; BERTOL, I.; RITTER, S. R.; GONZÁLEZ, A. P.; PAZ-FERREIRO, J.; VIDAL VÁSQUEZ, E. Soil erosion under simulated rainfall in relation to phenological stages of soybeans and tillage methods in Lages-SC-Brasil. **Soil e Tillage Research**, v. 103, n. 2, p. 216-221, May 2009. DOI 0.1016/j.still.2008.05.017.
- HART, M. R.; QUIN, B. F.; NGUYEN, M, L. Phosphorous runoff from agricultural land and direct fertilizer effects: a review. **Journal of Environmental Quality**, v. 33, n. 6, p. 1954-1572, Nov./Dec. 2004. DOI 10.2134/jeq2004.1954.
- LAFLEN, J. M.; TABATABAI, J. M. Nitrogen and phosphorous losses from corn -soybean rotations as affected by tillage practices. **Soil and Water**, p.58-63, 1984.
- LEITE, D.; BERTOL, I.; GUADAGNIN, J. C.; SANTOS, E. J.; RITTER, S. R. Erosão hídrica em um nitossolo háplico submetido a diferentes sistemas de manejo sob chuva simulada: perdas de nutrientes e carbono orgânico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 6, p. 1045-1054, Dec. 2004. DOI 0.1590/S0100-06832004000600012.
- LUCIANO, R. V.; BERTOL, I.; BARBOSA, F. T.; VÁSQUEZ, E. V.; FABIAN, E. L. Perdas de água e solo por erosão hídrica em duas direções de semeadura de aveia e ervilhaca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 3, p. 669-676, Jun. 2009. DOI 0.1590/S0100-06832009000300019.
- McDOWELL, R. W.; BROOKES, P. C.; MAHIEU, N.; POULTON, P. R.; JOHNSTON, A. E.; SHARPLEY, A. N. The effect of soil acidity on potentially mobile phosphorus in a grassland soil. **The Journal of Agricultural Science**, v. 139, n. 1, p. 27-36, Oct. 2002. DOI 10.1017/S0021859602002307.
- MAZURANA, J.; CASSOL, E. A.; ELTZ, F. L. F.; BUENO, A. C. Erosividade, padrões hidrológicos e período de retorno das chuvas erosivas de Santa Rosa (RS). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, suppl. p. 975-983, Dez. 2009. DOI 0.1590/S1415-43662009000700021.
- POTE, D. H.; DANIEL, T. C.; NICHOLS, D. J.; SHARPLEY, A. N.; MOORE, P. A.; MILLER JR., D. M.; EDWARDS, D. R. Relationship between phosphorus levels in three ultisols and phosphorous concentrations in runoff. **Journal of Environmental Quality**, v. 28, n. 1, p. 170-175, Jan. 1999. DOI 10.2134/jeq1999.00472425002800010020x.
- RAST, W.; LEE, G. F.; ASCE, M. Nutrient loading estimates for lakes. **Journal of Environmental Engineering**, v. 109, n. 2, p. 502-578, April 1983. DOI 10.1061/(ASCE)0733-9372(1983)109%3A2(502).
- SANTOS G. G.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 115-123, Fev. 2010. DOI 10.1590/S1415-43662010000200001.
- SHARPLEY, A. Identifying sites vulnerable to phosphorous loss in agricultural runoff. **Journal of Environmental Quality**, v. 24, n. 5, p. 947-951, Sept. 1995. DOI 10.2134/jeq1995.00472425002400050024x.
- SHARPLEY, A.; KLEINMAN, P. Effect of rainfall simulator and plot scale on overland flow and phosphorous transport. **Journal of Environmental Quality**, v. 32, n. 6, p. 2172-2179, Nov. 2003. DOI 10.2134/jeq2003.2172.
- SHARPLEY, A. N.; McDOWELL, R. W.; KLEINMAN, P. J. A. Phosphorus loss from land to water: integrating agricultural. **Plant and Soil**, v. 237, p. 287-307, Dec. 2001. DOI 10.1023/A:1013335814593.
- SHARPLEY, A. N.; SMITH, S. J.; JONES, O. R.; BERG, W. A.; COLEMAN, G. A. The transport of bioavailable phosphorus in agricultural runoff. **Journal of Environmental Quality**, v. 21, n. 1, p. 30-35, Jan. 1992. DOI 10.2134/jeq1992.00472425002100010003x.
- SWANSON, N. P. Rotating-boom rainfall simulator. **Transactions of the ASAE**, v. 8, n. 1, p. 71-72, 1965. DOI 10.13031/2013.40430.
- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington: United States Department of Agriculture, 1978. 58p.

Embrapa Uva e Vinho

Rua Livramento, 515 - Caixa Postal 130
95701-008 Bento Gonçalves, RS

Fone: (0xx) 54 3455-8000

Fax: (0xx) 54 3451-2792

www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Publicação digitalizada (2023)



MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA E
PECUÁRIA**



Comitê Local de Publicações
da Embrapa Uva e Vinho

Presidente

João Caetano Fioravanço

Secretário-Executivo

Edgardo Aquiles Prado Perez

Membros

Fernando José Hawerth, Jorge Tonietto,

Renata Gava, Rochelle Martins Alvorcem

Silvana Buriol, Thor Vinicius Martins

Fajardo

Supervisão editorial

Klecius Ellera Gomes

Revisão de texto

Renata Gava

Normalização bibliográfica

Rochelle Martins Alvorcem CRB10/1810

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Renata Gava

Foto da capa

Luciano Gebler

CGPE: 18033