



UTILIZAÇÃO DE RUGOSÍMETRO A LASER E SIMULADOR DE CHUVAS PARA INVESTIGAR DOIS PREPAROS DIFERENTES DE SOLO SOB PROCESSOS EROSIVOS

J. Bramorski¹, I.C. De Maria², R.L.E. Silva³, S. Crestana⁴

- (1) Escola de Engenharia de São Carlos, EESC/USP, Av. Trabalhador São-Carlense, 400, 13566-590, São Carlos, SP, bramorski@gmail.com
- (2) Instituto Agrônômico, IAC/SAA-SP, Av. Barão de Itapura, 1481, 13020-902, Campinas, SP, icdmaria@iac.sp.gov.br
- (3) Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, Rodovia Anhanguera, km 174, 13600-970. Araras, SP, renatolemos.silva@bol.com.br
- (4) Embrapa Instrumentação Agropecuária, Rua Quinze de Novembro, 1452, 13560-970, São Carlos, SP, crestana@cnpdia.embrapa.br

Resumo: O presente estudo teve por objetivo a obtenção de medidas de rugosidade superficial do solo através do rugosímetro a laser sob diferentes intensidades de chuvas simuladas. O uso destes equipamentos resulta na obtenção mais rápida de dados em campo e mais precisas em relação aos rugosímetros de agulha. Os dados obtidos foram correlacionados com os processos de perda de solo e água durante a enxurrada em diferentes métodos de preparo do solo, em parcelas experimentais de erosão. Constatou-se que nas parcelas com preparo convencional, a rugosidade e a tortuosidade influenciaram mais os volumes de água escoados superficialmente do que a perda de solo. Constatou-se haver forte relação entre estas variáveis neste tipo de preparo. Os equipamentos utilizados permitiram a obtenção de grande quantidade de dados, evidenciando a importância de seu uso em investigações de campo na área de ciências do solo.

Palavras-chave: rugosímetro a laser, simulador de chuvas, parcelas de erosão, rugosidade do solo, perda de solo.

USE OF RUGOSIMETER LASER AND RAINFALL SIMULATOR IN THE INVESTIGATION OF RELATIONS BETWEEN SURFACE SOIL CONDITIONS AND SOIL EROSION

Abstract: The main purpose of this paper was to obtain measurements of the soil surface roughness by rugosimeter laser under different intensities of simulated rainfall. The use of this equipment results in faster and more accurate data collection in the field if compared to other methods. The data were correlated with the processes of soil loss and water during the flood in different tillage on experimental plots. It was found that in plots with conventional tillage, roughness and tortuosity influenced more volumes of water drained superficially than the soil loss. It found there is a strong relationship between these variables in this type of preparation. The equipments used allowed us to obtain large amount of data, highlighting the importance of its use in field investigations in soil science area.

Keywords: rugosimeter laser, rainfall simulator, erosion plots, soil roughness, soil losses.

1. Introdução

A rugosidade presente na superfície do solo pode retardar a enxurrada pelo armazenamento temporário de água nas microdepressões do solo, diminuir a velocidade e o volume da mesma e ainda aumentar a retenção de sedimentos e, conseqüentemente minimizar as perdas de solo por erosão (ALLMARAS et al., 1966; ALVAREZ-MOZOS, 2011).

A maioria dos estudos que analisam a rugosidade dos solos e suas relações com os processos erosivos utilizam o rugosímetro de agulhas que, em geral, se baseia no registro fotográfico de um conjunto de 20 agulhas que, assentadas sobre o solo, representam, na extremidade superior, o microrelevo do terreno (LIÑARES & CASTRO, 1998).

Em comparação com o rugosímetro a laser, representa um método menos oneroso, porém menos preciso. Além disso, a obtenção de dados de rugosidade ocorre numa escala muito pequena em relação ao “laser” e, ainda, as agulhas causam a destruição da rugosidade durante a operação de leitura, dificultando medições sucessivas em um mesmo ponto.

Alguns trabalhos relacionados a perdas de solo e água vêm utilizando aparelhos que simulam chuvas, (PANACHUKI et al., 2010; TARTARI et al., 2012;) como uma maneira de controlar e apressar a obtenção de dados importantes a respeito de práticas de manejo e conservação do solo. Com o uso de simuladores de chuva,

vários eventos de chuva de diferentes intensidades e energia cinética podem ser produzidos e reproduzidos a qualquer tempo, tornando o trabalho mais prático

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi a obtenção de medidas de rugosidade superficial do solo através do rugosímetro a laser, sob diferentes intensidades de chuvas simuladas e suas relações com os processos de perda de solo e água durante a enxurrada em diferentes métodos de preparo do solo.

2. Materiais e Métodos

2.1 Localização do experimento

O trabalho foi desenvolvido em campo, na área experimental da EMBRAPA Pecuária Sudeste (Fazenda Canchim), coordenadas UTM 206219,7569671, no município de São Carlos/SP. O solo no local do experimento é constituído de um Latossolo Vermelho Amarelo Álico, A moderado, textura média e declividade de 3%, cuja utilização ao longo dos anos consistiu basicamente em experimentos de plantio de aveia com semeadura direta.

2.2. Delineamento experimental

A área experimental foi delineada com a implantação de parcelas com dimensões de 3,5 m de largura por 11,00 m de comprimento, paralelas ao declive. Cada parcela foi delimitada nas extremidades por placas de compensado naval de 0,20 m de largura, cravadas 0,10 m no solo. Na extremidade inferior foi deixado um orifício ao qual foi acoplado um tubo de PVC que conduziu a enxurrada até uma caixa coletora com capacidade de 1,0 m³. Foram utilizados dois tratamentos, com três repetições: três parcelas com solo submetido ao preparo convencional (aração+duas gradagens) e três parcelas mantidas com solo sem preparo.

2.3. Aparelho simulador de chuvas

Foram aplicadas chuvas simuladas com utilização de um simulador de chuvas de braços rotativos (LOMBARDI NETO et al., 1979), o qual cobria duas parcelas simultaneamente (Figura 1a). Tal aparelho possui 30 bicos, distribuídos de forma helicoidal em 10 braços, com comprimento de 7,5 m cada um, formando uma espiral concêntrica. Durante a condução do experimento, o simulador operou com 15 bicos abertos para produzir chuvas com intensidade planejada de 30 mm h⁻¹ e 30 bicos abertos para chuvas com intensidade de 70 mm h⁻¹. Foram realizadas três aplicações sucessivas de chuvas simuladas, com intervalos de 24 horas entre elas, com as seguintes intensidades: 1a chuva com 30 mm/h, 2a chuva com 30 mm/h e 3a chuva com 70 mm/h. As chuvas de 30 mm/h tiveram tempo de duração de 12 minutos e as chuvas de 70 mm/h, 6 minutos.

2.4. Rugosímetro a laser

Para efetuar a leitura da superfície do solo foi utilizado um rugosímetro a laser (Figura 1 b) acoplado a um computador portátil para registro automático das leituras (DE MARIA et al., 2003). Este equipamento cobre uma área de 1m² e determina a variação de alturas de dados pontuais espaçados a cada 1 cm, resultando em 10.000 pontos de leitura.

A rugosidade do solo foi avaliada imediatamente após o preparo do solo, inclusive nas parcelas sem preparo e, após cada evento de chuva simulada. Todas as parcelas foram mantidas sem cobertura por plantas, palha ou resíduos.

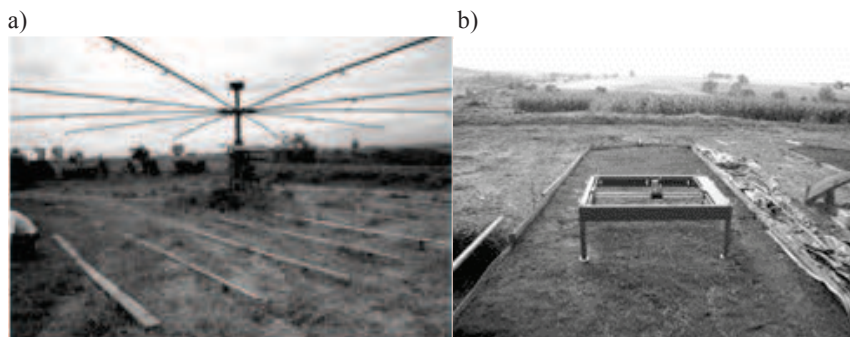


Figura 1. (a) Aparelho simulador de chuvas de braços rotativos e (b) rugosímetro a laser instalado em uma das parcelas experimentais.

O índice de rugosidade (RR) superficial do solo foi calculado pelo método proposto por ALLMARAS et al., (1966), modificado por CURRENCE & LOVELY (1970). Com os mesmos dados das leituras calculou-se o índice de tortuosidade (T), conforme proposto por BOINFFIN (1984).

2.5. Determinação das perdas de água e solo

Para a determinação do volume de água escoada superficialmente e da perda de solo, foram coletadas as enxurradas em cada parcela, após cada evento de chuva simulada. Em laboratório, procedeu-se a determinação do volume de água e posteriormente, da concentração de sedimentos (g/L), através do método de evaporação.

3. Resultados e Discussão

3.1. Efeito da chuva sobre a rugosidade e tortuosidade do solo

A intensidade das chuvas simuladas influenciou os valores de rugosidade superficial com tendência de diminuição dos valores em solo sem preparo, conforme também observado por Bertol et al., (2006). Nas parcelas com preparo constatou-se um pequeno aumento de RR ao final da chuva de maior intensidade, em relação à chuva anterior.

Pode-se inferir que chuvas de maior intensidade sobre solo mobilizado pelo preparo e sem cobertura, ocasionam o sulcamento da superfície, traduzidas em aumento da rugosidade.

Considerando o baixo volume de chuvas aplicadas no presente experimento, acredita-se que a tendência ao decaimento dos valores de rugosidade se confirmaria ao longo de demais chuvas sucessivas, como constatado por Eltz & Norton (1997) e Bertol et al., (2006) que utilizaram volumes de chuva até 5 vezes superior.

A tortuosidade (T) do solo diminuiu em função da intensidade das chuvas, concordando com os resultados obtidos por Vidal Vasquez (2002) e Bertol et al., (2006). Os valores de T foram reduzidos em decorrência da primeira chuva nos dois tratamentos. Os valores de RR e T são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios de RR, T, perda de solo e perda de água ao longo dos eventos de chuva simulada (intensidade 30 mm/h, 30 mm/h e 70 mm/h).

Chuva	RR	T	Perda de Solo (g/L)	Perda de Água (L)
SSP				
1	4,61	54,19	2,27	0,90
2	4,76	41,33	1,10	1,07
3	4,48	39,79	1,79	10,33
SPC				
1	11,80	99,73	2,67	0,40
2	11,19	64,52	1,97	4,40
3	11,34	77,17	4,44	5,59

Fonte: Bramorski, (2007) e Bramorski et al., (2012).

A Figura 2 apresenta o microrrelevo do solo antes das chuvas simuladas e após a última chuva, nos dois tipos de preparo.

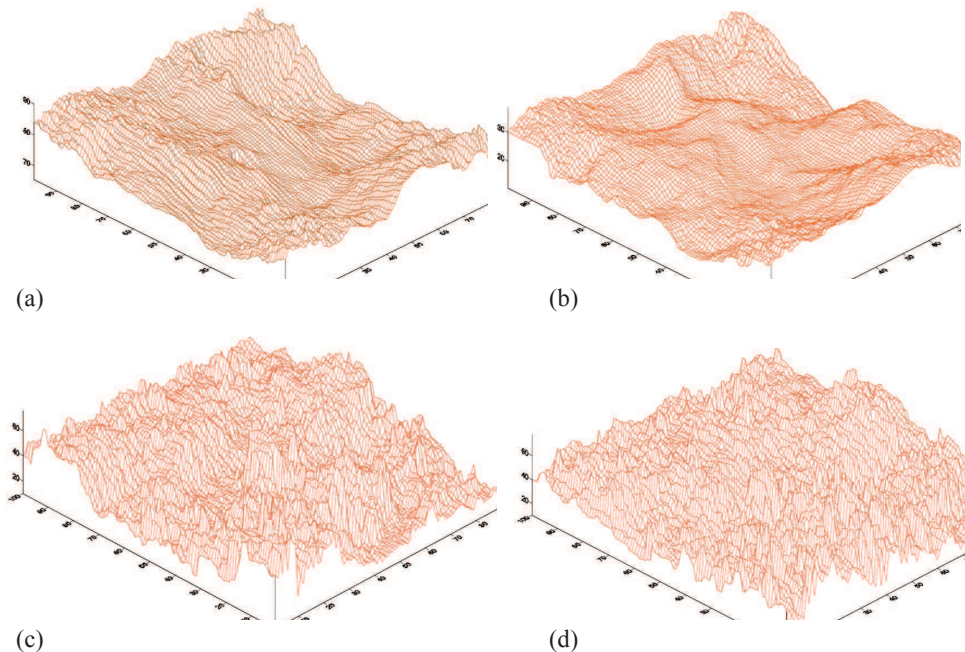


Figura 2. (a) Microrrelevo do solo sem preparo com 0 mm de precipitação e (b) após as 3 chuvas simuladas (acumulado de 24 mm); (c) solo com preparo convencional com 0 mm de precipitação e (d) após as 3 chuvas simuladas (acumulado de 24 mm).

3.2. Relações entre rugosidade, tortuosidade, enxurrada e perda de solo por erosão

Em solo sem preparo constatou-se que com o aumento da rugosidade do solo após a primeira chuva, houve diminuição na perda de solo. Após a última chuva a rugosidade do solo diminuiu constatando-se assim um aumento na quantidade de solo erodida.

Em solo com preparo convencional, com a diminuição inicial da rugosidade constatou-se diminuição na produção de sedimentos.

Com relação aos volumes de água escoada superficialmente em solo sem preparo o aumento do volume escoado foi mais pronunciado ao final da última chuva, quando houve diminuição da rugosidade (RR). Já em solo com preparo convencional, o volume de água escoado foi menor nesta situação, quando houve um pequeno aumento da rugosidade. Isto é explicado pela ação combinada da baixa rugosidade do solo sem preparo, mais consolidado, resultando em baixa retenção e infiltração de água, refletindo em maior volume escoado superficialmente. O mesmo padrão foi encontrado por Castro et al., (2006).

4. Conclusões

Em preparo convencional, a rugosidade e a tortuosidade influenciaram mais os volumes de água escoados superficialmente do que a perda de solo. Constatou-se haver forte relação entre estas variáveis neste tipo de preparo. Possivelmente, em solo sem preparo existem outras variáveis, não analisadas neste estudo, que juntamente com o RR e T influenciam mais fortemente as perdas de água e solo.

A utilização do equipamento simulador de chuvas e o rugosímetro a laser possibilitaram a aquisição de dados de campo de forma precisa, rápida e eficaz, evidenciando a importância destes equipamentos em estudos de ciências do solo. A possibilidade de aquisição de diversas medidas em um mesmo local, em função de não consistir em um método destrutivo, como o rugosímetro de agulhas, aumenta a confiabilidade dos dados.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa de doutorado do primeiro autor; à FAPESP pela concessão de Auxílio à Pesquisa; à EMBRAPA Pecuária Sudeste e EMBRAPA Instrumentação Agropecuária pelo suporte físico e infra-estrutura disponibilizada; ao Instituto Agrônomo de Campinas - IAC pelo empréstimo do simulador de chuvas e do rugosímetro a laser.

Referências

- ALLMARAS, R.R., R.E. BURWELL, W.E. LARSON, AND R.F. HOLT. Total porosity and random roughness of the interrow zone as influenced by tillage. USDA Conserv. Res. Rep. 7:1–14, 1966.
- ALVAREZ-MOZOS, J.; MIGUEL ANGEL CAMPO, M. A.; GIMENEZ, R.; CASALI, J.; LEIBAR, U. Implications of scale, slope, tillage operation and direction in the estimation of surface depression storage. *Soil and Tillage Research* 111: 142–153, 2011.
- BRAMORSKI, J. Avaliação da perda de solo e fertilizantes nitrogenados por erosão em áreas agrícolas: uma abordagem integrada e experimental dos fatores intervenientes no processo. (Tese de Doutorado). EESC USP. São Carlos, 2007. 219 p.
- BRAMORSKI, J.; DE MARIA, I. C.; LEMOS E SILVA, R.; CRESTANA, S. Relations between soil surface roughness, tortuosity, tillage treatments, rainfall intensity and soil and water losses from a red yellow latosol. *R. Bras. Ci. Solo*, 36:1291-1297, 2012.
- BERTOL, I.; AMARAL, A.J.; VIDAL VÁZQUEZ, E.; PAZ GONZÁLEZ, A.; BARBOSA, F.T. Relações da rugosidade superficial do solo com o volume de chuva e com a estabilidade de agregados em água. *R. Bras. Ci. Solo*, v.30, p.543-553, 2006.
- BOIFFIN, J. 1984. Structural degradation of the soil surface by the action of rainfall. (In French.) Ph.D. diss. Inst. Natl. d'Agronomie Paris- Grignon, Paris, France.
- CASTRO, L.G.; COGO, N.P.; VOLK, L.B.S. Alterações na rugosidade superficial do solo pelo preparo e pela chuva e sua relação com a erosão hídrica. *R. Bras. Ci. Solo*, v.30, p.339-352, 2006.
- CURRENCE, H.D., AND W.G. LOVELY. The analysis of soil surface roughness. *Trans. ASAE* 13:710–714, 1970.
- DE MARIA, I.C. ; STORINO, M. ; CASTRO, Orlando Melo de. Equipamento com sensor a laser para medida da rugosidade da superfície do solo. In: XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2003, Ribeirão Preto. Solo: Alicerce dos Sistemas de Produção. Botucatu : UNESP. v. 1. 2003, p. 1-4.
- ELTZ, F.L.F.; NORTON, L.D. Surface roughness changes as affected by rainfall erosivity, tillage and canopy cover. *Soil Science Society of America Journal*, v.61, p.1746-1755, 1997.
- LIÑARES, L. M. & CASTRO, T. M. M. Medida de la rugosidad del suelo en terrenos de cultivo. En: ORTIZ, G. A.; FRANCH, S. F. Eds. V Reunión Nacional de Geomorfología. Barcelona, p. 731-734, 1998.
- LOMBARDI NETO, F.; CASTRO, O.M.; SILBA, I. R.; BERTONI, J. Simulador de chuva e sua aplicação em pesquisas de erosão do solo. *O Agrônomo*, Campinas, SP, 31:81-98, 1979.
- PANACHUKI, E. et al. Perdas de solo e de água e infiltração de água em latossolo vermelho sob sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v.35, n.5, 2011.
- TARTARI, D. T. et al. Perda de solo e água por erosão hídrica em Argissolo sob diferentes densidades de cobertura vegetal. *Revista Brasileira de Agroecologia*. v.7, n.3, 2012.
- VIDAL VÁZQUEZ, E. Influencia de la precipitación y el laboreo en la rugosidad del suelo y la retención de agua en microdepressiones. Tesis Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidade de Coruña. A Coruña, 2002, 430p.