

## **INFLUÊNCIA DA DECLIVIDADE E DE NÍVEIS DE COBERTURA DO SOLO NO PROCESSO DE EROSÃO COM CHUVA SIMULADA**

*Ademir de Oliveira Ferreira*

Universidade Federal de Santa Maria Departamento de Manejo e Conservação do Solo e da Água  
E-mail: [aoferreiral@yahoo.com.br](mailto:aoferreiral@yahoo.com.br)

*Rogério Gonzatto*

Universidade Federal de Santa Maria Departamento de Microbiologia do solo  
E-mail: [rogonzatto@yahoo.com.br](mailto:rogonzatto@yahoo.com.br)

*Alessandro Miola*

Universidade Federal de Santa Maria Departamento de Engenharia Agrícola  
E-mail: [engenheiroacm@gmail.com](mailto:engenheiroacm@gmail.com)

*Flávio Luiz Foletto Eltz*

Universidade Federal de Santa Maria Departamento de Manejo e Conservação do Solo e da Água  
E-mail: [flavioeltz@gmail.com](mailto:flavioeltz@gmail.com)

*Telmo Jorge Carneiro Amado*

Universidade Federal de Santa Maria Departamento de Manejo e Conservação do Solo e da Água  
E-mail: [florestatel@hotmail.com](mailto:florestatel@hotmail.com)

**RESUMO** - Utilizou-se um simulador de chuvas com o objetivo de avaliar o comportamento da perda de solo e água decorrentes de chuvas simuladas sob diferentes declividades e níveis de cobertura da superfície do solo. O experimento foi conduzido em um galpão na área experimental do Departamento de Engenharia Rural, da Universidade Federal de Santa Maria, RS, no ano agrícola de 2010. As precipitações simuladas foram aplicadas utilizando-se um simulador estacionário de bicos múltiplos e oscilantes, desenvolvido pelo National Soil Erosion Research Lab, USDA – ARS, USA. O experimento consistiu de um esquema fatorial, com quatro valores de cobertura do solo (0, 0, 1, e 5 ton. ha<sup>-1</sup>) correspondentes às declividades de 20, 10, 10, e 10%, respectivamente, e uma intensidade de precipitação média de 73,13 mm h<sup>-1</sup>. Foram usadas quatro caixas metálicas (tratamentos), com uma abertura em uma das extremidades para escoamento da enxurrada. O tratamento 1 ficou com uma declividade de 20% e sem palha sobre a superfície, simulando um sistema de cultivo convencional; os outros três tratamentos restantes permaneceram com 10% de declividade, porém o tratamento 2 permaneceu sem palha sobre a superfície, simulando um sistema de cultivo convencional; no tratamento 3 distribuiu-se a palha uniformemente sobre a superfície na proporção de 1 ton. ha<sup>-1</sup>, simulando um sistema de plantio direto com pouca palhada; e no tratamento 4 a palhada foi distribuída uniformemente sobre a superfície na proporção de 5 ton. ha<sup>-1</sup>, simulando um sistema de cultivo plantio direto com boa formação de palhada. A perda de solo foi determinada pelo método direto. Nos tratamentos 1 e 2, a água da chuva não encontrou nenhuma barreira para atingir o solo, descarregando toda sua energia sobre os agregados do solo, que sofreram desagregação, e foram transportados por salpicamento, e se depositaram em outro local, trazendo como consequência o entupimento dos poros. Esse entupimento dos poros causou selamento superficial do solo, o que afetou significativamente a infiltração da água, aumentando a quantidade de água perdida por escoamento, e que junto com ela arrastou as partículas do solo. Nos tratamentos 3 e 4 foi encontrada uma situação bem mais próxima da ideal para manter um solo protegido. Isso ocorreu devido à cobertura vegetal que protegeu o solo contra o impacto da gota de chuva, dissipando sua energia cinética, impedindo a desagregação e posterior entupimento dos poros e evitando a formação da camada de selamento superficial. Então um dos principais métodos para controlar a maior parte dessas perdas do solo por erosão, se dá com a adoção de uma boa cobertura vegetal do solo (palhada), principalmente para impedir a ocorrência da primeira fase da erosão, que é a desagregação das partículas do solo.

**Palavra - chave:** chuva simulada, erosão entre sulcos, selamento superficial, plantio direto

## **INFLUENCIA DE LA COBERTURA DE PENDIENTE Y NIVELES DE DE COBIERTA DEL SUELO Y LA EROSIÓN EN SIMULACIÓN DE LA LLUVIA**

**RESUMEN** – Se utilizó un simulador de lluvia para evaluar el comportamiento de la pérdida de agua y del suelo causada por la lluvia simulada en diferentes vertientes y niveles de cobertura de la superficie del suelo. El experimento se llevó a cabo en un hangar en el área experimental del Departamento de Ingeniería Rural de la Universidad Federal de Santa María, en el año agrícola 2010. La lluvia simulada se aplicó mediante una simulación de múltiples boquilla fija y oscilante, desarrollado por el Instituto Nacional de Erosión de Suelos Laboratorio de Investigación, el USDA - ARS, EE.UU.. El experimento consistió en un diseño factorial con cuatro niveles de cobertura del suelo (0, 0, 1 y 5 ton. ha<sup>-1</sup>) que corresponde a las pendientes de 20, 10, 10, y 10% respectivamente, y una intensidad precipitación media de 73,13 mm h<sup>-1</sup>. Se utilizaron cuatro latas (tratamientos), con una abertura en un extremo para drenar la escorrentía. El primer tratamiento fue con una pendiente del 20% y no de paja en la superficie, simulando un sistema de cultivo convencional, los otros tres quedaron con 10% de pendiente, pero el segundo tratamiento sin paja se mantuvo en la superficie, simulando un sistema de labranza convencional, el tratamiento se extendió a tres paja uniformemente sobre la superficie a una velocidad de 1 ton. ha<sup>-1</sup>, que simula un sistema de labranza con mulch poco y en el tratamiento 4 la paja se distribuyó de manera uniforme sobre la superficie a una velocidad de 5 ton. ha<sup>-1</sup>, que simula un sistema de cultivo de labranza cero con una formación adecuada de paja. La pérdida de suelo se determinó por el método directo. En los tratamientos 1 y 2, el agua de lluvia no encontró obstáculo para llegar al suelo, descargando toda su energía en los agregados del suelo, que han sufrido averías y fueron transportados por salpicaduras, y si se colocan en otro lugar, trayendo como consecuencia la obstrucción de los poros. Esta obstrucción de los poros causada superficie de sellado del suelo, lo que afectó significativamente la infiltración del agua, aumentando la cantidad de agua que se pierde por escorrentía, y que arrastró junto con las partículas del suelo. En los tratamientos 3 y 4 se encontró una situación mucho más cercana a la ideal para mantener un suelo protegido. Esto se debía a la vegetación que protege el suelo contra el impacto de la lluvia, disipando su energía cinética mediante la prevención de la ruptura y posterior obstrucción de los poros y previniendo la formación de la superficie de la capa de sellado. Entonces uno de los principales métodos para controlar la mayor parte de estas pérdidas por la erosión del suelo, se produce con la adopción de una buena cobertura del suelo (paja), principalmente para evitar la aparición de la primera fase de la erosión, que es la descomposición de partículas del suelo.

**Palabra clave** - Palabras clave: lluvia simulada, la erosión laminar, la superficie de sellado, la siembra directa

## **INFLUENCE OF SLOPE COVERAGE AND LEVELS OF SOIL EROSION IN THE RAIN WITH SIMULATED**

**ABSTRACT** - We used a rainfall simulator to evaluate the behavior of water and soil loss caused by simulated rain under different slopes and levels of coverage of the soil surface. The experiment was conducted in a hangar in the experimental area of Department of Rural Engineering, Federal University of Santa Maria, in the agricultural year 2010. The simulated rainfall was applied using a simulated multiple stationary and oscillating nozzle, developed by the National Soil Erosion Research Lab, USDA - ARS, USA. The experiment consisted of a factorial design with four levels of soil cover (0, 0, 1, and 5 ton. ha<sup>-1</sup>) corresponding to slopes of 20, 10, 10, and 10% respectively, and an intensity average rainfall of 73.13 mm h<sup>-1</sup>. We used four cans (treatments), with an opening at one end to drain runoff. The first treatment was with a slope of 20% and no straw on the surface, simulating a conventional cultivation system, the three others remained with 10% slope, but the second treatment without straw remained on the surface, simulating a system conventional tillage, treatment 3 was spread straw evenly over the surface at a rate of 1 ton. ha<sup>-1</sup>, simulating a system with little mulch tillage and in treatment 4 the straw was distributed evenly over the surface at a rate of 5 ton. ha<sup>-1</sup>, simulating a zero tillage cropping system with proper training of straw. Soil

loss was determined by direct method. In treatments 1 and 2, the rain water found no barrier to reach the ground, discharging all its energy on the soil aggregates, which have suffered breakdowns and were transported by splash, and if placed in another location, bringing as a result the clogging the pores. This pore clogging caused surface sealing of soil, which significantly affected the water infiltration, increasing the amount of water lost by runoff, and that she dragged along with the soil particles. In treatments 3 and 4 were found a situation much closer to the ideal for maintaining a protected ground. This occurred because the vegetation that protected the soil against raindrop impact, dissipating its kinetic energy by preventing the breakdown and subsequent clogging of pores and preventing the formation of surface sealing layer. Then one of the main methods to control the bulk of these losses by soil erosion, occurs with the adoption of a good ground cover (straw), mainly to prevent the occurrence of the first phase of erosion, which is the breakdown of particles soil.

**Key - words:** simulated rainfall, interrill erosion, surface sealing, no-tillage

## **INTRODUÇÃO**

Erosão é o processo de desprendimento e arraste e deposição das partículas do solo causado pela água e pelo vento (SILVA & ALVAREZ, 2005; PINESE JUNIOR et al. 2008). A erosão hídrica é, em grande parte do nosso planeta, a mais importante forma de erosão (ZACHAR, 1982). É causada pela chuva e pelo escoamento superficial, sendo afetada por um grande número de agentes naturais e antropogênicos (SAMPAIO & SAMPAIO, 2002). Pode ser expressa como a relação existente entre a erosividade da chuva (fator ativo), ou seja, o potencial da chuva de causar erosão, e a erodibilidade do solo (fator passivo), que por sua vez é a suscetibilidade do solo à erosão (HOLÝ, 1980; BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990; SILVA et al., 2003; CUNHA, 2006).

A suscetibilidade do solo, quanto à erosão hídrica, está vinculada aos tratos culturais como manuseio e situação em que está sendo deixado quando não mais cultivado. A erosão é a principal causa da diminuição da fertilidade do solo e, conseqüentemente, da produção agrícola. Todos os processos erosivos causados pela água de chuva ou irrigação representam fator principal entre todos os outros tipos de mecanismos de perda da fertilidade do solo e de sua auto-suscetibilidade (DOMINGUES, et al. 2001). Sem cobertura vegetal sobre a superfície, há total exposição do solo à erosão hídrica provocada pela água da chuva. A erosão hídrica, proveniente de gotas de chuva, pode ocorrer no solo como erosão laminar, erosão em sulcos e erosão em voçorocas (ZACHAR, 1982).

Os danos causados pelas gotas de chuva que golpeiam o solo em alta velocidade constituem o primeiro passo no processo da erosão (BEASLEY,

1972; BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990; GUERRA, et al. 2001).

Simuladores de chuva são ferramentas de pesquisa projetadas para aplicar água de forma similar às chuvas naturais. Contudo, as características da chuva devem ser simuladas adequadamente, os dados de escoamento superficial e erosão, analisados cuidadosamente e os resultados, interpretados sensatamente, para se obter informações de confiança para as condições em que as chuvas simuladas são aplicadas (MEYER, 1994). As características desejáveis para que um simulador de chuvas seja adequado a estudos hidrológicos e de erosão do solo são aquelas das chuvas naturais, mais notadamente o tamanho, distribuição, velocidade terminal de gotas e intensidade de aplicação (SILVEIRA & SALVADOR, 2000). Estudos sobre o efeito das chuvas em atributos do solo são difíceis de serem realizados com chuva natural, pois não se tem controle sobre a duração, intensidade, distribuição e tipo de chuva. Uma alternativa que se apresenta é a utilização de simuladores de chuvas que permitem controlar as suas características. Os simuladores têm a vantagem de poderem ser utilizados a qualquer momento. Este tipo de equipamento já vem sendo utilizado em estudos de manejo de solos há bastante tempo. Já foram construídos vários modelos e atualmente existem alguns totalmente controlados por computador.

Os trabalhos de perdas de solo e água utilizando aparelho simulador de chuvas são uma maneira de apressar a obtenção de dados importantes para a viabilização ou práticas de manejo do solo e culturas, visando a conservação do solo e da água.

Em três microbacias sob cultivo convencional no Mississippi (USA) Binger et al. (1992), trabalharam com dez anos de registro de precipitações e perdas de solo e água. Eles

concluíram que 50% das perdas de solo e água foram devido a chuvas com precipitação total maior que 50 mm e os eventos com precipitações inferiores a 25 mm produziram menos de 20% das perdas de solo e água registrados. Relataram também, que as chuvas com precipitações totais menores que 14 mm foram insignificantes no que diz respeito às perdas de solo e água. Porém, verificaram que essas chuvas influenciam o teor de umidade do solo, sendo este um fator que interfere nas perdas de solo e água nas chuvas mais intensas. A intensidade da chuva é um dos fatores determinantes nas taxas de perdas de solo (GOFF et al., 1994).

Neste trabalho objetivou-se avaliar o comportamento da perda de solo e água decorrentes de chuvas simuladas sob diferentes declividades e níveis de cobertura da superfície do solo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Clima, local e solo**

O experimento foi conduzido em um galpão na área experimental do Departamento de Engenharia Rural, da Universidade Federal de Santa Maria, RS, no ano agrícola de 2010. A área experimental localiza-se na latitude 29° 41' 24''S e longitude de 53° 48' 42''W. O clima da região fisiográfica da Depressão Central é classificado como subtropical úmido, classe "Cfa", segundo a classificação de Köppen (MORENO, 1961). A precipitação média anual da região varia entre 1322 e 1769 mm. O solo é classificado como Argissolo Vermelho distrófico arênico (EMBRAPA, 1999b). A análise granulométrica foi realizada conforme metodologia descrita pela Embrapa (1997).

O experimento consistiu de um esquema fatorial, no qual o material de solo foi submetido a quatro níveis de coberturas do solo, correspondentes às declividades de 20, 10, 10 e 10 %, respectivamente, com duração de 20 minutos, e uma e uma intensidade de precipitação média de 73,13 mm h<sup>-1</sup>. As parcelas (caixas metálicas) com dimensões de 0,5 m de largura por 0,75 m de comprimento (**Figura 1**).

Utilizaram-se quatro caixas metálicas (tratamentos) com uma abertura em uma das extremidades para escoamento da enxurrada (**Figura 1**). Em seguida foi colocado o solo nas caixas de forma que ficasse nivelado. Então na seqüência foram erguidas as caixas sobre o estrado metálico, de modo que o tratamento 1 ficasse com uma

declividade de 20% e sem palha sobre a superfície, simulando um sistema de cultivo convencional; os outros três tratamentos restantes permaneceram com 10% de declividade, porém o tratamento 2 permaneceu sem palha sobre a superfície, simulando um sistema de cultivo convencional; no tratamento 3 distribuiu-se a palha uniformemente sobre a superfície na proporção de 1 t/ha, simulando um sistema de plantio direto com pouca palhada; e por último no tratamento 4 distribuímos a palha uniformemente sobre a superfície na proporção de 5 t/ha, simulando um sistema de cultivo plantio direto com boa formação de palhada (**Figura 1**). Ajustamos o recipiente para coletar a água que escorresse. Em seguida realizamos a chuva simulada.

### **Simulador**

As precipitações simuladas foram aplicadas utilizando-se um simulador estacionário de bicos múltiplos e oscilantes, desenvolvido pelo National Soil Erosion Research Lab, USDA – ARS, USA (NORTON & BROWN, 1992). O simulador foi instalado a 2,45 metros acima da superfície do solo e a pressão de saída da água dos bicos foi mantida em 41,4 kPa. A média de intensidade de chuva dos tratamentos foi de 73,13 mm h<sup>-1</sup>.

### **Determinação das perdas de solo e da água**

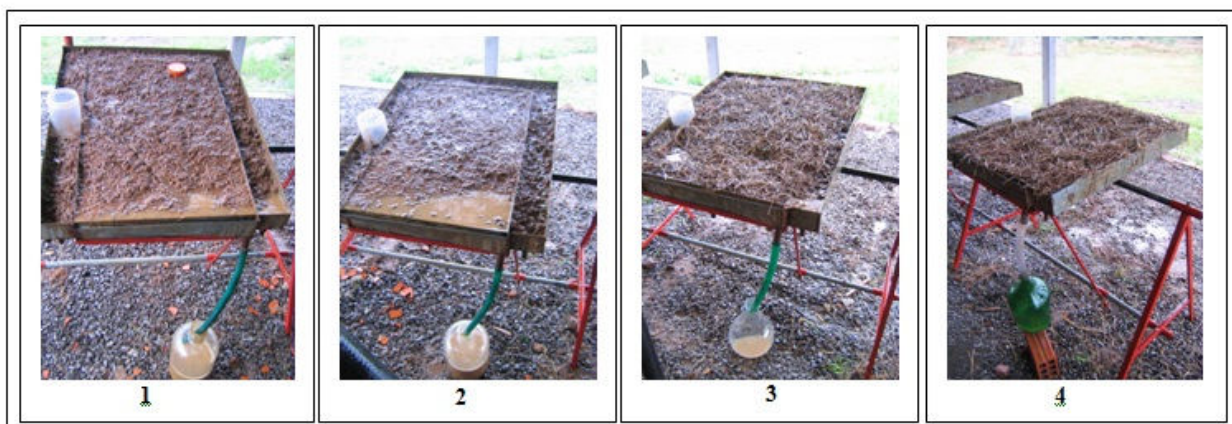
Antes de iniciar a coleta dos dados de escoamento superficial, as parcelas receberam um pré-molhamento com o objetivo de oferecer condições de umidade mais uniforme a todas elas, constituindo-se um pré-requisito antes da aplicação da chuva simulada (COGO et al. 1984).

Foi anotado o tempo gasto (20 minutos) e o volume coletado no pluviômetro (**Tabela 1**). Com isso foi calculado a intensidade de chuva obtendo-se uma média de 73,13 mm h<sup>-1</sup>, durante o tempo suficiente para saturar o solo sem que houvesse escoamento superficial, e conseqüentemente, carreamento do solo para o coletor. Anotamos o volume de enxurrada coletado nos recipientes e amostramos esta enxurrada despejando o conteúdo em um balde para agitação e amostragem com um vidro numerado. Calculamos os resultados de perdas de água em % sobre o aplicado e perdas de água em % sobre o aplicado e perdas de solo em ton.ha<sup>-1</sup>.

O procedimento para cálculo das perdas de solo em laboratório foi o seguinte: **Amostra:** (V + S + A) – (V + S) = A Pesamos o vidro (sem tampa) + Solo + Água e anotamos.

Deixamos decantar, retiramos o sobrenadante, colocamos em estufa a 65°C até peso constante, pesamos o Vidro + Solo. Por diferença tem-se o peso de água. Lavamos o vidro, deixamos secar em estufa

e pesamos  $(V + S) - (V) = S$ . O peso do vidro + Solo menos o peso do vidro dá por diferença o peso de solo (**Tabela 2**).



**Figura 1.** Tratamento 1 = 20 % de declividade e sem cobertura (1), tratamento 2 = 10 % de declividade e sem cobertura (2), tratamento 3 = 10 % de declividade e 1 t ha<sup>-1</sup> de palha (3) e tratamento 4 = 10 % de declividade e 5 t ha<sup>-1</sup> de palha (4).

**Tabela 1.** Pluviometria das parcelas

| Caixas (tratamentos)     | Parcela 1 | Parcela 2 | Parcela 3 | Parcela 4 | Média geral |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Volume (ml) <sup>†</sup> | 143       | 113       | 120       | 172       | 137         |

Área do pluviômetro = 56,74 mm<sup>2</sup>

<sup>†</sup> média de cinco repetições

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Entre as parcelas 1 e 2, observou-se uma diferença na velocidade da água que escorria na superfície do solo, decorrente da maior declividade (20%) encontrada na parcela 1 (**Figura 1**), que lhe proporcionou uma maior energia cinética e,

conseqüentemente, maior capacidade de transporte de partículas, acarretando num aumento das perdas de solo (**Tabela 2**).

**Tabela 2.** Perdas de solo (t/ha<sup>-1</sup>)

| Caixas (tratamentos)                     | Parcela 1 | Parcela 2 | Parcela 3 | Parcela 4 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Vidro numerado                           | 2         | 5         | 6         | 18        |
| Declividade (%)                          | 20        | 10        | 10        | 10        |
| Perda (t/ha <sup>-1</sup> ) <sup>†</sup> | 0,11      | 0,08      | 0,02      | 0,005     |

Base de cálculo =  $(1000 \text{ m}^2 \times 4,39 \text{ g}) / 0,375 \text{ m}^2 = 0,11 \text{ t/ha}^{-1}$

<sup>†</sup> média de cinco repetições

Essa maior perda de solo também está relacionada com a quantidade de água perdida por escoamento superficial nesta parcela. No momento que um sulco é feito no solo, propicia um canal de condução destas partículas em movimento no solo. O transporte de agregados é maior, pois o fluxo possui maior energia. Este mesmo comportamento foi verificado por Amorim et al. (2001) em quatro

diferentes declividades 2%, 6%, 10%, 14% e 18%, onde os autores analisaram a perda acumulada de solo em função do tempo de precipitação e da energia cinética, e observaram um aumento linear da perda acumulada de solo ao longo do tempo de precipitação para os eventos com valores de energia cinética aplicada de 495 a 1.540 J m<sup>-2</sup>, correspondendo às intensidades de precipitação de 30 a 88 mm h<sup>-1</sup>, respectivamente (no caso do

presente experimento a intensidades de precipitação foi de 73,13 mm h<sup>-1</sup>).

Os mesmos autores observaram ainda que na maior intensidade de precipitação (107 mm h<sup>-1</sup>) ocorria aumento da vazão do escoamento superficial, o que acarretava numa maior capacidade de transporte de sedimentos de solo. Bertol et al. (2010) observaram um maior transporte desses sedimentos na condição sem cultivo do solo, onde a quantidade de sedimentos de maior tamanho predominava.

Amorim et al. (2001) atribuíram essa perda de solo, quando a declividade da superfície do solo foi aumentada a três fatores: ao aumento no desprendimento de partículas de solo provocado pelo maior ângulo de impacto das gotas da chuva sobre a superfície do solo; à maior facilidade com que as partículas se movimentam no sentido da declividade pelo efeito da gravidade, para maiores declividades da superfície do solo; e ao aumento da velocidade de escoamento superficial, o qual aumenta a capacidade de transporte do escoamento (LATTANZI et. al., 1974; GROSH & JARRET, 1994).

Nas parcelas 1 e 2, a água da chuva simulada não encontrou nenhuma barreira para atingir o solo, descarregando toda sua energia sobre os agregados do solo, que sofreram desagregação, e foram transportados por salpicamento, e se depositaram em outro local, trazendo como consequência o entupimento dos poros. Esse entupimento dos poros causou um selamento superficial do solo, o que afetou a infiltração da água, aumentando a quantidade de água perdida por escoamento, e que junto com a mesma arrastou partículas do solo. Na parcela 2 a força do impacto foi maior, pois tinha menor declividade, desta forma ocorreu maior acúmulo de água (**Figura 1**), uma vez que não havia cobertura de proteção na superfície do solo. Dados estes ratificados por Bertol et al. (2008) que verificaram que o empoçamento da água na superfície do solo demorou menos tempo para acontecer no preparo convencional ou no solo descoberto do que sistema plantio direto.

No presente experimento houve redução nas taxas de perdas de solo em baixas declividades

(**Tabela 2**), corroborando com dados de Amorim et al. (2001) que comparam as declividades de 10 e 18% e observaram o mesmo efeito. Os autores explicam que quando se tem baixa declividade da superfície do solo tem-se, também, escoamento com baixa velocidade e, conseqüentemente, a capacidade de transporte fica limitada à vazão de escoamento.

Na parcela 3, com declividade de 10% e com cobertura de proteção na superfície do solo (1 ton. ha<sup>-1</sup>) observamos que embora haja presença de cobertura, a mesma foi insuficiente para cobrir toda superfície do solo, ou seja, apenas minimizando as perdas encontradas na parcela 2 (**Tabela 2**). Já que o fluxo laminar de água nessa parcela tinha muito menor energia e a velocidade de impacto da gota de água era bem menor devido ao caminho mais tortuoso originado pela palhada. Assim, a desagregação e a capacidade de transporte das partículas foi menor.

Na parcela 4 com declividade de 10% e com cobertura de proteção na superfície do solo (5 ton. ha<sup>-1</sup>) encontramos uma situação bem mais próxima da ideal para manter um solo protegido. Isso ocorreu devido à grande quantidade de cobertura vegetal ali encontrada, que além de servir como uma grande barreira que protegeu o solo contra o impacto da gota de chuva, também dissipou sua energia cinética, impedindo a desagregação e posterior entupimento dos poros, evitando a formação de uma camada de selamento superficial. Resultados semelhantes foram obtidos por Mannering & Meyer (1963), Swanson et al. (1965), Cogo (1981), Lopes (1984), Amado et al. (1989) e Pruski (1997), os quais observaram a ação da cobertura do solo em dissipar a energia cinética do impacto direto das gotas da chuva sobre a superfície, diminuindo a desagregação inicial das partículas de solo e Engel et al. (2007) observaram esse efeito na redução da velocidade de escoamento superficial.

Na parcela (4) a quantidade de água infiltrada foi muito maior, e as perdas por escoamento superficial, tanto de água como de solo foram minimizadas (**Tabelas 2 e 3**).

**Tabela 3.** Perdas de água (L/ha<sup>-1</sup>)

| Caixas (tratamentos)                     | Parcela 1 | Parcela 2 | Parcela 3 | Parcela 4 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Vidro numerado                           | 2         | 5         | 6         | 18        |
| Perda (L/ha <sup>-1</sup> ) <sup>†</sup> | 88.000    | 112.000   | 10666,66  | 5333,33   |
| Perda (%) <sup>†</sup>                   | 36,4      | 46,4      | 4,42      | 2,21      |

Base de cálculo = (3,3 L x 10000 m<sup>2</sup>)/0,375 m<sup>2</sup> = 88.000 L/ha<sup>-1</sup>/241.333,33 L/ha<sup>-1</sup> x 100 = 36,4%

<sup>†</sup> média de cinco repetições

Constatou-se que, enquanto nas parcelas 1 e 2 a água molhou apenas alguns centímetros no perfil do solo, e um pouco mais abaixo o solo se encontrava seco como originalmente estava, devido ao selamento superficial. Já nas parcelas 3 e 4 isso não ocorreu, pois os poros não estavam entupidos e a umidade chegou até o fundo do perfil das parcelas. Essa importância da cobertura de palha no solo foi demonstrada por vários autores, entre eles, Silveira e Salvador (2000) demonstraram que os resíduos culturais de milho reduziram as perdas de solo a 87,75% e as perdas de água a 69,88%.

Castro (1989) e Bertol et al. (2008) afirmaram que a cobertura vegetal reduziu a velocidade de escoamento da enxurrada e melhorou ou manteve a capacidade de infiltração da água no solo, evitando o selamento superficial provocado pela obstrução dos poros com as partículas finas desagregadas.

Lopes et al. (1987) em trabalho sobre percentagem de cobertura de solo realizado, demonstraram que solos com 3 ton ha<sup>-1</sup> de resíduos possuem uma cobertura de 60,9%, enquanto que se a quantidade de resíduos subir para 6 ton. ha<sup>-1</sup> a percentagem de cobertura sobe para 84,7%, melhorando muito a proteção do solo contra perdas por erosão, o que foi ratificado no presente estudo

apesar da quantidade de resíduos utilizada ser menor (5 ton. ha<sup>-1</sup>).

Assim, a utilização de resíduos culturais como cobertura do solo é uma maneira simples, eficaz e econômica de controlar a erosão sobre as terras agrícolas e as perdas de água. Os resíduos, quando mantidos sobre a superfície do solo, evitam o impacto direto das gotas de chuva, prevenindo a desagregação e mantendo elevadas taxas de infiltração de água no solo, além de reduzir substancialmente, a velocidade do escoamento superficial (PINESE JUNIOR et al. 2008).

A percentagem de cobertura do solo designou a eficácia da proteção do solo pela cobertura morta utilizada, sendo que quanto mais uniforme foi a distribuição dos resíduos (parcela 4), maior foi a percentagem de cobertura, e maior foi o controle da erosão e menor foi a perda de água (**Tabela 3**).

Na parcela 4 (5 ton. ha<sup>-1</sup>) uma menor quantidade de água foi captada pelo coletor (**Tabela 4**), ficando mais água retida na palha, demonstrando que a cobertura do solo reduziu de forma mais eficiente às perdas de solo (**Tabela 2**) quando comparada à redução nas perdas de água (**Tabela 3**), corroborando com as observações feitas por Hernani et al. (1997), Moreira et al. (1999), Resende et al., (2003) e Fontana (2007).

**Tabela 4.** Pesagens<sup>†</sup>

| Caixas (tratamentos)    | Parcela 1 | Parcela 2 | Parcela 3 | Parcela 4 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Vidro numerado          | 2         | 5         | 6         | 18        |
| Volume de água coletada | 3,3 (l)   | 4,2 (l)   | 400 (ml)  | 200 (ml)  |
| Vidro + solo + água (g) | 622,43    | 632,96    | 417,08    | 387,44    |
| Vidro + solo (g)        | 243,45    | 244,58    | 247,4     | 229,82    |
| Vidro (g)               | 239,06    | 241,31    | 246,63    | 230,03    |
| Água (g)                | 378,98    | 388,78    | 169,68    | 157,62    |
| Solo (g)                | 4,39      | 3,27      | 0,77      | 0,21      |

Data da chuva simulada = 27/08/2010; Data da 1ª pesagem = 30/08/2010; Data da última pesagem = 03/09/2010

<sup>†</sup> média de cinco repetições

Outro fator que pôde ser visualizado no presente estudo foi quanto a cor da água perdida por escoamento superficial, que é um indicio da quantidade de solo nela suspensa. Nas parcelas 1 e 2 a água apresentou-se bastante suja, na parcela 3 já estava mais limpa, e na parcela 4 era quase imperceptível a presença de partículas.

## CONCLUSÕES

### Perdas de solo

No tratamento sem cobertura a perda total de solo correspondente à declividade de 20% foi, em média, 1,37 vezes maior que a correspondente à declividade de 10%.

Na declividade de 10% a perda total de solo correspondente ao tratamento sem cobertura do solo foi, em média, 4 vezes maior que a correspondente



ao tratamento com 1 ton.ha<sup>-1</sup> de palha e 16 vezes maior que a correspondente ao tratamento com 5 ton.ha<sup>-1</sup>.

No tratamento com cobertura a perda total de solo correspondente ao tratamento com 1 ton.ha<sup>-1</sup> foi, em média, 4 vezes maior que a correspondente ao tratamento com 5 ton.ha<sup>-1</sup>.

### **Perdas de água**

No tratamento sem cobertura a perda total de água correspondente à declividade de 10% foi, em média, 1,27 vezes maior que a correspondente à declividade de 20%.

Na declividade de 10% a perda total de água correspondente ao tratamento sem cobertura do solo foi, em média, 10,5 vezes maior que a correspondente ao tratamento com 1 ton.ha<sup>-1</sup> de palha e 21 vezes maior que a correspondente ao tratamento com 5 ton.ha<sup>-1</sup>.

No tratamento com cobertura a perda total de água correspondente ao tratamento com 1 ton.ha<sup>-1</sup> foi, em média, 2 vezes maior que a correspondente ao tratamento com 5 ton.ha<sup>-1</sup>.

Após a visualização desses dados, pode-se afirmar facilmente que o potencial das perdas de solo e da água pode alcançar proporções enormes.

Um dos principais métodos para controlar a maior parte dessas perdas por erosão se dá com a adoção de uma boa cobertura vegetal do solo (palhada), principalmente para impedir a ocorrência da primeira fase da erosão, que é a desagregação das partículas do solo. Outro benefício da cobertura vegetal é com relação à infiltração da água no solo, pois quando um solo estiver descoberto, a maior parte da água da chuva pode ser perdida por escoamento superficial.

Portanto, fica evidente a necessidade da adoção de práticas conservacionistas adequadas para o controle da erosão, dentre as quais a proteção do solo pela cobertura vegetal, terraceamentos, plantios em contorno, cordões vegetados entre outros, para quem busca a prática de uma agricultura com responsabilidade e sustentabilidade.

### **AGRADECIMENTOS**

As colegas Fátima Cibele Soares e Juliane dos Santos Pinto pelo auxílio na montagem e condução do experimento.

### **REFERÊNCIAS**

BEASLEY, R.P. **Erosion and Sediment Pollution Control**. 1st edition. The Iowa State University Press. 1972, 320 pp.

BERTOL, I.; ZOLDAN JUNIOR, W.A.; FABIAN, E.L.; ZAVASCHI, E.; PEGORARO, R. & PAZ GONZÁLEZ, A. Efeito de escarificação e da erosividade de chuvas sobre algumas variáveis de valores de erosão hídrica em sistemas de manejo de um Nitossolo Háplico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:747-757, 2008.

BERTOL, I.; VÁZQUEZ, E.V.; GONZÁLEZ, A.P.; COGO, N.P.; LUCIAN, R.V.; FABIAN, E.L. Sedimentos transportados pela enxurrada em eventos de erosão hídrica em um Nitossolo Háplico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol.34, n.1, pp. 245-252, 2010.

BERTONI J, LOMBARDI NETO. F. **Conservação do Solo**. Ícone Editora. São Paulo. 1990, 355 pp.

CUNHA, K. L. **Diagnóstico das áreas suscetíveis à erosão na bacia hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu (Viçosa – MG) como subsídio à conservação do solo e da água**. Viçosa, UFV, 2006. Monografia.

DOMINGUES, E.N.; MATTOS, I.F. de A.; FURIAN, S.M. Geomorfologia e cobertura vegetal atual da microbacia o Ribeirão do Barracão no Núcleo Cunha – Parque Estadual da Serra do Mar – SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 13, n. 2, p. 189-200, 2001.

ENGEL, F. L.; BERTOL, I.; MAFRA, A. L.; COGO, N. P. Water erosion under simulated rainfall in different soil management systems during soybean growth. **Scientia Agrícola**, v.64, p.187-193, 2007.

GUERRA, A.J.T. BOTELHO, R.G.M. Erosão dos solos. In: Geomorfologia do Brasil. Orgs.: A.J.T. Guerra e S.B. da Cunha. 2a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

PINESE JUNIOR, JOSÉ FERNANDO; CRUZ, LÍLIA MOREIRA AND RODRIGUES, SÍLVIO CARLOS. Monitoramento de erosão laminar em diferentes usos da terra, Uberlândia - MG. **Sociedade & Natureza**. 2008, vol.20, n.2, pp. 157-175 .

Holý M. **Erosion and Environment - Environmental Sciences and Applications**. Vol. 9. Pergamon Press. 1980, 225 pp.

SAMPAIO, E.V.S.B. & SAMPAIO, Y. **Desertificação: conceitos, causas, conseqüências e mensuração**. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 2002. 85p. (Documento, 1).



SILVA, A.M. & ALVARES, C.A. Erodibilidade dos solos paulistas: levantamento de informações e estruturação de um banco de dados. **Geociências**, v. 2, 2005.

SILVA, A.M.; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: Editora Rima, 2003, 138 p.

ZACHAR, D. **Soil Erosion**. Brastislava (Czechoslovakia): Elsevier, Developments in Soil Science, 1982, n. 10, 547 p.

FONTANA, VANESSA SCHWANKE. Retenção de água da chuva na palha, solo e dossel vegetativo de milho e feijão. **Tese (doutorado)** - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2007, 102 pags.

COGO, N.P.; MOLDENHAUER, W.C. & FOSTER, G.R. Soil loss reductions from conservation tillage practices.

**Soil Science Society of America Journal**, v.48, p.368-373,1984.

AMORIM, RICARDO S.S.; SILVA, DEMETRIUS D. DA; PRUSKI, FERNANDO F.; MATOS, ANTONIO T. Influência da declividade do solo e da energia cinética de chuvas simuladas no processo de erosão entre sulcos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, vol.5, n.1, 2001.

LATTANZI, A.R.; MEYER, L.D.; BAUMGARDNER, M.F. Influences of mulch rate and slope steepness on interrill erosion. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 38, n. 6, p. 946-950, 1974.

GROSH, J.L.; JARRETT, A.R. **Interrill erosion and runoff on very steep slopes**. Transactions of the ASAE, St Joseph, v.37, n.4, p.1127-1133, 1994.

**Recebido em 28/06/2010**

**Aceito em 02/11/2010**