

EROSÃO NO PLANTIO DIRETO: PERDA DE SOLO, ÁGUA E NUTRIENTES

Erosion in the No-Till system: Soil, Water and Nutrients Losses

Jully Gabriela Retzlaf de Oliveira¹
Ricardo Ralisch²
Maria de Fátima Guimarães²
Graziela Moraes de Cesare Barbosa³
João Tavares Filho²

¹**Universidade Estadual do Norte do Paraná**
Departamento de Geografia
jullygeo@yahoo.com.br

²**Universidade Estadual de Londrina**
Departamento de Agronomia
ralisch@uel.br, mfatima@uel.br, tavares@uel.br

³**Instituto Agronômico do Paraná**
Área de Física do Solo
graziela_barbosa@iapar.br

RESUMO

O preparo e o manejo do solo podem influenciar as taxas de erosão hídrica ocorridas em um solo, expondo-o em maior ou menor intensidade ao impacto das gotas de chuva e à ação da enxurrada, propiciando a ocorrência de erosão, a qual pode acarretar degradação da estrutura do solo, perdas de solo, água, nutrientes e matéria orgânica, com diminuição da fertilidade química, física e biológica, acarretando sérios danos ao setor agropecuário. Nesse contexto, diversos estudos têm sido realizados com o intuito de avaliar como os diferentes manejos têm influenciado na erosão hídrica e, consequentemente, no processo de perda de solo, água e nutrientes, com ênfase para as perdas no Sistema Plantio Direto. O presente trabalho apresenta os resultados da literatura referente à erosão no Sistema Plantio Direto e às perdas de solo, água e nutrientes em comparação aos outros tipos de manejo e preparo do solo. Constata-se que o Sistema Plantio Direto é uma técnica eficaz para redução da perda de solo por erosão hídrica, porém não apresenta a mesma eficácia de redução para as perdas de água e nutrientes.

Palavras-Chave: Sistema de Manejo. Erosão. Degradação do solo.

ABSTRACT

The soil preparation and management can influence the rates of hydric erosion occurred in the soil exposing it more or less intensively to the impact of the rain drops and the action of the torrent, provoking the occurrence of erosion, which can bring on the degradation of the soil structure, soil, water, nutrients and organic matter losses with the decreasing of chemical, physical and biological fertility bringing on serious damage to the agricultural sector. In this context, several studies have been carried out with the objective of evaluating how different management have influenced the hydric erosion and consequently the process of soil, water and nutrients loss, with emphasis to the losses in the no-till system. The present work aimed to present the results of the literature concerning to erosion in the no-till system and the soil, water and nutrients loss in comparison to other types of management and soil preparation. We verified that the no-till system is an effective technique for the reduction of soil loss caused by hydric erosion, although it does not present the same efficiency in the reduction of water and nutrients loss.

Key Words: Management System. Erosion. Soil Degradation.

1 INTRODUÇÃO

Em áreas agrícolas, o mau uso do solo, a mecanização intensiva, a monocultura, o superpastoreio, a destruição das áreas de preservação permanente e o elevado uso de insumos químicos podem alterar as características naturais do solo, causando esgotamento, degradação e erosão.

O preparo e o manejo do solo podem influenciar as taxas de erosão hídrica ocorridas em um solo, expondo-o em maior ou menor intensidade ao impacto das gotas de chuva e a ação da enxurrada, propiciando a ocorrência de erosão, a qual pode acarretar degradação da estrutura do solo, perdas de solo, água, nutrientes e matéria orgânica, com diminuição da fertilidade química, física e biológica, acarretando sérios danos ao setor agropecuário.

Nesse contexto, diversos estudos têm sido realizados com o intuito de avaliar como os diferentes manejos têm influenciado na erosão hídrica (CASSOL e LIMA, 2003; SCHICK et al., 2000; SCHÄFER et al., 2001; LEITE et al., 2004; VOLK et al., 2004; AMARAL et al., 2008) e, conseqüentemente, no processo de perda de solo, água e nutrientes, com ênfase para as perdas no Sistema Plantio Direto (BEUTLER et al., 2003; COGO et al., 2003; GUADAGNIN et al., 2005; BERTOL et al., 2007b; GILLES et al., 2009; BAGATINI et al., 2011 e PANACHUKI et al., 2011)

O presente trabalho busca apresentar os resultados da literatura referente à erosão no Sistema Plantio Direto e as perdas de solo, água e nutrientes em comparação aos outros tipos de manejo e preparo do solo.

2 A INFLUÊNCIA DO PREPARO E MANEJO DO SOLO NA EROSÃO HÍDRICA

Em condições normais, o desgaste da superfície por erosão é compensado pela contínua alteração das rochas, mantendo-se dessa forma o perfil do solo; no entanto, a ruptura do equilíbrio natural pode resultar em erosão acelerada, que atua de forma mais

rápida que o processo de formação dos solos, impedindo a regeneração dos mesmos (SÃO PAULO, 1989).

A erosão hídrica é manifestada pelo desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pelo movimento da água. E, o escoamento superficial das águas da chuva transporta partículas de solo em suspensão e elementos nutritivos essenciais em dissolução (RUFINO et al., 1996).

A perda de solo é determinada pela erosividade da chuva, erodibilidade do solo, comprimento do declive, declividade, cobertura e manejo do solo e práticas conservacionistas (WISCHMEIER e SMITH, 1978). A cobertura e o manejo reduzido do solo têm importante papel na redução das perdas de solo por erosão hídrica, porém são relativamente menos eficazes e muito variadas em relação à redução das perdas de água, nutrientes e carbono orgânico (BERTOL et al., 2007a).

Os métodos de preparo do solo variam em extensão de superfície do terreno trabalhado, em profundidade de preparo e em grau de fragmentação da massa de solo mobilizada. Decorrente disso, eles variam quanto à percentagem de cobertura do solo por resíduos culturais e aos graus de rugosidade e consolidação superficiais do solo (GILLES et al., 2009).

O preparo e manejo do solo e a erosão estão intimamente relacionadas, desse modo as perdas de solo aumentam rapidamente até níveis inaceitáveis, quando se utilizam práticas inadequadas de manejo. As operações de preparo do solo influenciam fortemente a erosão hídrica das áreas cultivadas, alterando o microrrelevo e a cobertura por resíduos vegetais e promovendo a exposição da superfície do solo à ação da chuva e da enxurrada (PANACHUKI et al., 2011).

Como a erosão é um processo predominantemente de superfície, as condições físicas da camada superficial do solo, externas e internas, são as que irão determinar as perdas totais de solo e água. Essas condições irão depender do tipo de uso do solo e da forma como este e a cultura são manejados, os quais irão induzir diferentes

graus de cobertura, rugosidade e consolidação superficiais, bem como diferentes características e propriedades físicas internas do solo, como o volume total e a distribuição de tamanho de poros, estabilidade e distribuição de tamanho de agregados, além do conteúdo de matéria orgânica. Essas condições influenciarão na resistência do solo à ação erosiva da chuva e da enxurrada, na facilidade de infiltração da água e no seu movimento no interior do solo, resultando em maior ou menor perda de solo e água por erosão hídrica (BAGATINI et al., 2011).

A cobertura do solo proporcionada pelos resíduos culturais deixados na superfície tem ação direta e efetiva na redução da erosão hídrica, em virtude da dissipação de energia cinética das gotas da chuva, a qual diminui a desagregação das partículas de solo e o selamento superficial e aumenta a infiltração de água. Ela atua ainda na redução da velocidade do escoamento superficial e, conseqüentemente, na capacidade erosiva da enxurrada (COGO et al., 2003). Por sua vez, a desagregação e o transporte das partículas de solo são bastante diminuídos, o que irá refletir-se em menor escoamento superficial, concentração de sedimentos na enxurrada e perda de solo (VOLK et al., 2004).

Quando incorporados ao solo, os resíduos culturais melhoram sua estrutura e servem como fonte de alimento à microbiota terrestre, o que, juntamente com o desenvolvimento radicular das plantas, resulta em condições favoráveis à agregação e estabilização do solo (VOLK et al., 2004).

Em relação ao manejo das culturas, a rotação de culturas, caracterizada por um sistema de cultivo baseado na alternância de espécies vegetais, planejada e recorrente no tempo e no espaço, melhora, em geral, as condições físicas e químicas do solo, as quais concorrem para a redução da erosão hídrica (SCHICK et al., 2000). A estrutura tem efeito pronunciado na erosão hídrica. Em geral, um solo com estrutura de boa qualidade apresenta boa capacidade de retenção, infiltração, permeabilidade e armazenamento de água no seu interior, o que, no conjunto, irá refletir-se em menor erodibilidade (VOLK et al., 2004).

O modo de aplicação, o local e a profundidade no solo onde os adubos são colocados influenciam na concentração de nutrientes na enxurrada. Normalmente os nutrientes aplicados por meio das adubações ficam concentrados na superfície do solo, o que facilita suas perdas com material integral da erosão (partículas de solo + água de escoamento superficial). A aplicação de corretivos e fertilizantes em superfície irá favorecer a dissolução dos mesmos na água que se encontra retida nas microdepressões de armazenamento superficial e nos resíduos culturais, bem como o seu transporte via escoamento superficial, que, favorece sobremaneira a perda de nutrientes por erosão, mais do que se eles tivessem sido incorporados ao solo (GILLES et al., 2009).

O processo de remoção dos nutrientes com a erosão do solo tende a ser seletivo, uma vez que a matéria orgânica e as partículas mais finas do solo, ambas ricas em nutrientes, são mais vulneráveis às perdas do que as frações mais grosseiras do solo. A matéria orgânica é o primeiro constituinte do solo a ser removido pela erosão, por causa de sua maior concentração na superfície do solo e de sua baixa densidade. Além disso, os teores de nutrientes são mais elevados no sedimento perdido em relação à composição química original do solo (CASSOL et al., 2002).

O tipo de implemento utilizado e a intensidade do preparo modificam a quantidade de resíduos culturais remanescentes na superfície e a cobertura do solo, incorporando total e parcialmente esses resíduos ao solo, no caso do preparo convencional e do cultivo mínimo, respectivamente, ou mantendo praticamente todo o resíduo cultural na superfície, no caso da semeadura direta (BEUTLER et al., 2003).

O uso de sistemas convencionais de manejo do solo, caracterizado por resultar em toda a extensão da superfície do solo trabalhada, em considerável profundidade de preparo e em elevado grau de fragmentação do volume de solo mobilizado (GILLES et al., 2009) pode elevar as perdas de nutrientes e de matéria orgânica por erosão hídrica, os custos financeiros e os riscos ambientais. Pode-se

atribuir a eutrofização de mananciais ao acúmulo de nutrientes decorrente da deposição pela enxurrada e da decomposição da biomassa existente no fundo dos reservatórios (HERNANI et al., 1999). Já os sistemas de manejo conservacionistas – que promovem pequena movimentação mecânica do solo, manutenção de maior parte dos resíduos culturais sobre a superfície e elevação da rugosidade superficial – são mais eficazes do que os não conservacionistas no controle das perdas de solo e água por erosão hídrica (PANACHUKI et al., 2011).

3 PLANTIO DIRETO E EROSÃO

O cultivo intenso de espécies anuais e a prática de preparo excessivo e superficial do solo têm causado erosão e degradação da estrutura do solo. Solos fisicamente degradados podem ser recuperados com o cultivo de espécies de diferentes sistemas aéreos e radiculares que adicionam material orgânico de quantidade e composição variadas. O sistema plantio direto - SPD é mais eficiente que outros métodos de preparo, pois mantém o C orgânico do solo em níveis adequados, além de proporcionar maior qualidade, sustentabilidade e capacidade de produção dos solos agrícolas (WOHLENBERG et al., 2004)

A técnica do plantio direto consiste no mais baixo grau de mobilização do solo, em todos os seus aspectos (extensão de superfície do terreno trabalhada, profundidade de preparo e grau de fragmentação do volume de solo mobilizado). Nesse método, o solo é rompido apenas para se colocar nele as sementes ou mudas/partes vegetativas das plantas, ficando os resíduos culturais remanescentes de culturas anteriores quase todos na superfície. O solo apresenta o menor grau de rugosidade superficial e nenhum valor adicional de porosidade total da camada arável, dentre todos, além de resultar em uma superfície geralmente consolidada, condição que, com o tempo, favorece a conservação do solo, mas, em considerável parte dos casos, desfavorece a conservação da água (GILLES et al., 2009).

A semeadura direta é uma técnica eficaz para se reduzir a perda de solo por

erosão hídrica pluvial, mesmo apresentando baixa ou praticamente nula rugosidade superficial do solo. Entretanto, não apresenta a mesma eficácia de redução da perda de água, embora, neste caso, o solo normalmente apresente maior continuidade de poros, menor taxa de decomposição da matéria orgânica e maior estabilidade de agregados, comparado ao solo nos sistemas que usam os equipamentos tradicionais de preparo (AMARAL et al., 2008).

Diversas pesquisas têm demonstrado a eficácia dos preparos conservacionistas de solo no controle da erosão, com reduções de 50 a 95 % nas perdas de solo, em relação ao preparo convencional. No entanto, as perdas de água, de modo geral, têm sido variadas e bem menos influenciadas pela cobertura superficial morta do que as perdas de solo, podendo ser superiores ora na semeadura direta, ora no preparo reduzido, ora no preparo convencional, ou mesmo semelhante entre os diferentes métodos de preparo do solo, dependendo de condições, tais como: regime de chuva, tipo de solo, topografia e sequência/rotação cultural utilizada no sistema de manejo do solo da propriedade (COGO et al., 2003).

O sistema de semeadura direta é o que apresenta maior potencial de redução das perdas de solo por erosão hídrica, podendo, em algumas situações, chegar a valores mínimos. Isso ocorre devido à drástica redução do preparo do solo, que permite a manutenção de grande parte dos resíduos culturais e o aumento da consolidação na superfície do solo, embora ocorra aumento na densidade do solo e redução no volume total de poros, especialmente dos macroporos. Assim, especialmente sob longos comprimentos de rampa e, ou, maiores inclinações do terreno, além de elevadas perdas de água na forma de enxurrada, as perdas de solo por erosão hídrica também podem ser relativamente elevadas no Sistema Plantio Direto (BERTOL et al., 2007a).

A menor eficácia da semeadura direta no controle da perda de água, comparada à perda de solo, deve-se ao fato de que, independentemente do tipo de preparo

utilizado, o solo apresenta capacidade finita de infiltração de água, a partir da qual a taxa de enxurrada tende a se igualar nos diferentes tipos de preparo. Por outro lado, a técnica de semeadura direta tem proporcionado acúmulo de nutrientes na superfície do solo, pela não-inversão da sua camada arável, o que favorece a concentração de nutrientes na enxurrada. A erosão hídrica, por ser seletiva, preferencialmente transporta os sedimentos mais finos, de menor diâmetro e de baixa densidade, constituídos, sobretudo, de colóides minerais e orgânicos e normalmente enriquecidos de elementos minerais (BERTOL et al., 2007a).

Em decorrência da idéia equivocada de que o sistema plantio direto constitui prática conservacionista suficiente para controlar integralmente a erosão hídrica, o terraceamento passou a ser considerado supérfluo e indiscriminadamente desfeito, além do abandono da semeadura em contorno e à adoção da semeadura paralela ao maior comprimento da gleba, independentemente do sentido do declive (DENARDIN et al., 2008).

Desse modo, os autores colocam que apenas a ausência de preparo de solo e a cobertura permanente não têm propiciado condição suficiente para conter a erosão hídrica, sendo, portanto, necessário associar outras práticas ao plantio direto que sejam eficientes barreiras físicas ao livre escoamento do deflúvio superficial, principalmente em condições de declives acentuados e pendentes longas. O resultado maior desta ação é o aumento da enxurrada na lavoura, que transporta agroquímicos, partículas de solo, material orgânico e água.

Devido à não-mobilização da camada arável, a técnica de semeadura direta normalmente resulta em acúmulo de nutrientes na superfície do solo, causado pela aplicação superficial de fertilizantes e corretivos ou pela pequena profundidade no solo, e também pela decomposição dos restos culturais que se encontram em superfície. Esses fatos favorecem a concentração de nutrientes na enxurrada (GILLES et al., 2009).

Nesse sentido, faz-se necessária a adoção de práticas conservacionistas

complementares à cobertura do solo propiciada pelo SPD, como os terraceamentos, plantio em nível, dentre outros, ou seja, práticas que permitam diminuir as forças do processo erosivo.

4 PERDA DE SOLO, ÁGUA E NUTRIENTES POR EROSIÃO NO PLANTIO DIRETO

Vários trabalhos publicados têm avaliado a perda de solo, água e nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de preparo e manejo do solo, abordando os convencionais, os reduzidos e a semeadura direta.

Schick *et al.* (2000) avaliaram a erosão hídrica em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo, sendo: aração + duas gradagens, escarificação + gradagem e semeadura direta, ambos com rotação e sucessão de culturas. Concluíram que a semeadura direta é mais eficaz no controle das perdas de solo, enquanto as perdas de água seguem a mesma tendência; sendo as perdas de água menos influenciadas pelo manejo do que as perdas de solo.

Em concordância, Beutler *et al.* (2003), estudando as perdas de solo e água num Latossolo Vermelho Aluminoférrico, concluíram que a semeadura direta, tanto envolvendo rotação de culturas no inverno e verão quanto envolvendo rotação de preparos, foi mais eficaz no controle das perdas de solo e água do que os demais tratamentos (preparo convencional, cultivo mínimo, rotação de preparos).

Também Cassol e Lima (2003) constataram que, em sistemas de semeadura direta, as perdas de água nas áreas em entressulcos são consideravelmente reduzidas em relação ao solo descoberto (preparo convencional sem resíduos), porém não são menores do que quando há preparo convencional do solo com incorporação de resíduos. As taxas de perdas de solo por erosão foram reduzidas em torno de 90% pelo sistema de semeadura direta em relação ao solo descoberto e ao preparo convencional com incorporação de resíduos.

Estudando a erosão em sulcos em diferentes preparos e estado de consolidação do solo: preparo convencional recente, preparo convencional consolidado (consolidação por dois meses), plantio direto sem presença de palha e plantio direto com presença de palha, Schäfer et al. (2001), concluíram que a descarga sólida, a desagregação e a concentração de sedimento foram maiores no convencional recente, intermediárias no convencional consolidado e plantio direto sem palha e menores no plantio direto com palha, estando relacionadas com a consolidação, agregação e cobertura do solo.

Avaliando as perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo, Cogo et al., (2003), concluíram que as perdas de solo por erosão hídrica foram mais elevadas no preparo convencional, intermediárias no preparo reduzido e mais baixas na semeadura direta, independentemente dos tratamentos estudados, enquanto as perdas de água foram todas muito baixas e similares, mas tendendo a serem maiores no preparo convencional, intermediárias na semeadura direta e menores do preparo reduzido. O aumento da perda de solo com o aumento dos valores das classes de declividade do terreno foi maior no preparo convencional do que no preparo reduzido e na semeadura direta.

Resultados semelhantes foram obtidos por Leite et al. (2004) que avaliaram as perdas de água e solo em diferentes sistemas de manejo: solo sem cultivo com uma aração + duas gradagens; solo com cultivo com uma aração + duas gradagens e cultivos em semeadura direta. Os autores concluíram que a semeadura direta foi mais eficaz do que os demais sistemas no retardamento dos tempos necessários para a enxurrada se iniciar e atingir a taxa máxima de escoamento; a semeadura direta foi mais eficaz do que os demais sistemas na redução das perdas de água e, as perdas de solo diminuíram exponencialmente com o aumento das coberturas do solo proporcionadas pelos resíduos culturais e pelas copas das plantas; o aumento da cobertura do solo pelos resíduos

culturais ocasionou diminuição exponencial da concentração de sedimentos na enxurrada e da taxa de perda de solo durante o período de enxurrada constante.

Guadagnin *et al.* (2005) também observaram que os sistemas conservacionistas de manejo do solo mostraram-se mais eficazes do que o preparo convencional na redução das perdas de solo e água, em relação ao solo sem cultivo; em relação ao preparo convencional, a semeadura direta foi mais eficaz do que o cultivo mínimo na redução das perdas de solo e água; as perdas de solo foram mais influenciadas do que as perdas de água pelos sistemas de manejo do solo.

Panachuki *et al.* (2011) avaliaram três sistemas de manejo do solo: semeadura direta, preparo com grade aradora e preparo com escarificador, associados a três níveis de cobertura do solo: 0,0; 2,0; e 4,0 Mg ha⁻¹. Assim, concluíram que as maiores perdas de solo e de água foram observadas nos tratamentos sob semeadura direta sem resíduo vegetal, enquanto nesse mesmo sistema de cultivo com a presença dos resíduos ocorreu a maior eficiência no controle da erosão hídrica.

Em desacordo com os resultados discutidos acima, Gilles *et al.* (2009) avaliando a erosão hídrica pluvial do solo na cultura do milho nos métodos de preparo escarificação e semeadura direta e nos tipos de adubação mineral (fertilizante contendo N e P) e orgânica (cama seca de aviário), obtiveram os seguintes resultados: o milho cresceu melhor no preparo com escarificação, o qual também foi eficaz no controle da perda de água, de matéria orgânica e de nutrientes pela erosão, ficando a semeadura direta como a mais eficaz no controle da perda de solo, de modo geral em todos os casos, independentemente da adubação. As maiores quantidades totais acumuladas de nutrientes perdidos pela erosão foram observadas para o K, tanto na adubação orgânica quanto na adubação mineral, para o P, na adubação mineral, e para o N, tanto na adubação orgânica quanto na adubação mineral, nesta ordem de valores decrescentes e todos na semeadura direta.

Estudando as perdas de nutrientes por erosão em diferentes métodos de

melhoramento de pastagem nativa Cassol et al. (2002) observaram que houve diferenciação entre os métodos de melhoramento da pastagem nativa quanto à concentração e perda de nutrientes na enxurrada. A sequência predominante de concentração e perdas foi gradagem, plantio direto, subsolagem e convencional. Segundo os autores, não houve relação entre a perda de nutrientes na enxurrada e as perdas de solo e de água causadas pelos métodos de melhoramento da pastagem nativa utilizados. As perdas dos nutrientes na enxurrada foram determinadas pelas condições da superfície do solo, pela localização dos fertilizantes e calcários no solo, resultantes dos preparos de solo para as espécies forrageiras.

Em concordância Hernani et al. (1999) concluíram que o plantio direto proporcionou maior concentração média de P no sedimento, bem como maior concentração de Ca^{2+} em solução e taxa de enriquecimento em P no sedimento do que os sistemas escarificação + gradagem niveladora e gradagens (pesada + niveladora). Por outro lado, os autores argumentam que o plantio direto foi, entre os sistemas estudados, o mais eficaz no controle da erosão, perdendo as menores quantidades totais de nutrientes e de matéria orgânica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O plantio direto é uma técnica eficaz para redução da perda de solo por erosão hídrica, porém não apresenta a mesma eficácia de redução para as perdas de água e nutrientes, sendo necessária, na maioria dos casos, a adoção de práticas conservacionistas complementares que contribuam para diminuição da enxurrada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A. J.; 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**, Viçosa, v.32, p.2145-2155, 2008.

BAGATINI, T.; COGO, N. P.; GILLES, L.; PORTELA, J. C.; PORTZ, G.; QUEIROZ, H. T. Perdas de solo e água por erosão hídrica após mudança no tipo de uso da terra, em dois métodos de preparo do solo e dois tipos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, p. 999-1011, 2011.

BERTOL, I.; COGO, N. P.; SCHICK, J.; GUDAGNIN, J. C.; AMARAL, A. J. Aspectos financeiros relacionados às perdas de nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.1, p.133-142, 2007a.

BERTOL, O. J.; RIZZI, N. E.; BERTOL, I.; ROLOFF, G. Perdas de solo e água e qualidade do escoamento superficial associadas a erosão entre sulcos em área cultivada sob semeadura direta e submetida a adubações mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.781-792, 2007b.

BEUTLER, J. F.; BERTOL, I.; VEIGA, M.; WILDNER, L. P. Perdas de solo e água num Latossolo Vermelho Aluminoférrico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.509-517, 2003.

CASSOL, E. A.; LEVIEN, R.; ANGHINONI, I.; BADELUCCI, M. P. Perdas de nutrientes por erosão em diferentes métodos de melhoramento de pastagem nativa no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** Viçosa, v. 26, p.705-712, 2002.

CASSOL, E. A.; LIMA, V. S. Erosão em entressulcos sob diferentes tipos de preparo e manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.1, p.117-124, jan. 2003.

COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declividade e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.743-753, 2003.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; FAGANELLO, A.; SATTTLER, A.; MANHAGO, D. D. "Vertical mulching" como prática conservacionista para manejo de enxurrada em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.2847-2852, 2008.

GUADAGNIN, J. C.; BERTOL, I.;

CASSOL, P. C.; AMARAL, A. J. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, p.277-286, 2005.

GILLES, L.; COGO, N. P.; BISSANI, C. A.; BAGATINI, T.; PORTELA, J. C. Perdas de água, solo, matéria orgânica e nutriente por erosão hídrica na cultura do milho implantada em área de campo nativo, influenciadas por métodos de preparo do solo e tipos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, p.1427-1440, 2009.

HERNANI, L. C.; KURIHARA, C. H.; SILVA, W. M. Sistemas de manejo de solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.145-154, 1999.

LEITE, D.; BERTOL, I.; GUADAGNIN, J. C.; SANTOS, E. J.; RITTER, S.R. Erosão hídrica em um Nitossolo Háptico submetido a diferentes sistemas de manejo sob chuva simulada. I - Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.5, p.1033-1044, 2004.

PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; ALVES SOBRINHO, T.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B. Perdas de solo e de água e infiltração de água em Latossolo vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, p.1777-1785, 2011.

RUFINO, R.; BISCAIA, R. C. M.; MERTEN, G. H. Perdas de solo e água por erosão na sucessão soja/trigo cultivados em plantio convencional e direto. **Congresso Brasileiro Plantio Direto: para uma Agricultura Sustentável**, 1, Ponta Grossa, 1996. Anais... Ponta Grossa, 1996. p. 111-113.

SÃO PAULO. Secretaria de Energia e Saneamento. **Controle de erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para planejamento urbano e regional; orientações para o controle de boçorocas urbanas**. São Paulo: DAEEP/IPT, 1989.

SCHÄFER, M. J.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; CASSOL, E. A. Erosão em entressulcos em diferentes preparos e estados de consolidação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p.431-441, 2001.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O. ; BALBINOT JÚNIOR, A. A. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico Alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. I - Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.427- 436, 2000.

VOLK, L. B. S.; COGO, N. P.; STRECK, E. V. Erosão hídrica influenciada por condições físicas de superfície e subsuperfície do solo resultantes do seu manejo, na ausência de cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.4, p. 585-596, 2004.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. **Agricultural Handbook**, 537, Washington, n. 537, 1978.

WOHLENBERG, E. V.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BLUME, E. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação e em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.5, p.891-900, 2004.

Data de Submissão: 20.06.2012

Data de Aceite: 17.07.2012

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited