

## IMPLICAÇÕES DO ESTADO ESTRUTURAL DO SOLO NAS PERDAS DE ÁGUA E SOLO POR EROSÃO

Vitória Regina Morello Gongora<sup>1</sup>, Deonir Secco<sup>1</sup>, Vitória Fenilli Vidaletti<sup>1</sup>, Pablo Chang<sup>1</sup>, Natasha Barchinski Galant Lenz<sup>1</sup>, Maikon Lucian Lenz<sup>1</sup>, Fernando Luiz da Cruz Balena<sup>1</sup>, Carlos Henrique Fornasari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, Campus de Cascavel. Rua Universitária 2069, CEP: 85819-110, Bairro Jardim Universitário, Cascavel, PR. E-mail: [vi\\_morello@hotmail.com](mailto:vi_morello@hotmail.com); [deonir.secco@unioeste.br](mailto:deonir.secco@unioeste.br); [vitoria\\_fenilli@hotmail.com](mailto:vitoria_fenilli@hotmail.com); [pablo-sdw@hotmail.com](mailto:pablo-sdw@hotmail.com); [nah.bio@gmail.com](mailto:nah.bio@gmail.com); [engenheiro.lenz@gmail.com](mailto:engenheiro.lenz@gmail.com); [fernando.balena@unioeste.br](mailto:fernando.balena@unioeste.br); [carlos\\_fornasari@hotmail.com](mailto:carlos_fornasari@hotmail.com).

**RESUMO:** Um dos problemas mais agravantes em relação as perdas de solo e água é em relação as perdas por erosão hídrica. O trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão de literatura a respeito dos fatores e causas da erosão hídrica e suas consequências para o solo, e consequentemente para a produtividade do mesmo. Solos menos estruturados tendem a ser mais suscetíveis a perdas de solo e erosão, devida a facilidade de arraste de suas partículas. Portanto, faz-se necessário melhorar a estrutura dos solos, para que ele consiga suportar melhor as cargas das gotas da chuva assim como o escoamento superficial. A intervenção mecânica apresenta potencial passageiro na atenuação da compactação e melhoraria da estrutura do solo nos atributos porosidade total e macroporosidade após a escarificação, e a densidade do solo depois da aração. Por isso faz-se necessário associação com outros métodos para a reestruturação do solo, e uma delas é através de diferentes culturas, que possuem características distintas umas das outras de desenvolvimento radicular e efeitos colaterais associados, que irão recompor a estrutura degradada do solo, o que irá consequentemente refletir na ação erosiva da chuva e da enxurrada em relação a perda de água e solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** física do solo, porosidade do solo, escoamento superficial

## IMPLICATIONS OF THE STRUCTURAL STATE OF THE SOIL IN THE LOSS OF WATER AND SOIL BY EROSION

**ABSTRACT:** One of the most aggravating problems in relation to soil and water losses is in relation to losses due to water erosion. The work aims to present a literature review about the factors and causes of water erosion and its consequences for the soil, and consequently for its productivity. Less structured soils tend to be more susceptible to soil loss and erosion, due to the ease of dragging their particles. Therefore, it is necessary to improve the structure of the soils, so that it can better withstand the loads of raindrops as well as runoff. The mechanical intervention has temporary potential to reduce compaction and improve soil structure in terms of total porosity and macroporosity after chiseling, and soil density after plowing. Therefore, it is necessary to associate with other methods for the restructuring of the soil, and one of them is through different cultures, which have different characteristics from each other of root development and associated side effects, which will recompose the degraded structure of the soil, the which will consequently reflect on the erosive action of rain and runoff in relation to the loss of water and soil.

**KEYWORDS:** soil physics, soil porosity, surface runoff.

## INTRODUÇÃO

O solo apresenta uma elevada importância na manutenção da vida nos ecossistemas terrestres, sendo o mesmo essencial para a produção de alimentos, fornecimento de matéria prima para produção de medicamentos, vestuário e produção de energia. Os seres humanos dependem diretamente deste recurso natural, porém o uso e manejo do solo de forma inadequada geram danos ao meio ambiente (Figueiredo, 2012).

O solo pode ser definido como a camada superficial da crosta terrestre, composto por partículas minerais de diferente granulometria e composição química diversa, e por matéria orgânica em diferentes estágios de decomposição. As diferentes proporções destes componentes e o modo como se distribuem refletem a sua formação. O solo é um recurso natural não renovável, portanto a sua conservação é indispensável para manutenção dos ecossistemas. O conhecimento dos solos de um território é um elemento essencial para a identificação de potencialidades, limitações e riscos associados ao uso atual ou futuro da terra (Figueiredo, 2013).

A estrutura do solo pode ser definida quanto à forma, dimensão e estabilidade das suas partículas primárias e agregadas (Kay, 1988). A estrutura do solo é uma característica física, formada pelas partículas sólidas e os espaços vazios que a elas se associam, e a estabilidade da estrutura pode ser definida como a capacidade desse arranjo se manter, quando exposto a diferentes ações perturbadoras, como é o caso em particular da ação de chuvadas erosivas (Angers & Carter, 1996).

Embora estas ações se verifiquem maioritariamente na camada superficial, é importante notar que o solo não corresponde apenas a essa interface mas é um corpo natural de constituição e organização diferenciadas em profundidade (Alves, 2018).

A erosão é um dos impactos mais significativos sobre o recurso solo, afetando as capacidades básicas do mesmo no ecossistema, além de prejudicar a sua função enquanto suporte das atividades agrícolas e florestais (Figueiredo, 2012).

A suscetibilidade do solo à erosão está diretamente relacionada com a estabilidade da agregação, que é caracterizada por parâmetros de resistência do solo a ações físicas que o perturbam (Le Bissonais, 1996). Por outras 2 palavras, a agregação indica a condição do solo ou capacidade do mesmo em relação ao arejamento, infiltração da água, retenção da água e dos nutrientes, e crescimento e expansão dos sistemas radiculares. Um

solo que contém agregados pouco resistentes ao humedecimento rápido será facilmente erodido quando exposto à ação da chuva (Yoder, 1936, citado em Volk & Cogo, 2008).

A Erosão consiste na combinação de processos mecânicos sobre o solo, através da qual, as partículas de solo, subsolo e rocha são desagregadas, alteradas e transportadas (Morgan, 2005). É um processo de ocorrência natural que tem como agentes a água, o vento e o gelo, podendo ser agravado pela interferência humana como o desmatamento, mineração, práticas agrícolas e urbanização (Diyabalanage et al; 2017).

A classificação do tipo de erosão é realizada de acordo com o agente atuante, podendo ser a água, o vento ou o gelo. Segundo Zachar (1982), pode-se classificar a erosão do solo em hídrica, eólica ou glacial. Dentre os processos erosivos apresentados, o processo avaliado no presente trabalho será a erosão hídrica, pois de acordo com Morgan (2005) esta é a que apresenta maior influência nos processos de degradação do solo na maior parte do globo.

### **Erosão hídrica**

De acordo com Morgan (2005) esta é a que apresenta maior influência nos processos de degradação do solo na maior parte do globo. Enquanto que Lepsch (2010), fala que a água pode atuar como um agente desagregante ou como transportador das partículas do solo.

Quando a cobertura vegetal do solo é eliminada, deixando-o exposto, intensificam-se os impactos ocasionados pela erosão hídrica, que de acordo com a Lepsch (2010) possui três etapas: a desagregação, o transporte e a deposição. Quando a precipitação atinge a superfície do solo, acontece o humedecimento dos agregados, reduzindo as suas forças coesivas e os mesmos podem ser desintegrados em grânulos menores. Com o aumento da energia cinética da precipitação, aumenta-se também a quantidade de agregados desintegrados (Morgan, 2005).

A estabilidade dos agregados do solo é um dos fatores mais importantes para a conservação do solo e manutenção das funções ambientais do solo. A agregação afeta a capacidade do solo de armazenar e estabilizar o C orgânico (Six et al., 2004; Kodesova et al., 2008), bem como a capacidade de armazenamento e distribuição da água no solo na paisagem ( Scheer et al., 2011; Schmidt et al., 2011; Berhe e Kleber, 2013).

Além disso, um aumento na estabilidade estrutural do solo aumenta a resistência contra agentes erosivos e compactação (Schmidt et al., 2011; Novara et al., 2012; Berhe e Kleber, 2013; Chaplot e Cooper, 2015).

As partículas desprendidas podem ser transportadas pelo escoamento superficial ou podem permanecer próximas do agregado (Lepsch, 2010). O escoamento superficial do solo apresenta diferentes propriedades hidráulicas, de forma que podem ocorrer em toalha ou laminar, por sulcos e por ravinas.

Nos solos a erosão ocorre essencialmente em três fases. A primeira fase, cujo o nome é erosão laminar, implica o destacamento individual de materiais do solo, o que é motivado pelo impacto das gotas de água da chuva (rainsplash).a erosão laminar se destaca pela combinação da ação desagregadora do impacto das gotas de chuva (Petan et al., 2010; Santos et al., 2010) com a força de arrasto, causada pelo escoamento superficial (Decroix et al., 2008; Auerswald et al., 2009). O processo é contínuo, razão pela qual a erosão não pode ser evidenciada por simples inspeção visual, mas é possível ser detectada pela coloração das águas dos corpos hídricos e pelo estado da cobertura do solo (Inácio et al., 2007; Ribeiro & Alves, 2008; Barbosa et al., 2009a). Os processos erosivos ocorrem naturalmente, de forma lenta e gradual, mas são intensificados em virtude das ações antrópicas, tais como desmatamentos, atividades agropecuárias e manejo inadequado do solo (Nunes et al., 2011).

A desagregação e o transporte das partículas do solo na erosão em sulcos se dão pela ação das forças hidráulicas provocadas pelo escoamento superficial concentrado nos sulcos, originado pelas chuvas (Polyakov & Nearing, 2003). A erosão em sulcos constitui-se na segunda fase evolutiva do processo físico da erosão hídrica do solo, que é marcada pela mudança da forma do escoamento. De difuso sobre a superfície do solo, na fase inicial da erosão em entressulcos, o mesmo concentra-se na segunda fase, em pequenas depressões da superfície do solo, chamadas de sulcos de erosão (Cantalice, 2002). Quando isso ocorre, a lâmina de escoamento desenvolve maior tensão de cisalhamento devido ao aumento da sua espessura, elevando, portanto, a capacidade do escoamento em desagregar o solo (Cantalice et al., 2005).

A terceira fase representa as voçorocas que são formações de grandes buracos de erosão causados pela chuva e intempéries em solos onde a vegetação é escassa, expondo-os aos processos erosivos que estão associados ao uso do solo, ao substrato geológico, ao

tipo de solo, às características climáticas, hidrológicas e relevo. O desenvolvimento das voçorocas descrito é geralmente atribuído a mudanças ambientais induzidas pelas atividades humanas (DA SILVA SANTANA e ARAUJO, 2018).

### **Perfil do solo**

À seção vertical, que abrange a superfície até ao material geológico, dá-se o nome de perfil do solo (Lepsch, 2010). Na observação e descrição de perfis do solo, percebe-se que as propriedades do solo não estão distribuídas aleatoriamente, mas sim de forma ordenada em camadas horizontais, designadas de horizontes do solo (Neary et al; 2005). Os horizontes do solo são constituídos por quatro componentes principais: partículas minerais, materiais orgânicos, água e ar. Ao cortar-se um solo verticalmente, pode-se observar a sequência de horizontes.

De acordo com Lepsch (2010), o perfil de um solo completo possui cinco tipos de horizontes diferentes, que são identificados pelas letras maiúsculas O, A, E, B, C, além da rocha de origem (Rocha mãe), representada pela letra R como pode ser observado na Figura 1. Existe ainda a classificação do horizonte orgânico “H”, característico de áreas encharcadas, ou seja, de solos orgânicos.

O horizonte “O” é caracterizado pela presença de compostos orgânicos resultantes da acumulação de folhas e outros resíduos na superfície do solo, em diferentes estágios de decomposição. Esses resíduos orgânicos são comumente denominados no Brasil de serapilheira ou manta morta em Portugal (Lepsch, 2010).

O horizonte “A” é composto por uma camada predominantemente mineral localizada próximo da superfície, tendo como característica principal a acumulação de matéria orgânica decomposta (húmus). Este horizonte, normalmente apresenta cor escura devido à presença de húmus, elemento importante para a formação de agregados que contribuem para a estrutura do solo (Lepsch, 2010).

O horizonte representado pela letra “E” está presente em alguns tipos de solo, localizado entre os horizontes A e B. Este é caracterizado por apresentar coloração clara, e representa a camada do solo na qual ocorreu a translocação de materiais para o horizonte B, como por exemplo, argila, húmus e óxidos de ferro. Esse processo de translocação de material coloidal é denominado de eluviação (Lepsch, 2010).

De acordo com Lepsch (2010), a letra “B” representa o horizonte, que se encontra abaixo dos horizontes A e E, desde que esses não tenham passado por processos erosivos. O horizonte B é caracterizado por apresentar coloração mais clara que o horizonte A, com estrutura desenvolvida e acumulação dos materiais coloidais transpostos dos horizontes superiores.

O horizonte C corresponde à rocha pouco alterada pelos processos de formação do solo, tendo características idênticas às do material originário a partir do qual o solo se formou.

Por fim, representado pela letra R encontra-se a rocha não alterada, conhecida também como rocha mãe ou rocha de origem. É definida como a matriz mineral de um solo, sendo composta por um material rochoso que não sofreu alteração física ou química relevantes.

### **Qualidade do solo**

A qualidade do solo é definida como a capacidade de um solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado, para sustentar a produtividade de plantas e animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água e promover a saúde das plantas, dos animais e dos seres humanos (Doran & Parkin, 1994). Por outras palavras, os parâmetros de qualidade do solo estão 6 diretamente relacionados com as funções que capacitam o solo em receber, armazenar e reciclar a água, nutrientes e energia (Carter, 2001).

Os indicadores físicos são de grande relevância do ponto de vista das atividades agrícolas pois estabelecem relações diretas com os processos hidrológicos (EMBRAPA, 2006), tais como a taxa de infiltração, drenagem, erosão e escoamento superficial. Desempenham também papel importante no suprimento e armazenamento de água, nutrientes e oxigênio no solo (EMBRAPA, 2006). Os principais indicadores físicos da qualidade do solo são a textura, espessura, densidade, resistência à penetração, porosidade, capacidade de retenção de água, condutividade hidráulica e estabilidade da agregação (Araújo et al; 2012).

Os indicadores químicos da qualidade do solo são também muito relevantes, pois dão informação sobre a capacidade de troca catiónica do solo e sobre a disponibilidade de nutrientes para as plantas (EMBRAPA, 2006). São normalmente, agrupados em

variáveis relacionadas com o teor de matéria orgânica do solo, a acidez do solo, o conteúdo de nutrientes e determinadas relações como a saturação de bases (Araújo et al; 2012).

Entre os principais indicadores biológicos da qualidade do solo destaca-se a matéria orgânica, a massa microbiana e o nível de respiração do solo. A biomassa microbiana do solo é o componente vivo da matéria orgânica. A sua avaliação é importante para obtenção de informação sobre mudanças nas propriedades orgânicas do solo, detectar variações causadas por cultivos ou por devastação de florestas, medir a regeneração dos solos após a remoção da camada superficial e avaliar os efeitos de poluentes como metais pesados e pesticidas (Frighetto, 2000).

### **Sistema Plantio Direto**

Na América do Sul, o Brasil lidera a área em Plantio Direto e é o núcleo de disseminação da tecnologia para as outras partes do planeta, uma vez que o Brasil tem os mais avançados conceitos, práticas e pesquisas sobre Plantio Direto (LANDES, 2005). Segundo FEBRAPDP (2012), na safra de 2011/2012, a área com plantio direto ocupou cerca de 31.811.000 hectares, 6.300.000 hectares a mais se comparado à safra 2005/2006. Isso nos mostra que o conceito de preservação do solo e diminuição das perdas por erosão, estão consolidadas, porém as questões que agora surgem, estão relacionadas a qualidade do solo, tanto física, quanto biológica (ROSA, 2009), principalmente pela distorção do real significado de sistema plantio direto e da diferença dessa definição com o significado de plantio direto na palha, onde há falta de rotação de culturas, plantas de cobertura, e as práticas de manejo muitas vezes são consideradas inadequadas, afetando diretamente a estrutura do solo.

A cobertura do solo pelos resíduos deixados pelas culturas anuais diminui a ação de impacto das gotas da chuva e aumenta a infiltração de água no solo (FIORIN, 2007). Grande parte dos bons resultados do Plantio Direto é que há a criação de um ambiente favorável às plantas, estabilidade de produção e melhoria das características físico-químicas e biológicas do solo quando é deixada, sobre o solo, a palhada das culturas anuais ou das plantas de cobertura (EMBRAPA, 2009). O solo também fica protegido dos fatores externos, como da incidência de raios solares e do vento; aumenta a taxa de infiltração e posterior retenção de água; diminui a taxa de evaporação; reduz a amplitude

e oscilação de temperaturas, favorecendo as características biológicas do solo e o crescimento de vegetais. Outra característica importante da manutenção da palha sobre o solo é a elevação dos teores de matéria orgânica, melhorando a biodiversidade, aumentando a agregação do solo e a estrutura, deixando-o menos vulnerável a erosão (EMBRAPA, 2011).

Outra forma eficiente de manter o solo coberto e de melhorar a eficiência do Sistema Plantio Direto é através da utilização de plantas de cobertura. A maior agressividade e rusticidade e o desenvolvimento em solos adensados é característica dessas plantas, que melhoram características físicas, como estruturação, infiltração de água e aeração, além de características químicas, pela liberação de nutrientes as camadas mais profundas do solo durante a decomposição, uma vez que possuem raízes profundas e ramificadas (FIORIN, 2007). Aumentos de produtividade, melhoria dos teores de matéria orgânica e ampliação da conservação do solo, além da maior possibilidade de retorno econômico, são características das plantas de cobertura (LAZARO et al., 2013).

A rotação de culturas, outro fundamento do sistema plantio direto, é imprescindível para um bom funcionamento do sistema produtivo. O cultivo de variadas culturas numa mesma área dentro de um determinado ciclo é a premissa da rotação de culturas (EMBRAPA, 2011). Assim, o sistema plantio direto se torna um sistema viável, tanto ecologicamente quanto economicamente (DENARDIN et al., 17 2011). Um bom sistema produtivo dentro de uma propriedade preconiza o planejamento antecipado e estratégico de rotação de culturas e de utilização de plantas de cobertura, aliando assim, a um bom desempenho do sistema de produção (FIORIN, 2007). Mudanças químicas, físicas e biológicas podem ser observadas em solos onde não é realizada a rotação de cultivos, afetando a estabilidade do sistema (EMBRAPA, 2011). Além disso, a utilização de várias culturas dentro de um mesmo ciclo de produção ajuda a restaurar a estrutura do solo, dando condições favoráveis para o desenvolvimento vegetal, e diminuindo a erosão hídrica dos solos (ALBUQUERQUE et al., 1995).

### **Uso e manejo**

A reestruturação do solo consiste basicamente em recuperar as propriedades e a estabilidade do seu espaço poroso, necessariamente passando pela atividade microbiana do solo. Pode ser conseguida por meio da adoção de práticas integradas de manejo de

solo, incluindo as de caráter não mecânico ou vegetativo e as de caráter mecânico ou estrutural, entre essas últimas sobressaindo-se os terraços (PORTELA, 2009).

Segundo Drescher et. al. (2011) observou-se que a intervenção mecânica apresenta potencial efêmero para mitigar a compactação e melhorar a estrutura do solo, com duração de até dois anos e meio dos atributos porosidade total e macroporosidade após a escarificação, e a densidade do solo depois da aração. Portela (2009) observou que a sequência cultural com teosinto, seguidas com milho+feijão miúdo e milheto, de modo geral foram as culturas que melhor restauraram a estrutura do solo, e também as que mais reduziram a erosão hídrica.

Volk (2006) constatou que a descontinuidade do preparo do solo efetivamente reconsolidou a sua superfície e se refletiu em valores decrescentes de perda de solo por erosão hídrica pluvial com o passar do tempo, entretanto com os valores de perda de água da chuva sempre permanecem altos. O mesmo autor ainda observou que a incorporação de resíduos culturais ao solo, comparado a não-incorporação, causou considerável redução nas perdas de água e solo por erosão hídrica, refletindo-se em melhoria geral da estrutura do solo.

Em outro trabalho de Volk (2006) observou-se que as sequencias culturais que foram estudadas determinaram condições físicas diferentes na camada superficial do solo, traduzidas pelas diferentes características físicas de superfície e subsuperfície avaliadas, antes e depois do seu preparo, o que se refletiu em repostas diferentes da erosão hídrica e do escoamento superficial. O autor em questão verificou que a perda de água foi maior no solo não mobilizado, mesmo estando ele com elevada quantidade de cobertura superficial, e a menor no solo recém- mobilizado e sem nenhuma cobertura superficial. Entretanto a perda de solo foi menor no solo não mobilizado e com elevada quantidade de cobertura superficial, comparado ao solo mobilizado ou não mobilizado, porem sem cobertura superficial, porem todas elas aumentando com o passar do tempo e com os preparos do solo subsequentes. Portanto a massa de raízes mortas, o diâmetro médio ponderado de agregados do solo em agua e o índice de rugosidade do solo, mostraram-se bons indicadores de qualidade física para o proposito de redução da perda total de agua em todas as condições físicas estudadas na camada superficial do solo, e excelentes indicadores para o fim de redução de perda total de solo.

A intervenção mecânica apresenta potencial passageiro na atenuação da compactação e melhoria da estrutura do solo nos atributos porosidade total e macroporosidade após a escarificação, e a densidade do solo depois da aração.

A camada de matéria orgânica presente na superfície do solo é importante por conseguir uma mudança estrutural de maneira mais prolongada, comparado as intervenções mecânicas.

Por isso faz-se necessário associação com outros métodos para a reestruturação do solo, e uma delas é através de diferentes culturas, que possuem características distintas umas das outras de desenvolvimento radicular e efeitos colaterais associados, que irão recompor a estrutura degradada do solo, o que irá conseqüentemente refletir na ação erosiva da chuva e da enxurrada em relação a perda de água e solo.

### REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Jackson Adriano et al. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: Efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. *Revista Brasileira de ciência do solo*. Campinas, p.115-119. 1995;
- ALVES, Amanda Leroy Ferreira. Efeitos de condicionadores do solo na erosão hídrica em áreas aridas no Nordeste de Portugal. 2018. Tese de Doutorado;
- AUERSWALD, K.; FIENER, P.; DIKAU, R. Rates of sheet and rill erosion in Germany – A meta-analysis. *Geomorphology*. v.111, p.182-193, 2009;
- BARBOSA, Í. S.; ANDRADE, L. A. DE; ALMEIDA, J. A. P. Zoneamento agroecológico do município de Lagoa Seca, PB. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.13, p.623– 632, 2009a;
- BERHE AA, KLEBER M. Erosão, deposição e persistência da matéria orgânica do solo: considerações mecanicistas e problemas com a terminologia. *Earth Surf Proc Land*. 2013; 38: 908-12.;
- CANTALICE, J.R.B.; CASSOL, E.A.; REICHERT, J.M. & BORGES, A.L.O. Hidráulica do escoamento e transporte de sedimentos em sulcos em solo franco-argilo-arenoso. *R. Bras. Ci. Solo*, 29:597-607, 2005;
- CANTALICE, J.R.B. Escoamento e erosão em sulcos e em entressulcos em distintas condições de superfície do solo. Porto Alegre, Universidade Federal Rural do Rio Grande do Sul, 2002. 141P. (TESE DE DOUTORADO);
- CARTER, M.R. (2001) - Organic matter and sustainability. In: Rees, B.C.; Ball, B.C.; Campbell, C.D. & Watson, C.A., eds. *Sustainable management of soil organic*. Wallingford, CAB International. p.9-22;

Chaplot V, Cooper M. Estabilidade de agregados do solo para prever a produção de carbono orgânico dos solos. *Geoderma*. 2015; 243-244: 205-13.;

DA SILVA SANTANA, Ana Luiza; ARAUJO, Glaucio Luciano. EROSÃO DO SOLO EM UMA PROPRIEDADE RURAL NO MUNICÍPIO DE ABRE CAMPO (MG). **Anais do Seminário Científico do UNIFACIG**, n. 3, 2018;

Descroix, L.; Brrios, J. L. G.; Viramontes, D.; Poulenard, J.; Anaya, E.; Esteves, M.; Estrada, J. Gully and sheet erosion on subtropical mountains slopes: Their respective roles and the scale effect. *Catena*, v.72, p.325-339, 2008;

DENARDIN, José Eloir; KOCHHANN, Rainoldo Alberto.; FAGANELLO, Antonio, 15 de abril: dia nacional da conservação do solo: a agricultura desenvolvida no Brasil é conservacionista ou não? *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, p.10-15, 2011;

Diyabalanage, S., Samarakoon, K.K., Adikari, S.B. & Hewawasam, T. (2017) - Impact of soil and water conservation measures on soil erosion rate and sediment yields in a tropical watershed in the Central Highlands of Sri Lanka. *Applied Geography*, 79, 103–114;

Doran, J.W. & Parkin, T.B. (1994) - Defining and assessing soil quality. In: Doran, J.W.; Coleman, D.C.; Bedezdicek, D.F. & Stewart, B.A., eds. *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison, SSSA, p.1-20;

DRESCHER, Marta Sandra et al. Persistência do efeito de intervenções mecânicas para a descompactação de solos sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 5, p. 1713-1722, 2011;

Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2006). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 412p;

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA (2009) *Plantio direto*. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_72\\_59200523355.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html);

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/ EMBRAPA SOLOS; *MANUAL DE MÉTODOS DE ANÁLISE DE SOLO/ organizadores, Guilherme Kangussú Donagema... [et al.]. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. - (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 132);*

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA E CONAB. *Evolução da área cultivada no sistema de plantio direto na palha – Brasil*; Disponível em: 2012;

FIGUEIREDO, Tomás de. Erosão hídrica dos solos em Portugal: contributo para uma revisão. In: **V Congresso Ibérico da Ciência do Solo**. 2012;

FIORIN, Jackson Ernani. Rotação de culturas e as plantas de cobertura do solo. In *Manejo e Fertilidade do solo no Sistema Plantio Direto*. Cruz Alta, Cap 7. p. 145 – 184, 2012;

FIORIN, J. E. Rotação de culturas e as plantas de cobertura de solo. In: Fiorin, J.E. Manejo e fertilidade do solo no sistema plantio direto. Passo Fundo: Berthier, p.145-184. 2007;

Frighetto, R.T.S. (2000) - Análise da biomassa microbiana em carbono: método de fumigação – extração. In: Frighetto, R.T.S.; Valarini, P.J. (Coords.). Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo: manual técnico. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 198p;

Inácio, E. S. B.; Cantalice, J. R. B.; Nacif, P. G. S.; Araújo, Q. R.; Barreto, A. C. Quantificação da erosão em pastagem com diferentes declives na Microbacia do Ribeirão Salomea. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, p.355–360, 2007;

KODEŠOVÁ, Radka et al. Impact of soil micromorphological features on water flow and herbicide transport in soils. Vadose Zone Journal, v. 7, n. 2, p. 798-809, 2008;

LANDES, John. Histórico, características e benefícios do Sistema Plantio Direto.; Brasília, Distrito Federal, 2005.;

LÁZARO, Rafael de Lima et al. Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. Pesquisa agropecuária tropical, Goiânia, v.43, p.10-17, 2013;

Le Bissonnais, Y. (1996) - Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility. I. Theory and methodology. European J. Soil Sci. 47, 425-437;

Lepsch, I.F. (2010) - Formação e conservação dos solos (2 ed). São Paulo;

Morgan, R.P.C. (2005) - Soil erosion and conservation. (Blackwell Publishing, Ed.) (3 ed.). Australia;

Neary, D.G., Ryan, K.C. & DeBano, L.F. (2005) - Wildland Fire in Ecosystems, effects of fire on soil and water (USDA-Uni, Vol. 4). Ogden;

Novara A, La Mantia T, Barbera V, Gristina L. Abordagem emparelhada para estudar a dinâmica do carbono orgânico do solo em um ambiente semiárido mediterrâneo. Catena. 2012; 89: 1-7.;

Nunes, A. N.; Almeida, A. C.; Coelho, C. O. A. Impacts of land use and cover type on runoff and soil erosion in a marginal area of Portugal. Applied Geography, v.31. p. 687-699, 2011;

Petan, S.; Rusjan, S.; Vidmar; A., Mikoš, M. The rainfall kinetic energy–intensity relationship for rainfall erosivity estimation in the mediterranean part of Slovenia. Journal of Hydrology. v.391, p.314–321, 2010;

POLYAKOV, V.O. & NEARING, M.A. Sediment transport in rill flow under deposition and detachment conditions. Catena, 51:33-43, 2003;

PORTELA, Jeane Cruz. Restauração da estrutura do solo por seqüências culturais e sua relação com a erosão hídrica. 2009;

Ribeiro, L. S.; Alves, M. G. Análise de suscetibilidade à erosão laminar no município de Campos dos Goytacazes-RJ através de técnicas de geoprocessamento. Estudos Geográficos, v.6, p.89-100, 2008;

ROSA, Vanderléia Trevisan. Tempo de implantação do sistema plantio direto e propriedades físico-mecânicas de um latossolo; 2009. 101 f. Dissertação (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009;

Santos, G. S.; Nori, P. G. Oliveira, L. F. C. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.115–123, 2010;

Scheer MB, Curcio GR, Roderjan CV. Funcionalidades ambientais de solos altomontanos na Serra da Igreja, Paraná. *Rev Bras Cienc Solo*. 2011; 35: 1113-26;

Schmidt MWI, Torn MS, Abiven S, Dittmar T, Guggenberger G, Janssens IA, Kleber M, Kögel-Knabner I, Lehmann J, Manning DA, Nannipieri P, Rasse DP, Weiner S, Trumbore SE. Persistência da matéria orgânica do solo como propriedade do ecossistema. *Natureza*. 2011; 478: 49-56;

SIX, J.; BOSSUYT, H.; DEGRYZE, S. & DENEFF, K. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil Till. Res.*, 79:7-31, 2004;

Volk, L.B.S. & Cogo, N.P. (2008) – Inter-relação biomassa vegetal subterrâneas e a estabilidade de agregados – Erosão hídrica em solo submetido a diferentes formas de manejo. Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Tese de Doutorado;

Yoder, R.E. (1936) - A direct method of aggregate analysis of soils and a study of physical nature of erosion losses. *J. Am. Soc. Agron.*, 28, 337-351;

Zachar, D. (1982) - Soil Erosion. *Developments in Soil Science* 10. Bratislava: Veda, Publishing of house of the Slovak Academy of Sciences. 547 pp;