

MANEJO DO SOLO E DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Maurício Antônio Pilatti^{1*}, Deonir Secco¹, Caroline Beal Montiel¹ e Lucas da Silveira¹

¹Universidade do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, Campus Cascavel, Rua Universitária, 2069, CEP 85819-110, Bairro Jardim Universitário, Cascavel, PR. *E-mail: mpilatti@hotmail.com

RESUMO: As práticas de manejo do solo implicam em mudanças nas suas propriedades físico-hídricas. O conhecimento da taxa de infiltração da água no solo é de fundamental importância para definir as técnicas de conservação do solo. Esta revisão de literatura tem por objetivo efetuar um levantamento sobre as relações entre disponibilidade hídrica com o manejo e conservação do solo. A mesma dará ênfase no manejo do solo, especialmente em práticas que maximizam a infiltração e retenção de água. Dentre as práticas destacam-se o sistema plantio direto e cobertura do solo. Normalmente o sistema plantio direto induz o solo atingir um maior estado de compactação, independente da classe textural do solo, pelo fato de exercer pressões com condições de alta umidade no solo, especialmente quando da realização da colheita. Assim, se faz necessário adotar rotação de culturas com espécies denominadas “recuperadoras” de estrutura para aliviar o impacto negativo da compactação do solo e no tempo aportar carbono orgânico ao solo. De tal forma que o solo sob sistema plantio direto sem compactação excessiva, oportunizará melhores condições de infiltração e retenção de água e em consequência maior disponibilidade hídrica as plantas.

PALAVRAS-CHAVE: sistemas de manejo; retenção de água; plantas de cobertura.

SOIL MANAGEMENT AND AVAILABLE WATER

ABSTRACT: soil management practices imply changes in their physical and hydraulic properties. Knowledge of water infiltration rate in the soil is of fundamental importance to define the soil conservation techniques. This literature review is to conduct a survey on the relationship between water availability with management and soil conservation. The same will focus on the management of soil, especially in practice that maximize infiltration and water retention. Among the practices it highlights the tillage and soil cover. Normally the tillage system induces the soil reaches a higher state of compression, regardless of soil textural class, because exert pressure with high humidity in the soil, especially when the day of harvest. Thus, it is necessary to adopt crop rotation with species called "reclaimers" structure to alleviate the negative impact of soil compaction and time contribute organic carbon to the soil. So that the soil under no-tillage without excessive compaction, oportunizará better conditions of infiltration and water retention and consequently greater water availability to plants.

KEY-WORDS: management systems; water retention; roofing plants.

INTRODUÇÃO

O solo é a base fundamental dos sistemas de produção agrícola, uma vez que assegura a produção de alimentos decorrentes do crescimento populacional.

Atua como substrato físico e nutritivo para as plantas, garantindo a disponibilidade de água, ar e demais elementos necessários, ao crescimento e sobrevivência vegetais e animal (Mazoyer e Roudart; 2010). No entanto, além das qualidades intrínsecas do solo, o manejo do solo, pode afetar as condições físicas, químicas e biológicas necessárias para o crescimento e produtividade das culturas.

As práticas de manejo, especialmente os sistemas de preparo do solo podem ser analisados segundo variáveis relacionadas à sua qualidade física e, entre as propriedades físicas relacionadas, referem-se às condições, que permitam a infiltração, a retenção e a disponibilidade de água para as plantas estão entre os parâmetros mais sensíveis ao manejo (Neves et al., 2007).

Além disso, as propriedades físicas do solo podem ser alteradas, de acordo com o sistema de manejo empregado. De acordo com Cunha et al. (2011), os sistemas de preparo do solo mais utilizados são o preparo convencional, o cultivo mínimo ou reduzido e o plantio direto. O preparo convencional do solo é caracterizado por sua mobilização intensiva na camada arável, aumentando a possibilidade de translocação de argila no perfil, a compactação do solo, as erosões e a oxidação da matéria orgânica (Andrade et al., 2009). Por cultivo mínimo do solo entende-se o uso de escarificadores ou subsoladores para o rompimento de camadas compactadas e a manutenção de cobertura vegetal sobre o solo, sendo uma alternativa de manejo conservacionista do solo em relação ao preparo convencional (Fuentes-Llanillo et al., 2013).

Assim, os solos podem possuir diferenças estruturais que derivam da pedogênese, apresentando diferentes granulometrias, mineralogias e conteúdo de matéria orgânica, características estas que podem ser modificados pelo uso e cultivo do solo (Centurion et al., 2004). E neste contexto, os estudos relacionados com a melhor forma de uso e manejo do solo poderão favorecer a escolha do método de manejo mais adequada para cada região.

Para Beutler et al. (2002) o manejo do solo também tem grande influência sobre a capacidade de retenção de água no solo, uma vez que interfere, positiva ou negativamente nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Além disso, de acordo com Silva et al. (2012), a interferência negativa sobre as propriedades físicas e hídricas do solo influenciam os processos hidrológicos, incluindo a infiltração.

O monitoramento da qualidade do solo por meio dos atributos físicos é importante para a manutenção e avaliação da sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Esse monitoramento pode ser feito por meio de experimentos de longa duração sob sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas.

Assim este trabalho tem por objetivo efetuar um levantamento sobre as relações entre disponibilidade hídrica com o manejo e conservação do solo.

Sistemas de manejo do solo

A agricultura conservacionista se baseia no princípio da preservação ou melhoria da qualidade, buscando um manejo mais adequado para o equilíbrio físico do solo (Cruz, 2006).

O manejo do solo deve oferecer condições favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das culturas, mas se realizado de forma inadequada, podem promover a degradação da qualidade física do solo, com restrições ao crescimento radicular (Klute, 1982).

De acordo com Rozane et al. (2010), o manejo e as condições físicas do solo tenderão a um estado estável, o qual é dependente das condições edafoclimáticas e dos sistemas de manejo empregados.

Neste contexto a física de solo vem contribuir na avaliação e manutenção da qualidade ambiental dos solos, buscando compreender seu comportamento e suas relações com o uso e manejo (Reinert e Reichert, 2006).

As alterações nas propriedades e processos físicos do solo, pelos sistemas de manejo, afetam a funcionalidade da estrutura e textura do solo em termos agrônômicos, de modo que estes também devem ser avaliados por meio dos seus efeitos nos atributos físicos do solo que influenciam diretamente o crescimento das plantas.

A textura demonstra o tamanho das partículas minerais que formam o solo, já a estrutura representa como estas partículas se organizam formando os agregados, além de definir a geometria dos espaços porosos (Reichardt e Timm, 2012).

A textura de um solo não sofre alterações em um curto espaço de tempo diferentemente da estrutura que pode sofrer modificações ocasionadas pelas práticas e uso e manejo. Por apresentar rápidas modificações tanto no tempo como no espaço a estrutura do solo vem sendo utilizada como indicador da qualidade ambiental. Em conjunto estas características podem influenciar nos teores de água e ar presentes no

interior do solo e no crescimento de vegetais, além de influenciarem outras qualidades físicas como: densidade e porosidade do solo.

Segundo Curi et al. (2013), a porosidade do solo corresponde ao volume do solo não ocupado por partículas sólidas, incluindo todo o espaço poroso ocupado pelo ar e água. Este volume resulta na porosidade total do solo, subdividida em macroporos e microporos, sendo fatores importantes para a avaliação da estrutura do solo.

Segundo Lima e Lima (2009), os macroporos são responsáveis pela aeração, movimentação de água e penetração de raízes, e os microporos pela retenção de água no solo.

Segundo Beutler e Centurion (2003), a quantidade de macroporos influencia no crescimento das raízes e na absorção de água e nutrientes, e sua redução induz ao crescimento lateral de raízes, que diminuem seu diâmetro a fim de penetrarem nos poros menores.

Como o solo é um material poroso, por compressão, a mesma massa de material sólido pode ocupar um volume menor. Isto afeta sua estrutura, definindo a quantidade, o tamanho, o formato e a orientação de espaços vazios no solo e, conseqüentemente, a relação entre macro e microporos e a continuidade da macroporosidade (Reichardt, 2011).

Sistema plantio direto

O sistema plantio direto (SPD) foi introduzido no Brasil, no início da década de 70, no Sul do país, onde o principal objetivo desse tipo de cultivo era controlar a erosão causada pelo uso de fogo na transição. O plantio direto ganhou mais visibilidade a alguns anos, por proporcionar economia dos custos de produção através da diminuição do tempo de preparo e semeadura, além de contribuir para o melhor ciclo e produtividade da cultura melhorando a relação da conservação do solo (Cruz, 2014).

A principal característica do sistema de plantio direto é ser um sistema de manejo onde a palha e os restos vegetais são deixados na superfície do solo, ou seja, é efetuado sem remover solo diretamente da cultura anterior. O solo é revolvido apenas no sulco onde são depositadas sementes e fertilizantes (Capital de Campo, 2012).

As plantas infestantes são controladas por herbicidas e a não mobilização cria um novo ambiente ecológico, resultando em uma série de vantagens para o agricultor e para o meio ambiente. Dentre as vantagens desse sistema de cultivo podem ser ressaltadas: o controle da erosão, a conservação da umidade, o controle de plantas daninhas, a melhoria da estruturação do solo e das condições fitossanitárias da cultura.

A rotação de culturas é à base de sustentação do plantio direto e, nesse aspecto, a rotação de verão, principalmente entre as culturas de milho e soja, apresenta papel de destaque.

O plantio sobre a palha evita a desagregação do solo, o manejo excessivo. Como o SPD utiliza a palha como adubo, recobrando o solo, tem uma lenta liberação de nutrientes, proporcionando um ganho ambiental para o solo, diminuindo o carregamento e a lixiviação dos nutrientes no solo sem grandes perdas, o material deixado no solo favorece a atividade biológica, a infiltração de água e nutrientes deixando-o mais úmido e com menor temperatura (Macedo; Pasqualetto, 2007).

Sistema plantio direto com aplicação de gesso agrícola

Os solos brasileiros apresentam características químicas naturais, desfavoráveis ao pleno desenvolvimento das culturas, como os baixos teores de cátions básicos e elevada saturação por alumínio, caracterizando-se como um dos maiores importadores mundiais de fertilizantes fosfatados, potássio, nitrogênio e formulados (NPK).

Soma-se a isso o fato de que com a adoção do sistema de semeadura direta, o calcário que anteriormente costumava ser incorporado ao solo passou a ser aplicado em superfície e, graças à sua baixa solubilidade, inúmeras lavouras começaram a apresentar toxidez por alumínio, assim como deficiência de cálcio nas camadas subsuperficiais, favorecendo a formação de uma “barreira química” ao desenvolvimento normal de raízes em profundidade, com diminuição da capacidade das plantas em absorver água, o que afeta negativamente a produtividade das culturas (Lopes et al., 2004).

Assim, surge a necessidade do aprimoramento de técnicas que possuam ação complementar àquela promovida pela calagem. Nesse sentido, o gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), um subproduto da fabricação de ácido fosfórico, por sua alta solubilidade em relação ao calcário, movimenta-se ao longo do perfil sob influência do excesso de umidade, tornando o desenvolvimento de plantas com sistema radicular mais amplo, que exploram um volume maior de solo, e podem aproveitar melhor a água e os nutrientes das camadas mais profundas.

Retenção de água do solo manejado em sistema plantio direto

O conhecimento do movimento da água no perfil de um solo é de fundamental importância para a solução de problemas envolvendo irrigação, drenagem,

armazenamento e transporte de água e nutrientes, bem como o escoamento superficial e o controle da infiltração. (Paixão et al., 2004).

A infiltração da água no solo é um processo dinâmico da entrada de água no solo pela camada superficial, que pela ação da gravidade desce até atingir uma barreira impermeável, formando os lençóis de água (Gondim et al., 2010).

Segundo Fagundes et al. (2012), este processo ocorre porque o potencial total da água da chuva ou da irrigação, na superfície do solo é aproximadamente nulo e a água no perfil do solo apresenta um potencial negativo, sendo que quanto mais negativo este potencial mais seco estará o solo.

Para Paixão et al. (2004), a compreensão e a avaliação da capacidade de armazenamento de água no solo, bem com os fluxos que ocorrem tanto na superfície (infiltração e evaporação) quanto na profundidade do solo (drenagem interna) é de fundamental importância para definir técnicas de conservação do solo, planejar e delinear sistemas de irrigação e drenagem, lixiviação de elementos químicos, entre outros aspectos.

Brandão et al. (2006) salientam que a infiltração depende, em maior ou menor grau, de fatores relacionados ao solo, que incluem a textura do solo, massa específica, teor de matéria orgânica, porosidade e tipo de argila, além do manejo, preparo e das características da própria precipitação (capacidade de retenção de água e a condutividade hidráulica).

Santos & Pereira (2013) evidenciam que a textura e a estrutura são propriedades determinantes na movimentação de água no perfil do solo, uma vez que determinam a quantidade e disposição dos poros.

O relevo também pode influenciar esta dinâmica, uma vez que áreas planas tendem a absorver a maior parte da água, e áreas inclinadas tendem a propiciar maior escoamento e baixas taxas de infiltração. A presença de restos culturais, cobertura vegetal é de fundamental importância no processo de percepção da precipitação, evitando o processo de escoamento.

O manejo do solo também tem forte influência na infiltração, geralmente o revolvimento do solo aumenta a entrada de água no perfil devido a maior rugosidade na superfície, menor escoamento. O não revolvimento do solo, no sistema de plantio direto, tende a ocasionar compactação do solo pelo tráfego intensivo de máquinas, o que pode diminuir consideravelmente a infiltração. As taxas de infiltração variam de acordo com o uso do solo (Mancuso et al., 2014). Portanto, o escoamento, transporte de

sedimentos e o armazenamento de água do solo são fenômenos complexos, que envolvem vários processos interdependentes. Condições antecedentes de umidade, frequência e intensidade de chuvas e a cobertura do solo desempenham um papel importante no processo de infiltração (Montenegro et al., 2013).

Práticas conservacionistas, como o mulching vertical e o terraceamento, vêm sendo utilizadas de forma conjunta com demais técnicas, pois se caracterizam como uma barreira para a água, com vistas a aumentar a infiltração e armazenamento de água e, por conseguinte, reduzir a erosão (Dos Santos et al., 2013).

O mulching vertical é baseado no aumento da taxa de infiltração de água no solo, obtida através da construção de sulcos com dimensões de 7,5 a 9,5 cm de largura por 40 cm de profundidade, dispostos em nível e preenchidos com palha (Denardin et al., 2005). Existem também sistemas de mulching que utilizam filmes plásticos biodegradáveis, que são dispostos em uma das paredes do sulco barrando a descida da água.

No planalto médio do Rio Grande do Sul, a Fazenda Falcão é referência nesta técnica, o sistema foi implantado ainda na década de 1990, uma contravenção à época, mas, esse sistema proporciona benefícios ao solo, como o controle da erosão, incremento nos níveis de nutrientes, maior uso da terra, maiores produtividades, reestruturação do solo, aumento da matéria orgânica, redução da enxurrada, maior infiltração de água no solo (Diário da Manhã, 2013). O sistema instalado foi projetado fixando o espaçamento horizontal, devido à mecanização, e então se projetou a seção dos terraços utilizando o software Terraços for Windows 4.1 que foi validado e testado por Denardin et al. (1999). É amplamente reconhecido que o sistema de plantio direto, conserva o solo, economiza energia, melhora o ambiente e a qualidade do solo (Kahlon et al., 2013). O sistema de plantio direto se mostra promissora na melhoria da estrutura do solo, aumentando a infiltração e retenção de água, favorecendo ainda os fluxos ascendentes de água das camadas mais profundas até as camadas mais superficiais, onde se encontra a maior parte do sistema radicular das culturas (Franchini et al., 2009).

As taxas de infiltração de água no sistema de plantio direto se mantêm maiores por evitar a formação de crostas superficiais e por aumentar o tempo de oportunidade da infiltração, por causa da maior rugosidade da superfície (Llanillo et al., 2006). O único empecilho à infiltração no sistema de plantio é quando há surgimento de camadas compactadas, provocando a diminuição do volume de poros ocupado pelo ar e o aumento na retenção de água.

Cássaro et al. (2011) avaliaram as modificações do diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho submetido ao sistema de plantio direto e plantio convencional por longo prazo, e evidenciaram que o não revolvimento do solo promoveu aumento da microporosidade do solo (poros de água disponível às plantas) em comparação ao outro tratamento.

Dalmago et al. (2009) observaram que a retenção de água em solo (Argissolo Vermelho) sob sistema de plantio direto é maior do que no preparo convencional, especialmente nas camadas superficiais, bem como a disponibilidade de água as plantas. A distribuição decrescente dos mesoporos no solo em plantio direto com maior frequência em diâmetros maiores determina menor energia de retenção da água disponível às plantas que no solo em preparo convencional, cuja mesoporosidade segue uma curva de distribuição normal. Lanzanova et al. (2010) avaliaram atributos físicos de um Argissolo em sistemas de culturas de longa duração (16 anos) sob sistema de plantio direto, sendo os sistemas: a) milho + feijão-de-porco/ soja; b) solo descoberto, c) milho/ pousio/ soja; d) milho/ azevém+ ervilhaca-comum/ soja; e) milho+ mucuna-cinza/ soja; f) milho/ nabo forrageiro/ soja, e g) campo nativo e verificaram que as menores taxas de infiltração de água no solo foram nos tratamentos solo descoberto e campo nativo, enquanto os demais se mantiveram constantemente acima destes e semelhantes entre si. O sistema de plantio direto com uso de plantas de cobertura do solo mostrou-se eficiente em manter atributos físicos, ao mesmo tempo em que melhorou atributos como a taxa de infiltração de água.

A recuperação das propriedades físicas do solo pode ser feita através de métodos mecânicos, com máquinas e implementos agrícolas; assim como por métodos chamados por biológicos, devido a serem utilizadas plantas de cobertura.

Esse sistema tem proporcionado ótimos resultados às culturas e mesmo ao solo pelo não revolvimento e pelo acúmulo dos restos culturais na superfície ao longo dos anos. Além disso, é comum nesse sistema de manejo a utilização de plantas em sua cobertura no período da entressafra, para proporcionar um melhoramento e reestruturação dos atributos químicos e físicos do solo (Silva, 2002). Seus resíduos são depositados no solo, protegendo-o do impacto das gotas da chuva e liberando nutrientes para as próximas culturas.

Ferreira et al., (2009) afirmam que qualquer espécie vegetal pode ser utilizada como planta de cobertura, porém, considerando-se as características desejadas, algumas espécies devem ser prioritárias para integrar um sistema de produção, destacando-se as

características: sistema radicular profundo para facilitar a reciclagem de nutrientes; elevada produção de massa seca, tanto da parte aérea quanto radicular; velocidade de crescimento e de cobertura do solo; ser agressiva e rústica; possuir baixo custo de sementes ou apresentar facilidade em sua produção; possuir efeitos alelopáticos e/ou supressores em relação às plantas não cultivadas.

Segundo Capeche et al., (2008) e Rossi et al., (2002), os benefícios das plantas de cobertura podem ser ainda complementados, como na manutenção de elevadas taxas de infiltração de água pelo efeito combinado do sistema radicular e da cobertura vegetal; promoverem grande e contínuo aporte de massa vegetal ao solo, de maneira a manter, ou até mesmo elevar o teor de matéria orgânica; atenuarem a amplitude térmica e diminuir a evaporação, e assim apresentando múltiplos usos na propriedade rural.

De acordo com resultados de Phillips e Young (1973), citados por Ferreira et al.(2010), com uma quantidade de cobertura morta superior a 1000 Kg ha⁻¹, as perdas de solo são praticamente nulas e possibilita quase a totalidade da infiltração de água. No entanto afirmam que este efeito pode ser anulado ou diminuído se existir alguma camada compactada no solo.

Retenção e disponibilidade de água

A curva de retenção de água é de suma importância para o entendimento do movimento de água no solo, pois expressa o volume de água retido no solo em diferentes tensões. As modificações pelo preparo do solo na estrutura, distribuição do tamanho de poros e teor de carbono orgânico, provocam alterações nas forças de retenção e disponibilidade de água às plantas. O efeito do manejo na estrutura pode ser verificado quando o solo contém grande volume de água, ou seja, quando a água está retida a baixas tensões. Nesse caso, a retenção decorre da estrutura e da distribuição dos tamanhos de poros (Beutler et al., 2012), associados ao efeito da matéria orgânica na formação e estabilização de agregados. Em tensões maiores, a retenção não depende da estrutura do solo, mas da composição granulométrica e da mineralogia do solo, devido à área superficial específica, que é onde ocorre a adsorção de água (Gupta; Larson, 1979).

A água é o principal fator de crescimento das plantas e sua disponibilidade tem relação com as oscilações de produtividade. O cálculo de água disponível no solo considera a faixa de umidade compreendida entre o limite superior de disponibilidade de água às plantas, chamada de capacidade de campo (CC), e o limite inferior de disponibilidade, conhecido como ponto de murcha permanente (PMP) (Hillel, 1980).

Os sistemas de manejo alteram a estrutura do solo, afetando a quantidade de água disponível às plantas. Como a retenção de água no limite inferior de disponibilidade de água é controlada pela área superficial específica das partículas sólidas (minerais e orgânicas), a disponibilidade de água às plantas vai depender da retenção de água no limite superior de disponibilidade, que é dependente do manejo do solo.

Em estudo desenvolvido por Salton (2009), a condição físico-hídrica do solo foi melhorada nos sistemas de semeadura direta e preparo mínimo, sendo que esses sistemas evitaram a formação da crosta superficial, aumentaram a estabilidade de agregados e a continuidade de poros, que por sua vez podem contribuir para um maior volume de água disponível.

Em experimento de longa duração, Costa et al. (2013) chegaram à conclusão que um solo sob sistema plantio direto reteve mais água do que em preparo convencional após 21 anos. A redução da macroporosidade, associada ao aumento de microporos, possibilita maior armazenamento de água na capacidade de campo e maior quantidade de água disponível às plantas (Santos, 2008).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema plantio direto tem se mostrado como uma melhor forma de aproveitamento das áreas e uma melhor produtividade.

Normalmente o sistema plantio direto induz o solo atingir um maior estado de compactação, independente da classe textural do solo, pelo fato de exercer pressões com condições de alta umidade no solo, especialmente quando da realização da colheita.

Para reduzir a compactação do solo manejado sob sistema plantio direto, se faz necessário adotar rotação de culturas com espécies denominadas “recuperadoras” de estrutura para aliviar o impacto negativo da compactação do solo e no tempo aportar carbono orgânico ao solo.

O solo sob sistema plantio direto sem compactação excessiva, oportunizará melhores condições de infiltração e retenção de água e em consequência maior disponibilidade hídrica as plantas.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C.; ALCÂNTARA, F. A.; MADEIRA, N. R.; SOUZA, R. F. Erosão hídrica em um Latossolo Vermelho cultivado com hortaliças sob diferentes sistemas de manejo. In: **Anais...** CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32, 2009.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; SOUZA, Z. M.; ANDRIOLI, I.; ROQUE, C. G. Retenção de água em dois tipos de Latossolos sob diferentes usos, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 3, p.829-834, 2002.
- BEUTLER A. N.; CENTURION, J. F. Efeito do conteúdo de água e da compactação do solo na produção de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p.849-856, 2003.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. C.; LEONEL, C. L.; JOÃO, A. C. G. S.; FREDDI, O. S. Intervalo hídrico ótimo no monitoramento da compactação e da qualidade física de um Latossolo Vermelho cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1223-1232, 2007.
- BRANDÃO, V. S.; CECÍLIO, R. A.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. Infiltração de água no solo. **Editora UFV**, Viçosa, 2006. 120p.
- CÁSSARO, F. A. M., BORKOWSKI, A. K.; PIRES, L. F.; ROSA, J. A.; SAAB, S. C. Characterization of a Brazilian clayey soil submitted to conventional and no-tillage management practices using pore size distribution analysis. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 111, n.2, p.175-179, 2011.
- CAPITAL DE CAMPO/FERNANDA. **Plantio Direto x Plantio Convencional**. Disponível em: <<http://capitaldocampo.com.br/plantio-direto-x-plantioconvencional/>>. Acesso em: 19 junho de 2016.
- CAPECHE, C. L. et al. **Estratégias de recuperação de áreas degradadas**, EMBRAPA, Rio de Janeiro, 2008.
- CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N.; SOUZA, A. M. Physical attributes of kaolinitic and oxidic oxisols resulting from different usage systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 5, p.725-732, 2004.
- COSTA, F. S. et al. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p.527-535, 2013.
- CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. I- Atributos físicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.35, n.2, p.603-611, 2011.
- CURI, N.; LARACH, J. O. I.; KAMPF, N.; MONIZ, A. C.; FONTES, M. E. F. Vocabulário da ciência do solo, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 2013, 90p.

CRUZ, J. C.; ALVARENGA, H. C.; PERIRA FILHO, I. A. Plantio Direto x Convencional. **Anais da I Semana de Ciências Agrárias de Diamantina SECAD - Diamantina**, MO - 15 a 19 de maio de 2006.

CRUZ, JOSÉ. **No plantio direto o milho é o melhor**. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=50>>. Acesso em: 22 julho 2016.

DALMAGO, G. A.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I.; KRUGER, C. A. M.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13 (suplemento), p. 855–864, 2009.

DOS SANTOS, R. C.; SOUZA, C. M.; REZENDE, M. J.; LANI, J. L.; CECON, P. R.; GOMES, M. A. Proposta metodológica para o cálculo de espaçamento entre sulcos de mulching vertical. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 4, p. 552-562, 2013.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. a) Sistema de produção em plantio direto. Passo Fundo: **EMBRAPA TRIGO**, 2005. 5 p.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; BERTON, A.; TROMBETTA, A.; FALCÃO, H. Terraceamento em plantio direto. Comunicado técnico online, **EMBRAPA TRIGO**, 1999. 4 p.

DIÁRIO DA MANHÃ. **A importância da Conservação do Sistema**, Passo Fundo, 2013. Disponível em: http://www.miti.com.br/ce2//?a=noticia&nv=QsrXAm92cjqvOIIUt5alsEmUFS_D8ixL. Acesso em 03 de junho de 2016.

FAGUNDES, A. A. E.; KOETZ, M.; RUDEL, N.; SANTOS, S. T.; PORTO, R. Determinação da infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método de infiltrômetro de anel em solo de cerrado no município de Rondonópolis-MT. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n. 14, p.369-378, 2012.

FERREIRA, T. N.; SCHWARZ, R. A.; STRECK, E. V. Solos: manejo integrado ecológico – elementos básicos. Porto Alegre: **EMATER/RS**, 2009. 95p.

FRANCHINI, I. C.; DEBIAIS, H.; SACOMAN, A.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca. Documentos, **Embrapa Soja**, Londrina, 2009.

FUENTES-LLANILLO, R.; GUIMARÃES, M. de F.; TAVARES FILHO, J. Morfologia e propriedades físicas de solo segundo sistemas de manejo em culturas anuais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.5, p.524-530, 2013.

GONDIM, T. M. S.; WANDERLEY, J. A. C.; SOUZA, J. M.; FEITOSA FILHO, J. C.; SOUSA, J. S.; Infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método do infiltrômetro de anel em solo areno-argiloso. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, (Pombal – PB – Brasil) v.4, n.1, p.64-73, 2010.

GUPTA, S. C.; LARSON, W. E. Estimating soil water retention characteristics from particle size distribution, organic matter percent, and bulk density. **Water Research**, v.15, p.1633-1635, 1979.

HILLEL, D. Fundamentals of soil physics. New York: **Academic Press**, 1980. 413p.

KAHLON, M. S.; LAL, R.; ANN-VARUGHESE, M. Twenty two years of tillage and mulching impacts on soil physical characteristics and carbon sequestration in Central Ohio. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 126, p.151-158, 2013.

KLUTE, A. **Tillage effects on the hydraulic properties of soil: a review**. In: VAN DOREN, D.M.; ALLMARAS, R.R.; LINDEN, D.R.; WHISLER, F.D. (Ed.) Predicting tillage effects on soil physical properties and processes. Madison: ASA, 1982. cap.3, p.29-43.

LANZANOVA, M. E.; ELTZ, F. L. F.; NICOLOSO, R. S.; AMADO, T. F. C.; REINERT, D. J.; ROCHA, M. R. Atributos físicos de um Argissolo em sistemas de culturas de longa duração sob semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n.5, p.1333-1342, 2010.

LLANILLO, R. F.; RICHART, A.; FILHO, J. T.; GUIMARÃES, M. F.; FERREIRA, R. R. M. Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 2, p.205-220, 2006.

LIMA, V. C.; LIMA, J. M. J. C. **Introdução à pedologia**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Dep. de Solos e Engenharia Agrícola, 2009.

LOPES, A. S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo. São Paulo: **Anda**, 2004. 110p.

MACEDO, I. C. DA S.; PASQUALETTO, A. **Sistema plantio direto: alternativa de proteção ambiental em propriedades rurais do cerrado**. Goiânia, 2007.

MANCUSO, M. A.; FLORES, B. A.; ROSA, G. M. SCHROEDER, J. K.; PRETTO, P. R. P. **Características da taxa de infiltração e densidade do solo em distintos tipos de cobertura de solo em zona urbana**. Santa Maria, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/10932>.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**; [tradução de Cláudia F. Falluh Balduino Ferreira]. – São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010. 568p.: Il.

MONTENEGRO, A. A. A.; ABRANTES, J. R. C. B.; LIMA, J. L. M. P.; SINHGH, V. P.; SANTOS, T. E. M. Impact of mulching on soil and water dynamics under intermittent simulated rainfall. **Catena**, Amsterdam, v. 109, p. 139-149, 2013.

NEVES, C. S. V. J.; FELLER, C.; KOUAKOUA, E. Efeito do manejo do solo e da matéria orgânica solúvel em água quente na estabilidade de agregados de um latossolo argiloso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, 1410-1415, 2007.

PHILLIPS, S. H.; YOUNG, H. M. No-Tillage Farming. Milwaukee: **Reiman Associates**,1973. 224 p.

PAIXÃO, F. J. R.; ANDRADE, R. S.; AZEVEDO, C. A. V.; SILVA, J. M.; COSTA, T. L. FEITOSA, R. M. Estimativa da Infiltração da água no solo através de modelos empíricos e funções não lineares. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v5- n, 2004.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações. 2.ed. Barueri: **Manole**, 2012. 524 p.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Revista Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v.27, p.29-48, 2006.

REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. São Paulo: **Editora Manole Ltda**, 2011.188 p.

ROSSI, F.; VALLE, J. C. V.; VALLE, C. R. P. Como tornar sua fazenda orgânica, Viçosa-MG, **CPT**, 2002. 364p.

ROZANE, D. E.; CENTURION, J. F.; ROMUALDO, L. M.; TANIGUCHI, C. A. K.; TRABUCO, M.; ALVES, A. U. Estoque de carbono e estabilidade de agregados de um latossolo vermelho distrófico, sob diferentes manejos. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 1, p.24-32, 2010.

SALTON, J. C. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho Escuro de Eldorado do Sul (RS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 2, p.313-319, 1995.

SANTOS HP, SPERA ST, TOMM GO, KOCHANN RA, ÁVILA, A. Efeito de sistemas de manejo de solo, de rotação de culturas na fertilidade do solo, após vinte anos. **Bragantia**. v. 67, p.441-54, 2008.

SANTOS, J. N.; PEREIRA, E. D. Carta de susceptibilidade a infiltração da água no solo na sub-bacia do rio Maracanã-MA. **Cadernos de Pesquisa**, São Luís, v. 20, n. especial, julho 2013.

SILVA, J. R. L. da; MONTENEGRO, A. A.; SANTOS, T. E. M. dos. Caracterização física e hidráulica de solos em bacias experimentais do semiárido brasileiro, sob manejo conservacionista. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n.1, p.27-36, 2012.

TORMENA, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONÇALVES, A. C. A.; ARAÚJO, M. A.; PINTO, J. C. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Distroférico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p.65-71, 2004.