

Carolina Amaral Tavares da
Silva¹, Thais Cesar Mariotto
Cezar², Lúcia Helena Pereira
Nóbrega³

POROSIDADE DE LATOSSOLOS E PRÁTICAS DE MANEJO AGRÍCOLA PARA A CONSERVAÇÃO DO SOLO

RESUMO: A estrutura do solo pode ser alterada por práticas de manejo e influenciar a produtividade das culturas por meio das alterações na disponibilidade de água e resistência do solo à penetração das raízes. A capacidade do solo em promover as condições adequadas para o crescimento e desenvolvimento da planta é considerada uma qualidade física do solo. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi explanar sobre a porosidade do solo e suas características, os manejos agrícolas utilizados na conservação do solo, a fim de possibilitar melhores condições para o desenvolvimento das plantas. Conclui-se que o correto manejo agrícola é indispensável para que se mantenham as melhores condições físicas do solo para o bom desenvolvimento e produtividade das plantas. Uma das alternativas para minimizarem-se problemas com erosão ou compactação do solo é o acréscimo de matéria orgânica ao solo, pois há um aumento nos agregados do solo, os quais contribuem para o equilíbrio da porosidade do solo.

PALAVRAS-CHAVE: macroporosidade, microporosidade, matéria orgânica.

POROSITY OF OXISOLS AND MANAGEMENT PRACTICES FOR AGRICULTURAL SOIL CONSERVATION

SUMMARY: Soil structure can be changed by management practices and so influence crop yield through modifications in water availability and soil resistance to root penetration. The ability of a soil to promote the available conditions for growth and development of plants is considered as soil physical quality. Thus, this trial aimed at explaining porosity of soil and its

¹ Engenheira Agrônoma, Mestranda, PGEAGRI, Campus de Cascavel, Unioeste, Cascavel, PR, (045) 9933-9509. CEP 85819-110 e-mail: karoltavares@yahoo.com.br.

² Nutricionista, Mestranda, PGEAGRI, Campus de Cascavel, Unioeste, Cascavel-Paraná.

³ Engenheira Agrônoma, Profa. Associada, PGEAGRI, Campus de Cascavel, Unioeste, Cascavel-Paraná. Lucia.nobrega@unioeste.br

characteristics, as well as the agricultural management that are applied to preserve the soil in order to provide better conditions for plant growth. At last, it can be concluded that the correct agricultural management is essential to keep the best physical conditions of a soil in order to obtain a good growth and crop yield. One option to minimize problems as erosion or soil compaction is the addition of organic matter in soil, because there is an increase in soil aggregates, which contribute to the soil porosity balance.

KEYWORDS: macroporosity, microporosity, organic matter.

INTRODUÇÃO

Para possibilitar a prática da agricultura sustentável, é fundamental conhecer o solo com suas principais propriedades e características. Torna-se então importante o conhecimento do solo em seus três aspectos: físico, químico e biológico, para que o manejo se faça de forma a oferecer tudo o que as plantas necessitam para seu pleno desenvolvimento, ou seja, água, ar e nutrientes (PENTEADO, 2007).

Beutler et al. (2001) afirmaram que a qualidade do solo é definida como a capacidade do solo em manter produtividade sustentável, pois melhora o ambiente, a planta, o animal e o homem. Faz-se necessário destacar uma série de atributos de solo para avaliar sua qualidade em relação à erosão hídrica, tais como: teores de matéria orgânica, densidade do solo, porosidade, resistência à penetração e permeabilidade do solo à água.

Assim, o objetivo deste trabalho foi explicar sobre a porosidade do solo e suas características, os manejos agrícolas utilizados na conservação do solo, a fim de possibilitar melhores condições para o desenvolvimento das plantas.

POROSIDADE DO SOLO

Os poros do solo são representados por cavidades de diferentes tamanhos e formas, determinados pelo arranjo das partículas sólidas e constituem a fração volumétrica do solo ocupada com ar e solução (água e nutrientes). Os poros do solo correspondem, portanto, ao espaço onde ocorrem os processos dinâmicos do ar e da solução do solo (RIBEIRO et al., 2007).

A porosidade do solo pode ser definida como o volume de vazios ou o espaço do solo não ocupado pela matriz (conjunto dos componentes

orgânicos e inorgânicos) (KIEHL, 1979). Mas, é errado imaginar o espaço poroso como um espaço vazio. Os poros contêm ar, água e solutos, sendo assim um meio adequado para a planta crescer. Portanto, a quantidade de espaço poroso disponível é usada como fator para avaliar a sustentabilidade do solo como meio para a raiz da planta (TROEH & THOMPSON, 2007). Ribeiro et al. (2007) afirmaram que a porosidade do solo interfere na aeração, condução e retenção de água, resistência à penetração e à ramificação das raízes no solo e, conseqüentemente, no aproveitamento de água e nutrientes disponíveis. O solo ideal deve apresentar volume e dimensão dos poros adequados para a entrada, movimento e retenção de água e ar para atender às necessidades das culturas.

Segundo Kiehl (1979), um solo pode ser classificado como ideal quando apresenta uma proporção de 50% de porosidade total (1/3 macroporos e 2/3 microporos) e 50% de volumes sólidos, os quais devem estar divididos em 45% de matéria mineral e 5% de matéria orgânica. A porosidade do solo pode ser classificada em macroporosidade – poros maiores, preenchidos pelo ar do solo – e microporosidade – poros capilares, responsáveis pela retenção e armazenamento de água.

Em suas pesquisas, Tormena et al. (2002) avaliaram as propriedades físicas de um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, cultivado com mandioca em três sistemas de preparo do solo, sendo eles plantio direto, preparo mínimo e preparo convencional. Os autores encontraram maiores valores de densidade do solo e resistência à penetração, e menores valores de macroporosidade na camada de 0-0,10 m tanto no plantio direto quanto no preparo mínimo do solo.

A agregação e a estruturação do solo representam características dinâmicas do solo e interferem diretamente na produtividade das culturas por determinarem a disposição mecânica das unidades estruturais e/ou partículas e a variação do espaço poroso do solo. De acordo com Silva & Mielniczuk (1997), os sistemas de preparo do solo dependem, se a cultura será implantada em sucessão a culturas anuais ou para a reforma de pastagens. No caso de sucessão das culturas anuais, o sistema de preparo torna-se de fundamental importância, face à elevada suscetibilidade da maioria dos solos à erosão. Dessa forma, a introdução do sistema plantio direto, utilizando os resíduos da cultura anterior, tem sido preconizada para a sustentabilidade do agroecossistema.

Lopes et al. (2007), em estudos para determinar as propriedades físicas de um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, compararam os sistemas plantio direto e preparo convencional e observaram que o

solo apresentou melhorias nas condições físicas pelo acréscimo de porosidade e redução de densidade com as culturas de aveia preta+nabo forrageiro e milho. Porém, a rotação soja e milho com aveia preta e nabo forrageiro mostrou-se mais adequada na melhoria das condições físicas do solo, quando comparada com os sistemas de manejo que não apresentam resultados relevantes.

Em contrapartida, Laurindo et al. (2009), ao compararem os sistemas plantio direto e cultivo mínimo, observaram que o plantio direto apresentou maior teor de carbono orgânico e menor valor de porosidade total na camada de 0,0-0,05 m de profundidade, e o sistema cultivo mínimo apresentou maiores valores de porosidade nas camadas superficiais, porém, em camadas mais profundas, a porosidade apresentou redução.

A densidade, a resistência do solo à penetração e a porosidade do solo são parâmetros frequentemente utilizados para caracterizar o estado de compactação dos solos e os efeitos decorrentes dos sistemas de preparo sobre a estrutura e propriedades físicas dos solos (WATANABE, 2002).

Ao avaliar a agregação dos solos, o interesse agrônomo volta-se para a distribuição de tamanhos, quantidade e estabilidade dos agregados, pois esses fatores de agregação são importantes na determinação da quantidade e distribuição dos espaços porosos e, ainda, na suscetibilidade dos agregados à ação erosiva da água e do vento (BAVER et al., 1973).

POROSIDADE EM SOLOS ARENOSOS

Os solos que possuem menor porosidade são os arenosos e como suas partículas são predominantemente grandes, a tendência é de formar uma disposição piramidal, com menos espaços vazios. Por isso, solos arenosos possuem menor espaço poroso, mas com presença maior de macroporos, assim, é possível que parte da água que entra no perfil do solo seja drenada (KIEHL, 1979; TROEH & THOMPSON, 2007).

POROSIDADE EM SOLOS ARGILOSOS

Solos argilosos e franco-argilosos geralmente têm alto espaço poroso total e armazenam grandes quantidades de água (KIEHL, 1979; TROEH & THOMPSON, 2007). Nas terras de textura fina, as partículas

não se arranjam de maneira compactada, além disso, a argila coloidal forma agregados que aumentam a porosidade.

Suzuki et al. (2007) avaliaram o grau de compactação e as propriedades físicas de dois tipos de solo: um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico e um ARGISSOLO VERMELHO Distroférico Arênico. Dentro dos resultados obtidos, constataram que, no Latossolo, os limites críticos de aeração e de resistência à penetração são alcançados com menor grau de compactação do que no Argissolo.

RELAÇÃO ENTRE POROSIDADE DO SOLO E AS PLANTAS

Normalmente, solos arenosos apresentam alta macroporosidade, sendo o crescimento das raízes altamente influenciado pela matéria orgânica presente no solo e atividade microbiana. Já os solos argilosos apresentam boa macroporosidade (15 a 25%) quando em condição natural, porém, em solos cultivados, a taxa de macroporosidade pode reduzir significativamente. Isso porque o cultivo e o manejo do solo podem afetar a estabilidade e a continuidade desses espaços (TORRES & SARAIVA, 1999).

Andreotti et al. (2010) avaliaram a variabilidade e as correlações lineares e espaciais entre os atributos da planta e do solo e também selecionaram um indicador da qualidade física do solo para a produtividade da soja. Observaram que houve correlação linear baixa entre a produtividade de grãos de soja com os atributos do solo, porém houve correlação espacial direta entre a produtividade de grãos e a macroporosidade nas camadas de 0 a 0,10 m e 0,10 a 0,20 m. Como indicador de qualidade física do solo, a macroporosidade, avaliada na camada de 0 a 0,10m, apresentou-se como melhor indicador quando destinada à avaliação da produtividade de soja, nas condições de sistema plantio direto, em solo de cerrado.

Sabe-se que os sistemas de preparo do solo promovem modificações nas propriedades físicas do solo, como a agregação de partículas, densidade e porosidade do solo. Pode-se afirmar, também, que a macroporosidade é drasticamente reduzida com a compactação do solo (TORMENA et al, 2002).

Segundo Kiehl (1979), a importância da porosidade pode ser ressaltada em mecânica de solos, pois, do volume de poros dependem a densidade aparente e a resistência oferecida pelo terreno. Em um mesmo solo, quanto mais compacto ou menos poroso ele for, maior será sua resistência mecânica.

Collares et al. (2006) objetivaram determinar as propriedades físicas dentro de um intervalo hídrico ótimo em um Argissolo, sob estados de compactação, cultivado com feijão. Dessa forma, realizaram três experimentos e os tratamentos foram constituídos por: plantio direto (PD); plantio direto compactado (PDc) pelo tráfego de quatro passadas de máquina; e escarificação (Ec) em área anteriormente sob plantio direto, considerando a densidade crítica obtida em $1,75 \text{ mg m}^{-3}$. Assim, concluíram que no PDc, a densidade do solo foi superior à crítica na maioria das camadas, enquanto o PD e Ec apresentaram densidade acima da crítica em poucas camadas. A resistência à penetração ficou acima da crítica no PDc em todas as avaliações. Portanto, o sistema radicular concentrou-se superficialmente no PDc, com melhor distribuição e desenvolvimento no outros dois tratamentos. Considerando a produtividade do feijoeiro, o tratamento com escarificação apresentou menor produtividade, seguido do plantio direto compacto, sendo o plantio direto o tratamento com maior produtividade.

Em estudos realizados para avaliar a influência da compactação do solo e da adubação na produtividade da soja, Beutler & Centurion (2004) observaram que com o incremento da compactação do solo, com seis passadas de trator na área, o baixo desenvolvimento e a produtividade da soja foram pronunciados no solo sem adubação (74,09%). Isso indica que a adubação aumenta a tolerância da soja à compactação, cuja perda de produção foi de 49,18%.

MANEJO AGRÍCOLA PARA RECUPERAÇÃO DA POROSIDADE TOTAL DO SOLO

Entende-se como sistema de manejo a associação de práticas agrícolas como calagem, preparo do solo, rotação de culturas e adubação verde, entre outras, que podem ser utilizadas em uma área de modo a aumentar e manter sua capacidade produtiva (CASTRO, 1995). Porém, solos cultivados têm menor porcentagem de porosidade quando comparados com os mesmos solos não cultivados. Deve-se, portanto, procurar manejá-los de modo que suas propriedades não sejam modificadas no sentido de aumentar a erosão e a degradação ou diminuir sua capacidade produtiva (CASTRO, 1995; BERTONI & LOMBARDI NETO, 2005).

Volk et al. (2009) compararam tipos de manejo no solo com mata natural em LATOSSOLO VERMELHO Arenoso e relataram que, ao confrontarem os sistemas de manejo, as propriedades físicas do solo

não foram afetadas significativamente, porém, ao compararem com a vegetação natural, as práticas agrícolas apresentaram degradação do solo arenoso.

A matéria orgânica, os minerais de argila e os óxidos de ferro são considerados os agentes cimentantes que mais contribuem para a agregação do solo. A matéria orgânica é mais eficiente na formação de agregados estáveis, e isso se deve à contribuição da atividade microbiana, à fauna terrestre e à vegetação, fatores que se associam à presença da matéria orgânica no solo (KIEHL, 1979). Quando um solo apresenta matéria orgânica na sua composição, a porosidade total facilmente é aumentada. Isso porque a matéria orgânica, além de dificultar o arranjo piramidal das partículas, é também um material poroso.

Dessa forma, o sistema plantio direto representa alternativa de manejo altamente conservacionista, com vantagens como o controle da erosão hídrica e a melhoria na qualidade do solo e da água. Como não revolve o solo, deixa os resíduos vegetais na superfície, interfere menos na taxa de decomposição da matéria orgânica, favorecendo a manutenção e o acúmulo da mesma (ROSCOE et al., 2006).

De acordo com Penteado (2007), a utilização de cobertura vegetal proporciona efeitos positivos à estrutura do solo, os quais estão relacionados à decomposição da cobertura, portanto, a incorporação de matéria orgânica e a ação direta e indireta do sistema radicular têm efeitos na aeração do solo.

Estudos têm mostrado melhorias nas condições físicas do solo quando os métodos de manejo do solo são comparados, como o sistema de plantio convencional (PC) e o sistema plantio direto (PD). Porém, Falleiro et al. (2003) não encontraram diferença na densidade do solo e nem na taxa de macro e microporos, entre os dois sistemas de manejo, apesar de o PD ter apresentado melhorias nas características químicas do solo.

Segundo Costa et al. (2009), o sistema plantio direto é uma técnica eficiente no controle de erosão do solo e pode causar leve compactação nas camadas mais superficiais. Em estudo realizado em Cascavel (PR), ao compararem os sistemas de rotação com o de sucessão de culturas, além de três adubações orgânicas, os autores notaram que o sistema de rotação de culturas apresentou menor densidade e maior macroporosidade e porosidade total, porém, os adubos orgânicos não apresentaram influência.

Em estudo realizado em Rio Verde, GO, em um LATOSSOLO VERMELHO Amarelo, Ralisch et al. (2008) compararam os seguintes

sistemas de manejo: plantio direto há 14 anos, plantio direto há oito anos, plantio direto há dois anos; preparo convencional; pastagem e floresta. Foi avaliada a resistência à penetração do solo, a partir da superfície do solo até a profundidade de 0,40 m. Os resultados obtidos mostraram que o plantio convencional apresentou menor resistência à penetração, na profundidade 0-0,10 m, enquanto o plantio direto de dois anos indicou maior resistência à penetração até 0,40 m de profundidade. Porém, abaixo da profundidade de 0,15 m não houve diferença significativa entre os tratamentos de plantio convencional, e plantio direto com 8 e 14 anos, o que mostra que os dois primeiros anos de adoção do sistema de plantio direto são críticos quanto a resistência à penetração nas camadas superficiais do solo.

Alguns estudos utilizaram biossólido em áreas agrícolas e mostraram que, além de sua eficiência como fertilizante, possui também grande potencial como condicionador de solos (SILVA et al., 2002). De acordo com Melo et al. (2004), em relação aos atributos físicos, a aplicação de lodo de esgoto promove aumento na porosidade total e macroporosidade, diminuição na densidade do solo e maior retenção de água. Porém, segundo Marciano et al. (2001), quando o solo originalmente possui boa estrutura, pode não ocorrer melhorias nos atributos físicos, mesmo com a aplicação de grandes quantidades de biossólido, principalmente, em propriedades com grande variabilidade espacial, como as de transmissão de água no solo.

Segundo Passarin et al. (2007), o uso da vinhaça, quando aplicada ao solo, provoca aumento na atividade microbiana em consequência da adição da matéria orgânica nela contida. Afirmaram ainda que essa atividade é acompanhada pelo aumento na produção de mucilagem, pode favorecer a agregação e promover aumento na estabilidade estrutural do solo. Porém, ao avaliar a influência de doses de vinhaça nos agregados do solo, não obtiveram resultados que justificassem o uso dos tratamentos.

Entretanto, Corrêa et al. (2009) comprovaram que o uso de resíduos industriais e urbanos pode atuar como condicionadores do solo, ao testarem a aplicação superficial de escória de aciaria, lama cal, lodos de esgoto e calcário em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico sob sistema plantio direto. Os autores confirmaram que a presença de cálcio na composição dos resíduos avaliados permitiu o aumento da agregação das partículas, do diâmetro médio ponderado, aumento do índice de estabilidade de agregados, da porosidade do solo e na retenção de água. Registraram que a aplicação superficial da lama cal na dose de 8 t ha⁻¹, após 27 meses de reação, proporcionou maior agregação

das partículas no solo, desde a superfície até 40 cm de profundidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O correto manejo agrícola é indispensável para que se mantenham as melhores condições físicas do solo para o bom desenvolvimento e produtividade das plantas. Uma das alternativas para a minimização dos problemas de erosão ou compactação do solo é o acréscimo de matéria orgânica ao solo, pois os agregados do solo aumentam e contribuem para o equilíbrio da porosidade do solo. Dentre as alternativas para o aumento da matéria orgânica, pode-se citar o sistema plantio direto, pela manutenção de restos vegetais e o mínimo revolvimento do solo, a prática da adubação verde, utilização de adubos orgânicos, como o de restos animais ou mesmo o uso de compostos ou resíduos industriais.

REFERÊNCIA

- ANDREOTTI, M.; CARVALHO, M. P.; MAONTANARI, R.; BASSO, F. C.; PARIZ, C. M.; AZENHA, M. V.; VERCESE, F. Produtividade da soja correlacionada com a porosidade e a densidade de um Latossolo Vermelho do cerrado brasileiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.3, p.520-526, 2010.
- BAVER, L.D.; GARDNER, W.H., GARDNER, W.R. **Física de suelos**. Barcelona, Union Tipográfica Editorial Hispano-Americana, 1973. 529p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 5. ed. São Paulo: Ícone, 2005. 355p.
- BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F. Soil compaction and fertilization in soybean productivity. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.6, p.626-631, 2004.
- BEUTLER, A.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho Distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n.1, p.167-177, 2001.
- CASTRO, O.M. Cultivo mínimo e propriedades físicas do solo. In: SEMINÁRIO SOBRE CULTIVO MÍNIMO DO SOLO EM FLORESTAS, 1, 1995, Curitiba. **Anais...**Curitiba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Disponível em: http://www.ipef.br/publicacoes/seminario_cultivo_minimo/cap04.pdf. Acesso em 25 de agosto de 2010.

COLLARES, G. L.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KEISER, D. R. Qualidade física do solo na produtividade da cultura do feijoeiro num Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.11, p.1663-1674, 2006.

CORRÊA, J.C.; BULL, L.T.; CRUSCIOL, C.A.C.; MORAES, M.H. Alteração de atributos físicos em latossolo com aplicação superficial de escória de aciaria, lama cal, lodos de esgoto e calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.2, p.263-272, 2009.

COSTA, M.S.S.M.; PIVETTA, L.A.; COSTA, L.A.M.; CASTOLDI, G.; PIVETTA, L.G.; STEINER, F. Atributos físicos do solo sob sistemas de manejo e adubações. In: CONGRESSO ARGENTINO DE INGENIERIA RURAL y II del MERCOSUL, 10, 2009, Rosário. **Anais...Rosário**: Universidade Nacional de Rosário, 2009. 300p.

FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C.M.; SILVA, C.S.W; SEDIYAMA, C.S.; SILVA, A.A.; FAGUNDES, J.L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.1097-1104, 2003.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Ceres, 1979. 264p.

LAURINDO, M. C. O.; NÓBREGA, L. H. P.; PEREIRA, J. O.; MELO, D.; LAURINDO, E. L. Atributos físicos do solo e teor de carbono orgânico em sistemas de plantio direto e cultivo mínimo. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.17 n.5, p. 367-374, 2009.

LOPES, R.; NÓBREGA, L.H.P.; URIBE-OPAZO, M.; PRIOR, M.; PEREIRA, J. Propriedades físicas de Latossolo Vermelho distroférico típico sob sistemas de manejo na sucessão soja-milho no período de três anos. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.29, n.4, p-721-727, 2007.

MARCIANO, C.R.; MORAES, S.O.; OLIVEIRA, F.C.; MATTIAZZO, M.E. Efeito do lodo de esgoto e do composto de lixo urbano sobre a condutividade hidráulica de um Latossolo Amarelo saturado e não saturado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.1-9, 2001.

MELO, V.P.; BEUTLER, A.N.; SOUZA, Z.M.; CENTURION, J.F.; MELO, W.J. Atributos físicos de Latossolos adubados durante cinco anos com biossólido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.1 p. 67-72, 2004.

PASSARIN, A.L.; RODRIGUEIRO, E.L.; PAZZOTTI, C.R.; MEDINA, C.C. Caracterização de agregados em um Latossolo Vermelho distroférico típico submetido a diferentes doses de vinhaça. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.6, p. 1255-1260, 2007.

PENTEADO, S.R. **Adubos verdes e produção de biomassa – Melhoria e recuperação dos solos**. 1.ed. Campinas: Via Orgânica, 2007. 164p.

RALISCH, R.; MIRANDA, T.M.; OKUMURA, R.S.; BARBOSA, G.M.C.; GUIMARÃES, M.F.; SCOPE, E; BALBINO, L.C. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12 n.4 , p.381-384, 2008.

RIBEIRO, K.D.; MENEZES, S.M.; MESQUITA, M.G.B.F.; SAMPAIO, F.M.T. Propriedades físicas do solo, influenciadas pela distribuição de poros, de seis classes de solos da região de Lavras - MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.1167-1175, 2007.

ROSCOE, R.; BODDEY, R. M.; SALTON, J. C. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: Modelagem matemática e métodos auxiliares**. 1.ed. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 304p.

SILVA, I.F.; MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.21, n.2, p.313-319, 1997.

SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; SHARMA, R.D. Alternativa agrônômica para o bio-sólido produzido no Distrito Federal – I: efeito na produção de milho e na adição de metais pesados em Latossolo no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n.2, p.487-495, 2002.

SUZUKI, L. E. A. S.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; LIMA, C. L. R. Grau de compactação, propriedades físicas e rendimento de culturas em Latossolo e Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.8, p.1159-1167, 2007.

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S.; GONÇALVES, A. C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.4, p.795-801, 2002.

TORRES, E.; SARAIVA, O.F. Camadas de impedimento do solo em sistemas agrícolas com a soja. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 58p. **(Circular Técnica, 23)**.

TROEH, F.R.; THOMPSON, L.M. **Solos e fertilidade do solo**. 6. ed. São Paulo: Andrei, 2007. 718p.

VOLK, L. B. S.; NOLLA, A.; TOPPA, E. C. B.; VALERIO, L. A. L.; MARINI, P. M. Alterações em propriedades físicas de um Latossolo Vermelho arenoso sob mata natural e diferentes manejo. **Cultivando o saber**,

Cascavel, v.2, n.4, p. 163-172, 2009. Disponível em: <http://www.fag.edu.br/graduacao/agronomia/csvolume24/19.pdf>. Acesso em: 30 de abril de 2010.

WATANABE, S. H., TORMENA, S. A., ARAÚJO, M. A. Propriedades físicas de um latossolo vermelho distrófico, influenciadas por sistemas de preparo do solo utilizados para implantação da cultura da mandioca. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1255-1264, 2002.