

Alterações em propriedades físicas de um Latossolo Vermelho arenoso sob mata natural e diferentes manejos

Leandro Bochi da Silva Volk¹, Antonio Nolla¹, Eder Victor Braganti Toppa¹, Lucas Antonio De Lima Valerio¹ e Patrícia Meirele Marini¹

¹ Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama – UEM-CAU. Curso de Agronomia, Caixa Postal 65, CEP 87507-190. Umuarama, PR.

lbsvolk@uem.br, anolla@uem.br

Resumo: Com o uso agrícola, as propriedades físicas do solo sofrem alterações, geralmente desfavoráveis ao crescimento vegetal e essas alterações são ainda mais nítidas quando os sistemas de uso do solo são comparados com a vegetação natural. Assim, objetivou-se avaliar as alterações no teor de C.org, Ds, volume total de poros, resistência a penetração bem como infiltração de água em um Latossolo Vermelho submetido ao preparo de solo convencional, à semeadura direta e pastagem natural, comparando-as com as propriedades encontradas em área de mata natural. O experimento foi instalado no CAU-CCA-UEM, a campo sobre um Latossolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa. Os tratamentos foram: mata natural, preparo convencional, semeadura direta e pastagem. O uso do solo com práticas agrícolas deteriorou as propriedades físicas do Latossolo de textura arenosa, quando comparadas a mata natural. Contudo, nenhum dos manejos avaliados apresentou valores restritivos das propriedades físicas avaliadas. O modelo de Kostiakov se mostrou eficiente para descrever a infiltração de água em solo arenoso e as constantes empíricas do modelo diferentes entre os tratamentos avaliados. O solo sob mata, pela melhor qualidade física, apresentou a maior VIB. Com o aumento da intensidade do manejo do solo houve uma diminuição da VIB.

Palavras-chave: preparo convencional, semeadura direta, pastagem, infiltração

Changes in physical properties of a sandy Oxisol under natural forest and different management

Abstract: With the agriculture, the soil physical properties are changed, generally unfavorable for plant growth and these changes are even sharper when the systems of land use are compared with natural vegetation. Thus, the work objective was to evaluate changes in the content of C.org, Ds, total porosity, resistance of penetration and water infiltration in an Oxisol submitted to conventional tillage, no-tillage and natural grassland, compared with the properties found in natural forest area. The experiment was installed in CAU-CCA-UEM, in field conditions on an Oxisol with sandy texture. The treatments were: natural forest, conventional tillage, no-tillage and pasture. The land use with agricultural practices deteriorated the physical properties of a sandy Oxisol compared to natural forest. However, none of the managements have presented restrictive values of physical properties. The Kostiakov model was enough to describe the water infiltration in a sandy soil and the empirical constants of the model between the different treatments. The soil under forest, with better physical quality, showed the highest VIB. With increasing intensity of soil management was a decrease of VIB.

Keywords: conventional tillage, no-tillage, pasture, infiltration

Introdução

Os danos diretos causados pela erosão são causados, principalmente, no local onde ela ocorre e compreendem a redução da capacidade produtiva do solo (pelo transporte de sedimentos e nutrientes de plantas e demais substâncias químicas aplicados ao solo). Os danos indiretos da erosão são causados pelos produtos da mesma, ou seja, sedimentos e substâncias químicas (nutrientes de plantas e pesticidas agrícolas) transportados no escoamento superficial da erosão hídrica e, ou, no vento da erosão eólica e que se depositam fora do local onde ela ocorre. O processo de erosão do solo é também o maior responsável pelo prejuízo da capacidade do solo de regular os fluxos de água, gases e calor entre ele e a atmosfera. A função do solo como regulador ambiental está intimamente relacionada a sua capacidade produtiva, a qual é determinada pela sua qualidade física, química e biológica.

A região noroeste do Paraná tem seus solos originados a partir de rochas sedimentares de formação Caiuá que se caracterizam por apresentarem uma textura que varia de arenosa à média. O uso do solo nesta região é predominantemente com pastagem de braquiária (*Brachiaria decumbens*) para alimentação de bovinos para corte e leite (cerca de 74% do total da área da região), contudo o uso com culturas anuais (principalmente soja a milho) também é expressiva (cerca de 17,4% do total da área da região) (IPARDES, 2002).

Estes diferentes usos alteram as características físicas originais destes solos. O solo sob vegetação nativa encontra-se, normalmente, em melhor estado de agregação e com teor estável de matéria orgânica, apresentando menores valores de densidade do solo, maiores valores de porosidade total, baixa resistência a penetração e elevada taxa de infiltração (Albuquerque *et al.*, 2005). A medida em que se intensifica o uso agrícola, as propriedades físicas do solo sofrem alterações, geralmente desfavoráveis ao crescimento vegetal e essas alterações são ainda mais nítidas quando os sistemas de uso do solo são comparados com a vegetação natural.

A pastagem, quando bem manejada, também se apresenta como alternativa importante na melhoria das condições físico-hídricas dos solos. Moreira *et al.* (2005) verificaram melhores condições físicas relacionadas à porosidade, à densidade e à resistência à penetração em solos sob pastagens manejadas, quando comparadas com pastagens degradadas. Segundo Bertol *et al.* (2004), a pastagem natural, apresentou valores elevados de carbono orgânico, estabilidade de agregados e porosidade total, e os menores valores de densidade do solo.

O preparo convencional do solo promove o aumento do volume de poros dentro da camada preparada (Bertol *et al.*, 2004), da permeabilidade e do armazenamento de ar e facilita o crescimento das raízes das plantas nessa camada, em relação à semeadura direta e a pastagem

natural. No entanto, abaixo da camada preparada, contrariamente ao que ocorre na semeadura direta e no campo nativo, essas propriedades apresentam comportamento inverso da superfície (Bertol *et al.*, 2004)**Erro! Fonte de referência não encontrada.** Contudo, quando o solo, descoberto pelo efeito do preparo, é submetido às chuvas erosivas, que o desagregam na superfície pelo impacto das gotas, diminuem a taxa de infiltração de água e aumentam o escoamento superficial e a erosão hídrica (Volk *et al.*, 2004), em relação aos outros sistemas de manejo do solo.

A semeadura direta é um sistema de preparo de solo conservacionista que promove o preparo do solo exclusivamente na linha da cultura a ser implantada, mantendo o resíduo vegetal da cultura anterior na superfície do solo. Apesar da já reconhecida eficiência no controle das perdas de solo por erosão hídrica, esse sistema de preparo, em alguns casos, pode levar ao aumento da densidade volumétrica e resistência à penetração, e diminuição da porosidade total do solo (Da Ros, *et al.*, 1997; Tormena *et al.*, 2002; Bertol *et al.*, 2004), quando comparado com sistemas de menor intensidade de uso do solo.

Moreira *et al.* (2005) estudando as propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas comparadas às do campo nativo, concluíram que na camada de 0 a 10 cm a densidade do solo é maior na semeadura direta que no preparo convencional e no campo nativo; nesta camada, a semeadura direta reduziu o volume de macroporos em relação ao preparo convencional e ao campo nativo.

Com base no apresentado, os objetivos deste trabalho parcial foram:

a) avaliar as alterações no teor de carbono orgânico, densidade do solo, volume total de poros e resistência a penetração em um Latossolo Vermelho distrófico típico submetido ao preparo convencional, à semeadura direta e pastagem natural, comparando-as com as propriedades encontradas em área de mata natural; e

b) avaliar a infiltração de água em um Latossolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa manejado com preparo convencional, semeadura direta e pastagem e não manejado (sob mata natural) e determinar as constantes empíricas k e a , e a VIB do modelo de Kostiakov para estas condições.

Material e Métodos

O experimento foi instalado no Campus Regional de Umuarama – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá (CAU-CCA/UEM), localizada no município de Umuarama, PR. O solo presente na área experimental é classificado como Latossolo

Vermelho distrófico típico, apresentando textura arenosa.

O CAU-CCA/UEM está situada na região fisiográfica do 3º Planalto do Paraná, a qual se caracteriza por apresentar relevo suave ondulado a ondulado e pendentes sedimentares onduladas de dezenas de metros. Segundo a classificação de Köeppen, o clima da região é do tipo “Cfa” (subtropical úmido e sem estação seca definida), com a temperatura do mês mais frio inferior a 18 °C e a do mês mais quente superior a 22 °C. A precipitação pluviométrica média anual da região é de 1.360 mm, com média mensal de 160 mm nos meses de verão e de 60 mm nos meses de inverno (Caviglione *et al.*, 2000).

Os tratamentos avaliados no estudo foram quatro: 1) *mata natural*, que constitui parte da área de reserva florestal legal do CAU-CCA/UEM; 2) *preparo convencional*, que representa área de solo com cultivo de milho (*Zea mays*) e sorgo (*Sorghum bicolor*) para silagem em preparo convencional no verão e permanecendo sob pousio no inverno; 3) *semeadura direta*, que representa área de solo com cultivo de milho ou soja (*Glycine max*) no verão e aveia preta (*Avena sativa*) no inverno em semeadura direta; e 4) *pastagem*, que representa área de solo com pastagem de braquiária (*Brachiaria decumbens*) sob pastejo continuo e carga animal de 5 unidades animais por hectare.

Foram avaliados o teor de carbono orgânico, densidade do solo, volume total de poros e resistência a penetração em sete amostragens por profundidade em cada tratamento e em duas profundidades (0 a 5 cm, 5 a 10 cm), num total de quatorze amostragens. O teor de carbono orgânico foi determinado seguindo a metodologia descrita em (Tedesco *et al.*, 1985). As determinações de densidade do solo e volume total de poros seguiram o método do anel volumétrico (Forsythe, 1975) e resistência a penetração foi determinado utilizando um penetrômetro de anel dinamométrico, seguindo a metodologia descrita em Tormena e Roloff (1996). A infiltração foi determinada pelo método de cilindros duplos concêntricos descritas em Forsythe (1975), sendo o tempo de infiltração uniformizado para 100 minutos. Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância, empregando-se o teste de comparação de médias de Duncan, no nível de probabilidade $p<0,05$. Para isso, utilizou-se o programa computacional ESTAT (Sistema para Análises Estatísticas, v.2.0), desenvolvido pelo Pólo Computacional do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP, Jaboticabal (SP). O grau de significância dos ajustes dos modelos matemáticos foi baseado na metodologia proposta por Fischer e Yates (1971).

Resultados e Discussão

Na tabela 1 são apresentados os valores de carbono orgânico em duas profundidades, na mata natural e nos manejos de solo avaliados no presente estudo. Observa-se que o solo sob mata natural foi o que apresentou os maiores valores de carbono orgânico, independentemente da profundidade. A semeadura direta foi o tipo de manejo de solo que promoveu valores intermediários de carbono orgânico, também para as duas profundidades. Contudo, não é possível afirmar se tal diferença se deve ao menor tempo de cultivo entre todos os manejos avaliados, ou se é pela manutenção da permanente cobertura de solo por resíduos culturais. Já os tratamentos com pastagem e preparo convencional foram os que apresentaram os menores valores de carbono orgânico, também nas duas profundidades. No caso da pastagem, tal comportamento é explicado pela alta carga animal em pastejo (5 u.a./ha), não permitindo a sobra de material vegetal para a manutenção do teor de matéria orgânica no solo. No caso do preparo convencional, os reduzidos valores de carbono orgânico são explicados pela ação conjunta do preparo do solo, prática reconhecidamente causadora de intensa mineralização da matéria orgânica presente no solo, com a colheita da quase totalidade da massa verde de milho ou sorgo para a confecção de silagem, não permitindo a permanência de resíduo vegetal para repor, ao menos, parte da matéria orgânica mineralizada durante o preparo do solo.

Tabela 1 - Teores de carbono orgânico em duas profundidades, na mata natural e nos diferentes manejos de solo avaliados.

| Tratamento | Carbono Orgânico | |
|----------------------|--------------------|-----------|
| | 0 a 5 cm | 5 a 10 cm |
| | g kg ⁻¹ | |
| Mata natural | 17,75 a | 17,07 a |
| Pastagem | 5,15 c | 5,00 b |
| Semeadura direta | 7,82 b | 7,15 b |
| Preparo convencional | 4,35 c | 6,05 b |

Valores nas colunas seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Duncan, $p<0,05$).

Tabela 2 - Densidade do solo em três profundidades, na mata natural e nos diferentes manejos de solo avaliados.

| Tratamento | Densidade do Solo | | |
|----------------------|--------------------|-----------|------------|
| | 0 a 5 cm | 5 a 10 cm | 10 a 20 cm |
| | g cm ⁻³ | | |
| Mata natural | 1,05 c | 1,17 b | 1,38 b |
| Pastagem | 1,41 b | 1,65 a | 1,68 a |
| Semeadura direta | 1,55 a | 1,64 a | 1,66 a |
| Preparo convencional | 1,54 a | 1,58 a | 1,61 a |

Valores nas colunas seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Duncan, $p<0,05$).

Tabela 3 - Porosidade total do solo em três profundidades, na mata natural e nos diferentes manejos de solo avaliados.

| Tratamento | Porosidade Total do Solo | | |
|---|--------------------------|-----------|------------|
| | 0 a 5 cm | 5 a 10 cm | 10 a 20 cm |
| ----- m ³ m ⁻³ ----- | | | |
| Mata natural | 0,56 a | 0,53 a | 0,45 a |
| Pastagem | 0,47 b | 0,38 b | 0,37 b |
| Semeadura direta | 0,35 c | 0,34 b | 0,34 b |
| Preparo convencional | 0,39 c | 0,38 b | 0,36 b |

Valores nas colunas seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Duncan, $p<0,05$).

Nas tabelas 2 e 3, são apresentados os resultados, respectivamente, de densidade do solo e volume total de poros no solo em três profundidades, na mata natural e manejos de solos avaliados. Observa-se que em todos os tratamentos os valores de densidade foram sempre menores na profundidade de 0 a 5 cm e foram aumentando em maiores profundidades. Comportamento semelhante, porém inverso, teve o volume total de poros que foi sempre maior na camada de solo mais superficial (0 a 5 cm) e diminuiu em maiores profundidades. Entre os tratamentos avaliados, a mata natural foi a que apresentou os menores valores de densidade do solo e os maiores valores de volume total de poros, nas três profundidades avaliadas, ressaltando que o solo quando não cultivado mantém as melhores condições físicas para o crescimento de plantas.

A densidade do solo nos três tipos de manejos avaliados (desconsiderando a mata natural) apresentou valores muito semelhantes entre si. Na profundidade de 0 a 5 cm, apenas a pastagem apresentou valor diferente dos demais manejos. Nas demais profundidades, os valores de densidade nos tratamentos foram todos elevados, se comparados com a mata natural, e não houve diferença nos valores. Lima et al., (2007) trabalhando com solo de mesma textura, observou que ao considerar uma resistência à penetração de 2500 kPa associada ao teor de água observado no ponto de murcha permanente como sendo limitante a restrição do desenvolvimento de raízes, apenas densidades de solo acima de $1,83 \text{ g cm}^{-3}$ são consideradas críticas, valor este não atingido por nenhum dos tratamentos avaliados.

O manejo de solo com pastagem, apesar do baixo teor de carbono orgânico (tabela 1) e da densidade de solo relativamente elevada (tabela 2), apresentou, na camada de 0 a 5 cm, valor de volume total de poros diferentes, porém pouco inferior a da mata natural, contudo superior ao volume total de poros da semeadura direta e do preparo convencional. Já nas duas outras profundidades (5 a 10 cm e 10 a 20 cm), os três tipos de manejos avaliados neste

estudo, passaram a não apresentar diferença entre si, quando comparados seus valores de volume total de poros.

Na figura 1 são apresentados os valores de resistência à penetração observados nas três profundidades e nos tratamentos avaliados neste estudo. Observa-se que, tanto na mata natural, quanto nos três manejos avaliados, a resistência à penetração foi a menor na camada mais superficial do solo (0 a 5 cm) e aumentou com a profundidade.

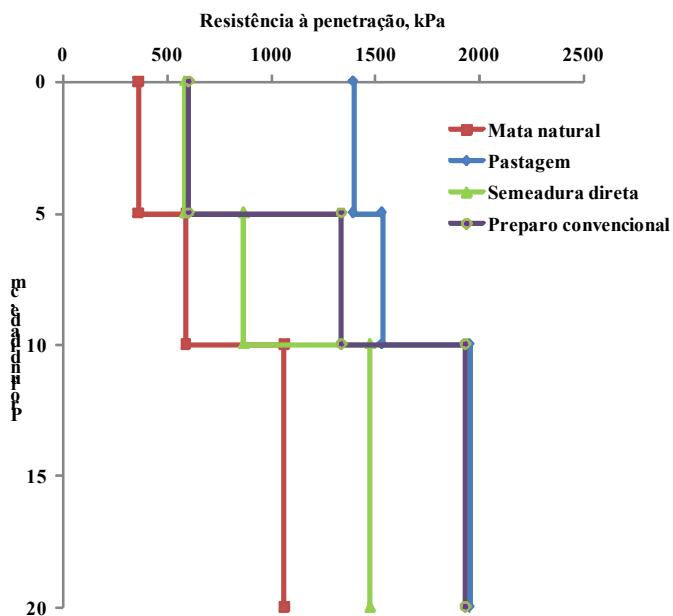


Figura 1 - Resistência à penetração em três profundidades, na mata natural e nos manejos de solo avaliados, quando o solo se encontrava em capacidade de campo ($U_g = 0,14 \text{ g g}^{-1}$).

A mata natural foi o tratamento que apresentou os menores valores de resistência à penetração em qualquer das profundidades avaliadas, denotando suas melhores condições físicas ao desenvolvimento das raízes das plantas e infiltração de água. A pastagem foi o tratamento que apresentou os maiores valores de resistência a penetração em todas as profundidades. A semeadura direta e o preparo convencional apresentaram valores intermediários nas camadas de 0 a 5 cm e de 5 a 10 cm, sendo que o preparo convencional passou a apresentar valor similar à pastagem na camada de 10 a 20 cm. Apesar da amplitude de valores observada no estudo (364 kPa a 1954 kPa), nenhum dos tratamentos avaliados apresentou valores acima de 2500 kPa, que é considerado como valor limitante para o desenvolvimento de raízes (Tormena e Roloff, 1996). É preciso salientar que estes valores de resistência a penetração foram avaliados com o solo com teor de água próximo à

capacidade de campo, o que indica que conforme o teor de água no solo for diminuindo, a resistência a penetração irá aumentar, sendo que a pastagem e o preparo convencional serão os primeiros a chegar no valor limitante de 2500 kPa.

Na figura 2 são apresentadas as taxas de infiltração no tempo para os tratamentos avaliados neste estudo. Observa-se que o modelo de Kostiakov para infiltração de água no solo sob mata e semeadura direta apresentou os menores valores de coeficientes de determinação para os dados observados ($R^2=0,77$ e $R^2=0,78$, respectivamente) se comparados aos valores de R^2 para o solo sob preparo convencional e pastagem. Contudo, mesmo com esses valores mais baixos, todos os modelos apresentaram ajuste significativo a 1% de probabilidade aos dados observados.

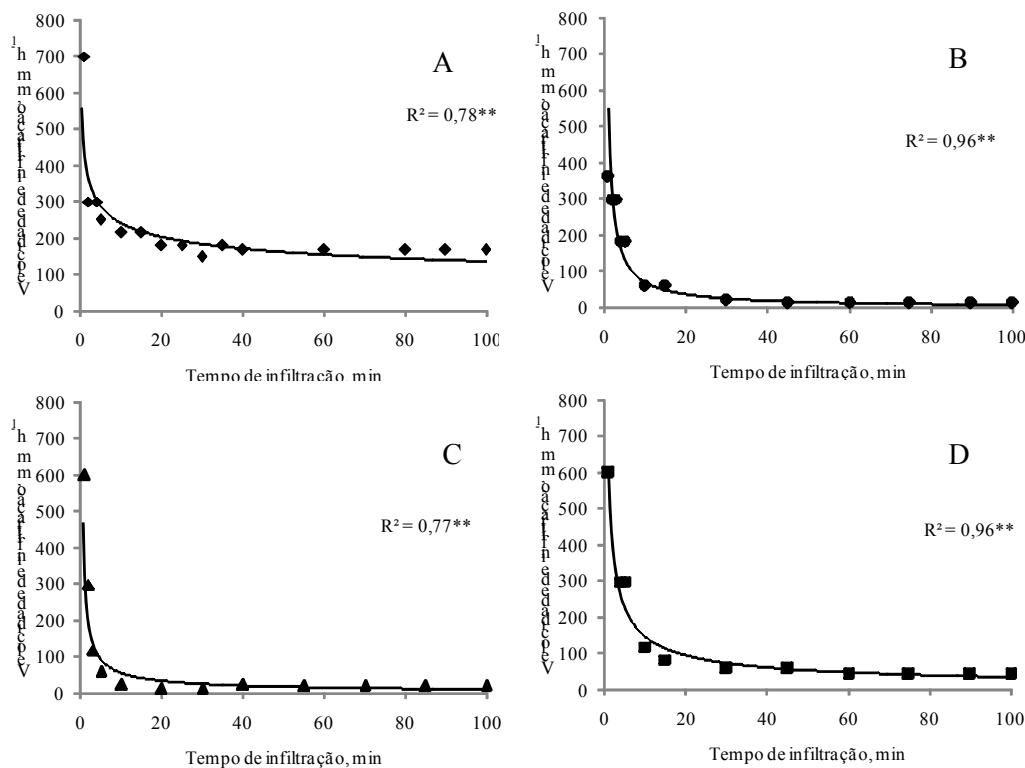


Figura 2 - Taxa de infiltração nos tratamentos mata natural (A), preparo convencional (B), semeadura direta (C) e pastagem (D).

Na tabela 4, são apresentados os valores de k e a do modelo de Kostiakov de infiltração de água para os tratamentos avaliados neste estudo a partir das equações de ajuste dos modelos das curvas apresentadas na figura 2. Observa-se que de k e a foram diferentes entre os tratamentos avaliados, sendo que o valor de a foi diminuindo (ficando mais negativo) com a maior intensidade de mobilização do solo. O mesmo foi observado para os valores de velocidade de infiltração básica (VIB). O solo sob mata foi o que apresentou maior VIB,

indicando sua melhor condição física para a infiltração de água no solo, enquanto o preparo convencional foi o que apresentou a menor VIB, indicando a degradação de sua estrutura física.

Tabela 4 - Constantes empíricas k e a do modelo de Kostiakov e a velocidade instantânea básica (VIB) dos tratamentos avaliados.

| Tipo de uso | k | a | VIB mm h ⁻¹ |
|----------------------|-------|-------|---------------------------|
| Mata natural | 432,1 | -0,24 | 168 |
| Semeadura direta | 603,0 | -0,61 | 44 |
| Pastagem | 248,8 | -0,71 | 20 |
| Preparo convencional | 547,7 | -0,88 | 12 |

Conclusões

- A) O uso do solo com práticas agrícolas deteriorou as propriedades físicas do Latossolo de textura arenosa, quando comparadas a mata natural. Contudo, nenhum dos manejos avaliados apresentou valores restritivos das propriedades físicas avaliadas.
- B) O modelo de Kostiakov se mostrou eficiente para descrever a infiltração de água em solo arenoso e as constantes empíricas do modelo diferentes entre os tratamentos avaliados. O solo sob mata, pela melhor qualidade física, apresentou a maior VIB. Com o aumento da intensidade do manejo do solo houve uma diminuição da VIB.

Referências

ALBUQUERQUE, J.A.; ARGENTON, J.; BAYER, C.; WILDNER, L.P.; KUNTZE, A.G. Relação de atributos do solo com a agregação de um Latossolo Vermelho dos sistemas de preparo e plantas de verão para cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa 29:415-424, 2005.

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J.A.; LEITE, D.; AMARAL, A.J. & ZOLDAN JR., W.A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p.155-163, 2004.

BERTOL, I.; SCHICK, J.; MASSARIOL, J.M.; REIS, E.F. & DILLY, L. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico álico afetadas pelo manejo do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, p.91-95, 2000.

CAVIGLIONE, J.H.; KIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina : IAPAR, 2000. CD

DA ROS, C.O.; LOPES, C.E.L.; SECCO, D.; PASA, L. Influencia do tempo de cultivo no sistema de plantio direto nas características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.26, n.3, p.397-400, 1997.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 412 f.

FORSYTHE, W. **Física de suelos: manual de laboratorio**. San José, IICA. 1975. 212p.

LIMA, C.L.R., REICHERT, J.M., SUZUKI, L.E.A.S., REINERT, D.J., DALBIANCO, L., Densidade crítica ao crescimento de plantas considerando água disponível e resistência à penetração de um Argissolo Vermelho distrófico arênico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, p.1166-1169, 2007.

MOREIRA, J. A. A.; OLIVEIRA, I. P.; GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F. Atributos químicos e físicos de um Latossolo Vermelho distrófico sob pastagens recuperada e degradada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.3, p.155-161, 2005.

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análises do solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1985. 180p.: il.

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.

TORMENA, C.A.; ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.20, p.333-339, 1996.

VOLK, L.B.S; COGO, N.P.; STRECK, E.V. Erosão hídrica influenciada por condições físicas de superfície e subsuperfície do solo resultantes do seu manejo, na ausência de cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n.28, p.763-774, 2004