

ALTERAÇÕES NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO SOB DIFERENTES CULTURAS⁽¹⁾

A. CAVENAGE⁽²⁾, M. L. T. MORAES⁽³⁾, M. C. ALVES⁽⁴⁾,
M. A. C. CARVALHO⁽⁵⁾, M. L. M. FREITAS⁽⁶⁾ & S. BUZETTI^(4,2)

RESUMO

O presente trabalho objetivou analisar as alterações das propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro, sob diferentes culturas e sua capacidade de recuperação. No ano de 1996, foram coletadas amostras de solos sob vegetação de milho, pinus, eucalipto, pastagem e mata ciliar, após 10 anos de cultivo, e cerrado (condição natural), em três profundidades (0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m), em áreas pertencentes à Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, localizada no município de Selvíria, MS. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 18 tratamentos e 10 repetições. Nos diferentes tratamentos, determinaram-se macroporosidade, microporosidade, porosidade total, densidade do solo, análise granulométrica e resistência à penetração. Com base nos resultados, concluiu-se que ocorreram alterações nas propriedades físicas do solo, quando se compararam os diferentes usos com a condição natural; as áreas com mata ciliar e pinus foram as que mais se aproximaram das condições naturais, apresentando, porém, compactação na camada superficial; as áreas apresentaram maior alteração na profundidade de 0,00-0,10 m, com exceção da área com culturas anuais.

Termos de indexação: cerrado, densidade do solo, porosidade, resistência à penetração, manejo.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em setembro de 1998 e aprovado em setembro de 1999.

⁽²⁾ Engenheiro-Agrônomo da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - FEIS-UNESP.

⁽³⁾ Professor do Departamento de Fitotecnia, Economia e Sociologia Rural, FEIS-UNESP, Caixa Postal 31, Av. Brasil Centro, 56, CEP 15385-000 Ilha Solteira (SP).

⁽⁴⁾ Professor Dr. do Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Rural, FEIS-UNESP.

⁽⁵⁾ Engenheiro-Agrônomo, discente do curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal - FCAV-UNESP. Rod. Carlos Tonani Km 5, CEP 14870-000 Jaboticabal (SP).

⁽⁶⁾ Engenheiro-Agrônomo, discente do curso de Pós-Graduação em Melhoramento Vegetal. FCAV-UNESP.

SUMMARY: *ALTERATIONS OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF A DARK-RED LATOSOL (TYPIC ACRUSTOX) UNDER DIFFERENT CROPS*

The present work had the objective to analyze the alterations of the physical properties of a dark-red Latosol (typic acrustox), under different use systems. In 1996, samples of soils were collected, under corn crop, pinus, eucalyptus, pasture, ciliary forest (after 10 years of cultivation), and native cerrado vegetation, in three depths (0,00-0,10; 0,10-0,20, and 0,20-0,40 m), in the experimental station from Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, located in Selvíria county (MS). The experimental design was the totally randomized, with 18 treatments and 10 replications. In the different treatments the macroporosity, microporosity, total porosity, bulky density, texture, and resistance to penetration were determined. By the results we may conclude that alterations of the physical properties of the soil occurred in the different areas, compared to natural condition; the area with ciliary forest and pinus are closer to the natural conditions, presenting an accommodation of the superficial layer; the other areas of the soil; the areas presented greatest alterations in depths of the 0,00-0,10 m, except for the area with annual crop.

Index terms: cerrado, bulky density, porosity, resistance to penetration, management.

INTRODUÇÃO

Na região Centro-Oeste do Brasil, áreas sob vegetação de cerrado vêm sendo gradativamente substituídas por culturas anuais, pastagens e reflorestamentos. Os solos sob área nativa dos cerrados revelam favoráveis propriedades físicas; no entanto, a partir do momento em que estes solos são utilizados na produção agrícola, com uso intensivo de práticas inadequadas, ocorrem modificações nas suas características originais. De modo geral, observam-se aumento da densidade do solo, maior resistência à penetração e diminuição da porosidade. Vários trabalhos têm constatado essas modificações em áreas de cerrado como também em outras áreas (Machado & Brum, 1978; Abrão et al., 1979; Machado et al., 1981; Beltrame et al., 1981; Leite & Medina, 1984; Vieira & Muzilli, 1984; Centurion & Demattê, 1985; Corrêa, 1985a,b; Silva et al., 1986; Miranda, 1993; Anjos et al., 1994; Albuquerque et al., 1995).

O estudo das transformações que ocorrem no solo, resultantes do uso e manejo, é de grande valia na escolha do sistema mais adequado para que se recupere a potencialidade do solo (Fernandes, 1982). Lorimer & Douglas (1995) testaram o efeito de diferentes vegetações (florestas naturais, pastagem, rotação de pastagem-cultura e cultura contínua) e observaram que, no horizonte A, solos usados com pastagem ou floresta apresentaram menor densidade do que solos com aproximadamente seis cultivos de trigo, tendo estes apresentado menor condutividade hidráulica que florestas naturais. No horizonte B, solos com pastagem-cultura também apresentaram menor condutividade hidráulica que florestas naturais.

O objetivo do trabalho foi verificar o comportamento de um Latossolo Vermelho-Escuro, originalmente sob vegetação de cerrado, em relação às suas propriedades físicas, após desmatamento e, posteriormente, com diversos usos.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa experimental foi desenvolvida na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", situada no município de Selvíria (MS). A área tem por definição as coordenadas geográficas 20° 22' de latitude sul e 51° 22' de longitude oeste de Greenwich. Encontra-se localizada nas proximidades da bacia do rio Paraná, tendo como altitude 335 m. A classificação do solo da área experimental foi realizada por Demattê (1980), como sendo um Latossolo Vermelho-Escuro. O clima da região foi classificado como Aw, segundo o sistema de Köppen, apresentando chuvas no verão e seca no inverno, com precipitação média anual de 1.300 mm, distribuída entre outubro e março, e temperatura média anual de 23,5°C.

A vegetação natural predominante na região é o cerrado. No caso da área experimental, foi realizado desmatamento em maio de 1978, para o plantio de culturas anuais, com semeadura convencional (grade pesada e leve). No ano de 1986, parte da área de culturas anuais foi substituída por pinus, eucalipto, mata ciliar e pastagem.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 10 repetições e 18 tratamentos, os quais corresponderam a seis diferentes áreas e três profundidades: cerrado (vegetação natural), culturas anuais (milho - *Zea mays* L.) em sistema convencional há 18 anos, eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), pinus (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*), mata ciliar (reflorestada com espécies nativas) e pastagem (*Brachiaria decumbens*), as quais vêm sendo utilizadas, consecutivamente, há 10 anos, analisadas em três profundidades (0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m). O tamanho de cada área de estudo foi de 5 ha, sendo as amostras coletadas ao acaso em 10 pontos em cada área em três profundidades.

Para cada área em estudo, a amostragem de solo foi realizada em junho de 1996, objetivando as seguintes determinações: (a) macroporosidade, microporosidade e porosidade total - as amostras indeformadas foram coletadas em anéis volumétricos com capacidade de 10^{-4} m³, e o método empregado para a determinação dessas propriedades foi o da "mesa de tensão", segundo Kiehl (1979); (b) densidade do solo - com as mesmas amostras coletadas para caracterizar a porosidade, determinou-se a densidade do solo, usando o método de Blake (1965); (c) análise granulométrica - realizada pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1979). Na mesma época, foi avaliada a resistência à penetração, pelo uso de um penetrógrafo (Penetrographer^{PAT}.SC-60), em 10 pontos por área.

O estudo estatístico constou da análise da variância dos dados originais e aplicação do teste de Tukey a 5%, para comparação entre as médias obtidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando os valores dos quadrados médios e a significância destes para densidade do solo, microporosidade, macroporosidade e porosidade total, (Quadro 1), nota-se que, para essas propriedades, ocorreram diferenças significativas entre as áreas e as profundidades. A interação área x profundidade foi significativa, mostrando que o efeito de áreas depende do efeito da profundidade, e vice-versa.

No quadro 2, estão apresentados os dados referentes à densidade do solo, microporosidade, macroporosidade e porosidade total do solo, nas diferentes áreas e profundidades. Com relação à densidade do solo, nota-se que, na camada de 0,00-0,10 m, o menor valor encontrado foi na área de cerrado, a qual não diferiu somente da área de culturas anuais (milho). Resultados semelhantes foram obtidos por Centurion & Demattê (1985); Centurion (1987); Mello (1987); Hakoyama et al. (1995) e Albuquerque et al. (1995) em áreas de preparo convencional. Os maiores valores

encontrados nas áreas de pinus, eucalipto e mata ciliar deveram-se à utilização contínua de grade leve, para o controle de ervas daninhas nos primeiros anos de instalação do experimento; no caso da pastagem, ocorreu a compactação superficial em virtude do pisoteio de animais.

Na camada de 0,10-0,20 m, a área com cerrado foi a que apresentou o menor valor de densidade do solo, não diferindo somente da área de mata ciliar. Nesta camada, observa-se que, para a área com culturas anuais e nas áreas com pinus, eucalipto, mata ciliar e pastagem, as quais, anteriormente à instalação do experimento, eram áreas com culturas anuais, o uso contínuo de implementos causou a formação de camadas compactadas, o que também foi observado nos trabalhos de Centurion & Demattê (1985), Centurion (1987), Hakoyama et al. (1995) e Albuquerque et al. (1995).

Na camada de 0,20-0,40 m, o menor valor para densidade do solo foi observado na área com cerrado, a qual não diferiu das áreas com mata ciliar e eucalipto. Nota-se que, de maneira geral, os valores diminuíram em relação à camada superior (0,10-0,20 m), evidenciando o menor efeito do uso de implementos naquela camada, o que também foi observado no trabalho de Anjos et al. (1994).

Observa-se, também no quadro 2, que a densidade do solo diminuiu com o aumento da profundidade, para todas as áreas, exceto para as áreas com culturas anuais e com cerrado, onde o menor valor encontra-se na primeira camada (0,00-0,10 m). O resultado apresentado na área com cerrado é o comportamento natural esperado, isto é, a densidade do solo em condições naturais aumenta com a profundidade do solo, considerando a diminuição do teor de matéria orgânica e o peso das camadas de solo subjacentes. Na área com cultura anual, a densidade foi menor na camada de 0,00-0,10 m em razão do efeito do preparo do solo, ou seja, com a mobilização superficial do solo, aumenta-se a porosidade, diminuindo a densidade do solo.

Por outro lado, o uso intensivo de implementos agrícolas e o tráfego excessivo de máquinas pesadas, em condições inadequadas de umidade, provocam a degradação da estrutura do solo, levando à compactação subsuperficial, fato que explica o aumento da densidade com a profundidade na área de cultura anual. Nas demais áreas (pastagem, pinus, eucalipto e mata ciliar), não há mobilização do solo pelo preparo, ocorrendo, portanto, uma acomodação da camada superficial, a qual, conjuntamente com o tráfego de máquinas, para efetuar as atividades de manutenção das culturas, leva ao aumento da densidade do solo. Especificamente na área com pastagem, associa-se o pisoteio do gado ao fenômeno.

Pode-se observar, no quadro 2, que, em todas as profundidades, a microporosidade mostrou maiores valores na área com cerrado: na camada de 0,00-0,10 m, não diferiu somente da área com culturas

Quadro 1. Valores e significância de F, coeficiente de variação (CV) e diferença mínima significativa (DMS) para valores médios de densidade do solo (kg dm^{-3}), microporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$), macroporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) e porosidade total ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)

| Causa de variação | Densidade do solo | Microporosidade | Macroporosidade | Porosidade total |
|-----------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Áreas | 26,85** | 40,21** | 30,48** | 15,65** |
| Profundidade | 16,07** | 2,68** | 4,76** | 12,12** |
| Áreas x profundidade | 8,97** | 1,32** | 5,36** | 6,32** |
| C.V. (%) | 6,15 | 11,41 | 27,11 | 8,26 |
| DMS Tukey a 5% | | | | |
| Áreas | 0,064 | 0,0279 | 0,0227 | 0,0270 |
| Profundidade | 0,037 | 0,0162 | 0,0131 | 0,0156 |
| Áreas (profundidade) | 0,111 | 0,0483 | 0,0393 | 0,0468 |
| Profundidade (áreas) | 0,091 | 0,0396 | 0,0322 | 0,0384 |

** significativo a 1%.

Quadro 2. Valores de densidade do solo, porosidade total, microporosidade e macroporosidade do solo, obtidos nos tratamentos estudados

| Área | Profundidade (m) | | |
|---|------------------|-------------|-------------|
| | 0,00 - 0,10 | 0,10 - 0,20 | 0,20 - 0,40 |
| Densidade do solo (kg dm^{-3}) | | | |
| Pinus | 1,532 aA | 1,520 abA | 1,411 abB |
| Pastagem | 1,518 aA | 1,435 bcAB | 1,370 abB |
| Eucalipto | 1,453 aA | 1,489 abcA | 1,352 bcB |
| Milho | 1,252 bB | 1,552 aA | 1,467 aA |
| Mata Ciliar | 1,433 aA | 1,402 cdAB | 1,335 bcB |
| Cerrado | 1,187 bB | 1,315 dA | 1,248 cAB |
| Microporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) | | | |
| Pinus | 0,26 dA | 0,26 cA | 0,26 cA |
| Pastagem | 0,33 bcA | 0,33 bA | 0,36 abA |
| Eucalipto | 0,30 cdB | 0,33 bAB | 0,34 bA |
| Milho | 0,36 abA | 0,34 bA | 0,35 abA |
| Mata Ciliar | 0,30 cdA | 0,31 bA | 0,33 bA |
| Cerrado | 0,38 aA | 0,40 aA | 0,39 aA |
| Macroporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) | | | |
| Pinus | 0,14 aB | 0,14 aB | 0,19 aA |
| Pastagem | 0,08 cB | 0,11 abAB | 0,11 bcA |
| Eucalipto | 0,09 bcA | 0,09 bA | 0,12 bcA |
| Milho | 0,10 abcA | 0,04 cB | 0,05 dB |
| Mata Ciliar | 0,14 aA | 0,13 aA | 0,13 bA |
| Cerrado | 0,12 abA | 0,09 bB | 0,09 cdAB |
| Porosidade total ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) | | | |
| Pinus | 0,40 cB | 0,39 bB | 0,45 abA |
| Pastagem | 0,40 cB | 0,45 aA | 0,47 aA |
| Eucalipto | 0,40 cB | 0,42 abB | 0,46 aA |
| Milho | 0,47 abA | 0,38 bB | 0,40 bB |
| Mata Ciliar | 0,44 bcA | 0,45 aA | 0,47 aA |
| Cerrado | 0,50 aA | 0,47 aA | 0,48 aA |

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

anuais; na camada de 0,10-0,20 m, diferiu de todas as áreas e, na camada de 0,20-0,40 m, apenas não mostrou diferença significativa das áreas com mata ciliar e eucalipto. Para todas as áreas, não houve diferença entre as profundidades em relação à microporosidade, com exceção da área com eucalipto onde o maior valor foi observado na camada de 0,20-0,40 m.

Alves (1992) e Veiga et al. (1994) observaram, em camadas compactadas, aumento da densidade do solo, resultante do aumento da quantidade de sólidos em relação ao volume de poros e, nessa camada, predominam os microporos, nos quais o movimento da água e do ar é dificultado, diminuindo, dessa forma, a drenagem interna do solo comandada pela estrutura. Porém, deve-se observar também a proporção entre a microporosidade e a macroporosidade, pois o comportamento relatado anteriormente ocorrerá, quando a macroporosidade estiver abaixo das condições ideais, isto é 0,10-0,16 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ (Baver, 1972; Kiehl, 1979). Na área com cerrado, obtiveram-se maior microporosidade e menor densidade do solo, porém a macroporosidade encontrava-se entre 0,09 e 0,12 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$, valores próximos da condição ideal e semelhantes aos encontrados por Da Ros et al. (1997), para o mesmo tipo de solo, em condições naturais.

A macroporosidade na camada de 0,00-0,10 m (Quadro 2) foi maior na área com mata ciliar e pinus, porém diferiu somente das áreas com pastagem e com eucalipto. Na camada de 0,10-0,20 m, novamente a área com mata ciliar e pinus foram as que apresentaram o maior volume de macroporos, porém não diferindo da pastagem, no entanto diferindo das áreas com culturas anuais, eucalipto e cerrado. Para a camada de 0,20-0,40 m, observa-se o maior volume de macroporos na área com pinus, a qual diferiu significativamente de todas as outras áreas. Com exceção das áreas com cerrado e culturas anuais, analisando as profundidades dentro de cada

área, ocorreu a tendência de diminuição de macroporos na camada superficial do solo. Em condições naturais (cerrado), o comportamento esperado é a diminuição da macroporosidade com a profundidade, pois há aumento da densidade do solo, conforme explicado anteriormente, quando da apresentação e discussão da densidade do solo.

Nas áreas com pinus, pastagem, eucalipto e mata ciliar, quando comparou-se a macroporosidade em profundidade dentro de cada área, a mesma apresentou-se menor na camada superficial (0-10 m) pelo fato de a densidade do solo ter sido maior. Nota-se, novamente, a íntima relação do volume de macroporos com a densidade do solo, o que também foi verificado por Hakoyama et al. (1995) e Da Ros et al. (1997), que relataram ter a mobilização do solo provocado aumento do volume de poros, principalmente dos macroporos, e conseqüentemente, diminuição da densidade.

Verifica-se também que, na área com culturas anuais, é bem pequeno o volume de macroporos, indicando compactação nas camadas abaixo de 0,10 m, ocasionada pelo uso constante de implementos, como grade aradora e niveladora, no preparo do solo.

A área com maior porosidade total, na camada de 0,00-0,10 m, foi a com cerrado, não diferindo da área com culturas anuais. Na camada de 0,10-0,20 m, novamente a maior porosidade foi observada na área com cerrado, superior em relação às áreas com pinus e com culturas anuais. Na camada de 0,20-0,40 m, o maior volume de poros também foi observado na área com cerrado, e a área com culturas anuais apresentou o menor valor, não diferindo da área com pinus. De modo geral, observou-se um aumento da porosidade total com o aumento da profundidade do solo, à exceção das áreas com culturas anuais e cerrado, onde o maior volume de poros foi encontrado na camada de 0,10 m. Anjos et al. (1994) verificaram que os valores de porosidade total estiveram inversamente

associados aos de densidade do solo, ou seja, quanto menor a densidade do solo, maior a porosidade total, o que está de acordo com o presente trabalho.

A porosidade total apresentou valores compreendidos entre 0,38 e 0,50 m³ m⁻³, estando dentro da faixa encontrada por Hillel (1970), que, para solos minerais, varia de 0,30 a 0,60 m³ m⁻³, e de acordo com os resultados de Centurion & Demattê (1985) e Centurion (1987), para o mesmo tipo de solo.

Para Kiehl (1979), a distribuição da porosidade total de um solo ideal para a produção agrícola deve ser de 0,50 m³ m⁻³, sendo a distribuição de percentual de 1/3 para macroporos e 2/3 para microporos. Segundo Baver (1972), o valor mínimo do espaço ocupado pelo ar deve ser de 0,10 m³ m⁻³, para que haja um desenvolvimento satisfatório do sistema radicular. Nota-se pelos resultados apresentados que, em termos de distribuição do tamanho dos poros, a área com cultura anual foi a que se apresentou mais alterada, com valores, principalmente de macroporosidade, bem abaixo do valor mínimo necessário.

Nas condições de mata ciliar, provavelmente as espécies que estão sendo utilizadas estão contribuindo para a recuperação do ambiente, aproximando os valores obtidos nessa área aos encontrados sob condições naturais. Tal fato está de acordo com van Goor, citado por Lima (1996), o qual menciona a interação, a longo prazo, das espécies florestais e o solo. Esse fato pode promover diferentes efeitos na restauração das condições originais do solo, uma vez que as espécies diferem quanto à dinâmica do sistema radicular, às características da serrapilheira, às atividades biológicas no solo, à interceptação da luz, etc.

Os resultados de resistência à penetração podem ser observados na figura 1. Verifica-se que, em todas as profundidades, a área com culturas anuais foi a que apresentou menores valores, diferindo das

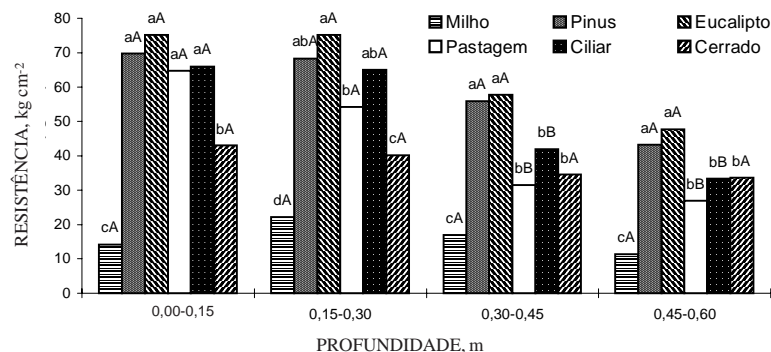


Figura 1. Resistência à penetração para áreas de milho, pinus, eucalipto, pastagem, mata ciliar e cerrado, nas profundidades de 0,00-0,15, 0,15-0,30, 0,30-0,45 e 0,45-0,60 m. Letras minúsculas diferentes, as áreas diferem entre si em cada profundidade e letras maiúsculas diferentes, as profundidades diferem entre si, para cada área, pelo teste de Tukey a 5%. CV = 26,44%; DMS para área dentro de profundidade = 6,04 e DMS para profundidade dentro de área = 14,80.

demais áreas. A área com eucalipto foi a que apresentou maiores valores em todas as profundidades. Nota-se também uma diminuição da resistência à penetração com o aumento da profundidade, para todas as áreas, com exceção da área com culturas anuais. Tal diminuição, significativa apenas para as áreas com pastagem e mata ciliar, concorda com os resultados de densidade do solo, em que se percebe maior resistência à penetração onde são maiores os valores de densidade do solo dentro de cada área.

Com relação à análise granulométrica, o objetivo foi verificar se, apesar de as áreas experimentais estarem sob a mesma classe taxonômica, haveria possibilidade de ocorrer diferença textural entre elas. Verifica-se, no quadro 3, que o maior teor de areia foi observado na área de cultura anual, a qual não diferiu significativamente das áreas de eucalipto e pinus, e o menor teor foi apresentado na área de pastagem. O maior teor de silte foi observado na área de pastagem, sendo significativamente superior ao das demais áreas. A maior quantidade de argila foi encontrada na área com pastagem, que não diferiu significativamente apenas das áreas com mata ciliar e cerrado. Com relação às profundidades analisadas, não ocorreu diferença significativa para os teores de areia, silte e argila. Esses resultados, provavelmente, podem estar relacionados com a posição das áreas experimentais na toposeqüência.

Quadro 3. Valores médios da análise granulométrica para as diferentes áreas e profundidades de um Latossolo Vermelho-Escuro

| Área | Areia | Silte | Argila |
|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | g kg ⁻¹ | | |
| Pinus | 572,87 ab | 51,76 c | 375,37 bc |
| Pastagem | 450,34 d | 93,61 a | 433,95 a |
| Eucalipto | 603,61 ab | 49,27 cd | 347,11 c |
| Milho | 620,48 a | 41,31 d | 338,21 c |
| Mata ciliar | 506,60 c | 65,42 b | 427,96 a |
| Cerrado | 559,30 b | 47,79 cd | 392,90 ab |
| Profundidade (m) | | | |
| 0,00-0,10 | 564,79 a | 57,77 a | 377,42 a |
| 0,10-0,20 | 544,91 a | 59,22 a | 395,87 a |
| 0,20-0,40 | 546,90 a | 57,59 a | 384,46 a |
| F | | | |
| Áreas | 24,15** | 75,26** | 13,75** |
| Profundidade | 1,43 ^{ns} | 0,32 ^{ns} | 1,48 ^{ns} |
| Área x profundidade | 0,67 ^{ns} | 1,59 ^{ns} | 2,30 ^{ns} |
| C.V. (%) | 12,84 | 20,70 | 15,32 |
| DMS (Tukey 5%) | | | |
| Área | 52,69 | 8,95 | 43,95 |

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

** e ^{ns} significativo a 1% e não-significativo, respectivamente.

CONCLUSÕES

1. O uso do solo alterou as suas propriedades físicas, em comparação com a vegetação natural de cerrado.
2. A mata ciliar e o pinus foram as culturas mais promissoras na recuperação das condições de macroporosidade do solo.
3. Superficialmente, as áreas apresentaram maior alteração, com exceção da área com culturas anuais, comparadas com a vegetação natural de cerrado.

LITERATURA CITADA

- ABRÃO, P.R.; GOEPFERT, C.F.; GUERRA, M.; ELTZ, F.L.F. & CASSOL, E.A. Efeito de sistemas de preparo do solo sobre as características de um Latossolo Roxo distrófico. R. Bras. Ci. Solo, 3:169-172, 1979.
- ALBUQUERQUE, J.A.; REINERT, D.J.; FIORIN, J.E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C.; & FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. R. Bras. Ci. Solo, 19:115-119, 1995.
- ALVES, M.C. Sistemas de rotação de culturas com plantio em Latossolo Roxo: efeitos nas propriedades físicas e químicas. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1992. 173p. (Tese de Doutorado)
- ANJOS, J.T.; UBERTI, A.A.A.; VIZZOTTO, V.J.; LEITE, G.B. & KRIEGER, M. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. R. Bras. Ci. Solo, 18:139-145, 1994.
- BAVER, L.D. GARDNER, W.H. & GARDNER, W.R. Soil physics. 4.ed. New York: John Wiley C. Sons, Inc. 1972. 529p.
- BELTRAME, L.F.S.; GONDIM, L.A.P. & TAYLOR, J.S. Estrutura e compactação na permeabilidade de solos do Rio Grande do Sul. R. Bras. Ci. Solo, 5:145-149, 1981.
- BLAKE, G.R. Bulk density. In: BLACK, C.A., eds. Methods of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.374-390.
- CENTURION, J.F. Efeitos de diferentes sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo sob vegetação de cerrado e na cultura do milho. Científica, 15:1-8, 1987.
- CENTURION, J.F. & DEMATTÊ, J.L.I. Efeito de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. R. Bras. Ci. Solo, 9:263-266, 1985.
- CORRÊA, J.C. Efeito de métodos de cultivo em algumas propriedades físicas de um Latossolo Amarelo muito argiloso do estado do Amazonas. Pesq. Agropec. Bras., 20:1317-1322, 1985a.
- CORRÊA, J.C. Características físicas de um Latossolo Amarelo muito argiloso (Typic Acrorthox) do estado do Amazonas, sob diferentes métodos de preparo. Pesq. Agropec. Bras., 20:1381-1387, 1985b.

- DA ROS, C.O.; SECCO, D.; FIORIN, J.E.; PETRERE, C.; CADORE, M. A. & PASA, L. Manejo do solo a partir de campo nativo: efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. R. Bras. Ci. Solo, 21:241-247, 1997.
- DEMATTE, J.L.I. Levantamento detalhado dos solos do Câmpus Experimental de Ilha Solteira. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1980. 131p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Serviço nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro. 1979.
- FERNANDES, M.R. Alterações em propriedades de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, fase cerrado, decorrentes da modalidade de uso e manejo. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1982. 65p. (Tese de Mestrado)
- HAKOYAMA, S.; YOSHIDA, K.; NAKAGAWA, J.; MORAES, M.H.; IWAMA, H.; IGUITA, K. & NAKAGAWA, J. Efeitos da semeadura direta e do preparo convencional em algumas propriedades físicas do solo. Científica, 23:17-30, 1995.
- HILLEL, D. Solo e água; fenômeno e princípios físicos. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1970. 231p.
- KIEHL, E.J. Manual de edafologia. São Paulo, Agronômica Ceres, 1979. 262p.
- LEITE, J.A. & MEDINA, B.F. Efeito de sistemas de manejo sobre as propriedades físicas de um Latossolo Amarelo do Amazonas. Pesq. Agropec. Bras., 19:1417-1422, 1984.
- LIMA, W.P. O reflorestamento com eucalipto e seus impactos ambientais. 2.ed. Editora da Universidade de São Paulo, 1996. 114p.
- LORIMER, M.S. & DOUGLAS, L.A. Effect of management practice on properties of a Victorian red brown earth. I. Soil physical properties. Aust. Soil Res. 33:851-857, 1995.
- MACHADO, J.A. & BRUM, A.C.R. Efeito de sistemas de cultivo em algumas propriedades físicas do solo. R. Bras. Ci. Solo, 2:81-84, 1978.
- MACHADO, J.A.; PAULA SOUZA, D.M. & BRUM, A.C.R. Efeito de anos de cultivo convencional em propriedades físicas do solo. R. Bras. Ci. Solo, 5:187-189, 1981.
- MELLO, L.M.M. Efeito de tipos de preparo sobre características do solo e da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", 1987. 81p. (Tese de Mestrado)
- MIRANDA, J. Caracterização da solução do solo e das propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes coberturas vegetais. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1993. 65p. (Tese de Mestrado)
- SILVA, A.P.; LIBARDI, P.L. & CAMARGO, D.A. Influência da compactação nas propriedades físicas de dois Latossolos. R. Bras. Ci. Solo, 10:91-95, 1986.
- VEIGA, M.; BASSIL, L. & ROSSO, A. Degradação do solo e da água: manual de uso, manejo e conservação do solo e da água. 2.ed. Florianópolis: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1994. 384p.
- VIEIRA, M.J. & MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho Escuro sob diferentes sistemas de manejo. Pesq. Agropec. Bras., 19:873-882, 1984.