

**ATRIBUTOS FÍSICOS DE LATOSSOLO
VERMELHO-AMARELO SUBMETIDO A
DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NA
REGIÃO DE LAVRAS-MG**

MARCOS ROVERI JOSÉ

2000



MARCOS ROVERI JOSÉ

ATRIBUTOS FÍSICOS DE LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO SUBMETIDO A DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NA REGIÃO DE LAVRAS-MG

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de "Magister Scientiae".

Orientador

Prof. Dr. Mozart Martins Ferreira

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2000

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

José, Marcos Roveri

Atributos físicos de Latossolo Vermelho-Amarelo submetido a diferentes sistemas de manejo na Região de Lavras -MG / Marcos Roveri José. -- Lavras : UFLA, 2000.

58 p. : il.

Orientador: Mozart Martins Ferreira.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Plantio direto. 2. Latossolo. 3. Atributo. 4. Manejo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-631.3

-631.58

MARCOS ROVERI JOSÉ

ATRIBUTOS FÍSICOS DE LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO SUBMETIDO A DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NA REGIÃO DE LAVRAS-MG

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós – Graduação em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de "Magister Scientiae".


APROVADA em 16 de Março de 2000.

Prof. Dr. Nilton Curi

UFLA

Prof. Dr. Moacir de Souza Dias Júnior

UFLA


Prof. Dr. Mozart Martins Ferreira
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

**A DEUS, por mostrar sempre o melhor caminho e as verdadeiras pessoas.
Aos meus queridos pais, Osvaldo e Ladir, pelo eterno carinho.
Ao meu sogro e sogra, Daniel e Maria Helena, pelo apoio
e respeito nos momentos difíceis**

OFEREÇO

**Às minhas queridas Solange
e Lara, pelo amor e carinho**

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e seu Departamento de Ciência do Solo, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À coordenadoria de Pós-Graduação do Departamento de Ciência do Solo, na pessoa do Professor José Maria de Lima, pelo apoio e clareza sempre manifestados.

À Maria Pereira Carvalho Pádua (D. Aparecida), por expor e aceitar o estudo em sua área agrícola.

Ao Professor e amigo Mozart Martins Ferreira, principalmente pela orientação e respeito sempre dedicados.

A todos os professores do Departamento de Ciência do Solo , que direta ou indiretamente, foram responsáveis pela execução deste trabalho.

Aos funcionários Cláudia, Pezão, Carlinhos, João Bosco, Ana e Vera, pelo auxílio e amizade.

Aos funcionários do Laboratório de Física do Solo, Dulce e Delanne, pelo carinho, colaboração e presteza.

Aos colegas de pós-graduação, pelo apoio e convivência amiga.

A todos, enfim,

Agradeço

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Influência do manejo no teor de matéria orgânica do solo.....	3
2.2 Influência do manejo nos atributos físicos do solo.....	6
2.2.1 Densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade.....	6
2.2.2 Retenção de água e Permeabilidade do solo.....	8
2.2.3 Textura do solo e Estabilidade de agregados em água.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Caracterização da área experimental.....	12
3.2 Descrição dos sistemas de manejo adotados.....	13
3.3 Coleta das amostras de solo.....	15
3.4 Caracterização física.....	15
3.4.1 Argila total e argila dispersa em água.....	15
3.4.2 Densidade de partículas.....	15
3.4.3 Densidade do solo.....	15
3.4.4 Porosidade total.....	16
3.4.5 Macroporosidade e microporosidade.....	16
3.4.6 Estabilidade de agregados em água.....	16
3.4.7 Condutividade hidráulica do solo saturado.....	17
3.4.8 Retenção de água pelo solo.....	17
3.5 Análises químicas.....	17
3.6 Análise estatística.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19

4.1 Análises químicas.....	19
4.2 Matéria orgânica.....	19
4.3 Atributos físicos.....	23
4.3.1 Argila total e argila dispersa em água.....	23
4.3.2 Densidade de partículas.....	25
4.3.3 Densidade do solo.....	26
4.3.4 Porosidade total, macro e microporosidade.....	28
4.3.5 Estabilidade de agregados em água.....	31
4.3.6 Condutividade hidráulica do solo saturado.....	33
4.3.7 Retenção de água pelo solo.....	35
4.4 Correlações da matéria orgânica com os atributos físicos.....	38
5 CONCLUSÕES.....	41
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
7 ANEXOS.....	56

RESUMO

JOSE, Marcos Roveri. Atributos físicos de Latossolo Vermelho-Amarelo submetido a diferentes sistemas de manejo na região de Lavras-MG. Lavras: UFLA, 2000.58p. (Dissertação- Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)¹.

Para analisar o efeito de diferentes sistemas de manejo denominados plantio direto sequeiro, plantio direto irrigado e plantio convencional sobre os atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa localizado no município de Lavras-MG (7652.710 e 0491240 UTM), foram coletadas amostras em cinco profundidades (0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm), nas quais realizaram-se análises de textura e argila dispersa em água, densidade de partículas, densidade do solo, permeabilidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade, estabilidade de agregados em água, retenção de água e teores de matéria orgânica. Os resultados apresentados mostraram que os sistemas de manejo alteram os atributos físicos do solo, com exceção da porosidade total, microporosidade e densidade de partículas, verificadas principalmente pelas correlações significativas com a matéria orgânica na condição mata natural. O sistema de plantio direto apresentou os menores teores de matéria orgânica, índice de agregação, macroporosidade e não houve diferenças em relação a densidade do solo, argila dispersa em água, porosidade total e retenção de água quando comparados com o plantio convencional. Em relação à condição natural de ocorrência do Latossolo Vermelho-Amarelo, os sistemas envolvendo plantio direto contribuíram negativamente para os atributos físicos, principalmente na camada de 0-5 cm.

¹ Orientador: Mozart Martins Ferreira – UFLA

ABSTRACT

JOSÉ, Marcos Roveri. The Physical Attributes of Red-Yellow Latosol as submitted to different management systems in the region of Lavras-MG. Lavras: UFLA, 2000.58p. (Dissertation-Master in Agronomy: Soils and Plant Nutrition)¹.

In order to analyse the effects of different management systems, called direct dry planting, irrigated direct planting and conventional planting on the physical attributes of Red-Yellow Latosol, of clayed texture, located in the town of Lavras-MG (7652.710 e 0491240 UTM), samples at five depths (0-5, 5-10, 10-20, 20-30 and 30-40 cm), were collected which were analysed of texture and clay dispersed in water, particles density, bulk density, soil permeability, total porosity, macroporosity and microporosity, stability of in-water aggregates, water trapping and contents of organic matter. Results fared showed that management system alters the physical attributes of the soil, except as for total porosity, microporosity and particles density, which was verified mainly through the significant co-relations to organic matter, under nature bush conditions. The direct planting system fared the lowest contents of organic matter, aggregation indexes, macroporosity, besides there not being differences in relation to bulk density, clay dispersed in water, total porosity and water trapping as compared to the conventional planting system. As for the natural condition of occurrence of Red-Yellow Latosol, the systems involving direct planting fared negative results as for its physical attributes, notedly at the 0-5 cm deep layer.

¹ Adviser: Mozart Martins Ferreira – UFLA

1 INTRODUÇÃO

A região de Lavras-MG, apresenta uma área agrícola estimada em 8.700 ha dos quais, 5.200 ha são destinados à produção de grãos e ou silagem, distribuídos predominantemente em pequenas propriedades.

O sistema de preparo predominante na região é o convencional, caracterizado pela movimentação intensa do solo. A região apresenta topografia entre suave ondulada a ondulada, e este tipo de preparo vem acarretando perdas consideráveis de solo por erosão, afetando diretamente os mananciais hídricos, além de prejudicar toda a atividade de implantação e condução das culturas anuais.

A manutenção de uma cobertura sobre o solo representa a diferença fundamental entre plantio direto e convencional cujos principais efeitos são verificados pelo controle da erosão, menor variação da temperatura e umidade do solo, maior eficiência agrônômica e flexibilidade operacional; melhoria na dinâmica da matéria orgânica e do complexo de cargas do solo; reestruturação física e seus efeitos na dinâmica da água e do ar do solo.

O sistema de plantio direto, que no ano de 1998 cobria uma área superior a 11 milhões de hectares, vem crescendo em todo Brasil e com ele a responsabilidade de orientação desses produtores a fim de não gerar frustrações e desestímulo em relação à nova atividade, a qual é um recurso estratégico de alta importância social, econômica e ambiental. Mas sabe-se que a região de Lavras-MG apresenta, até o momento, pouca tradição no sistema de plantio direto. Vários entraves prejudicam a sua ascensão e dominância na atividade agrícola, entre as quais destacam-se: culturas de rotação sem interesse comercial, pequenas propriedades com baixa disponibilidade de capitais para investimento e assistência técnica pouco preconizadora.

Nos últimos 10 anos, tem-se buscado incorporar na região a filosofia do sistema de plantio direto, atendendo a apelos de pesquisadores, professores e técnicos em extensão rural. Todavia, existe a necessidade de se levantar junto aos produtores os pontos de estrangulamento do sistema adotado, bem como proceder o acompanhamento das modificações do ambiente, notadamente dos atributos físicos e químicos do solo.

Diante do exposto, busca-se com o presente estudo, avaliar o comportamento de atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo submetido aos sistemas de plantio direto e convencional na região de Lavras-MG.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Todo solo apresenta características e ou propriedades físicas definidas por fatores como rocha matriz, processo pedogenético, posição na paisagem, tipo de vegetação natural, etc. Porém, esses fatores definem as características de um determinado solo em seu estado natural. Quando um solo passa a ser utilizado para fins agrícolas, um outro fator assume importância no seu condicionamento físico: o seu uso e manejo. Via de regra, com o uso agrícola do solo, este tem suas condições físicas modificadas, apresentando normalmente uma tendência cada vez mais divergente da situação natural, evoluindo para situações positivas ou negativas ao crescimento das plantas e produtividade (Vieira, 1985).

2.1 Influência do manejo no teor de matéria orgânica do solo

A matéria orgânica é um dos constituintes do solo mais sensíveis às transformações oriundas da prática do manejo, envolvendo preparo de solo e sistemas de rotação e sucessão de culturas (Langdale et al., 1992; Bayer e Mielniczuk, 1997 a,b). Sabe-se que esses sistemas, apesar de indicarem maiores teores de matéria orgânica na camada de 0-5 cm (Santos e Siqueira, 1996), tem apresentado alterações lentas no seu conteúdo, necessitando de um período de tempo relativamente longo para serem detectadas (Bayer e Bertol, 1999).

Em sistemas sem perturbação do solo, Corazza et al.(1999) relatam que há maior diferencial no teor de C em profundidade, principalmente em camadas mais superficiais, indicando serem o local das alterações mais importantes na dinâmica do C, quer seja a adições, perdas e distribuições. Lal et al.(1995) observaram recuperação e até mesmo acumulação de matéria orgânica superior à da mata nativa em sistemas de preparo reduzido ou ausente.

A matéria orgânica é a principal ferramenta para melhorar a qualidade do solo, pois a sua quantidade irá permitir maior ou menor agregação, resultando em menor ou maior perda de solo em decorrência da maior resistência à desagregação e dispersão (Castro Filho, Muzzilli e Podanoschi, 1998).

Nas regiões tropicais e subtropicais com cultivo contínuo, o decréscimo na produtividade do solo tem sido atribuído à erosão e redução dos níveis de matéria orgânica. Trabalho realizado por Debarba e Amado (1997) mostrou que, em apenas um ano no sistema de produção solo descoberto, houve perda equivalente a 10% do total da matéria orgânica da camada arável do solo.

A partir de 1975, intensificou-se o interesse pelo plantio direto devido à reduzida manipulação mecânica e à manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo, aumentando os teores de matéria orgânica devido a sua não incorporação, os quais, juntamente com os fatores climáticos (temperatura e umidade), resultam em melhoria ambiental para a biomassa microbiana, aumentando sua atividade e, com isto, interferindo nos ciclos de transformações dos nutrientes e na estrutura do solo (Oades, 1984). Segundo Reicosky et al.(1995), esse aumento no conteúdo de matéria orgânica é muito importante nos processos envolvendo disponibilidade de água, redução de amplitude térmica e alteração da dinâmica de nutrientes e elementos tóxicos. Assim, este aumento de matéria orgânica mais humificada verificada no plantio direto é fundamental na geração de cargas negativas e na microagregação (Pereira, 1997).

Sistemas que adicionam grandes quantidades de carbono orgânico ao solo, além de favorecerem o aumento da matéria orgânica e CTC do solo, contribuem para a formação e estabilização dos agregados (Paladini e Mielniczuk, 1991).

O efeito positivo da matéria orgânica no diâmetro médio ponderado (DMP) foi reportado por Palmeira et al.(1999) trabalhando em um Planossolo textura média. Embora tenha ocorrido uma redução de 30% no conteúdo de

matéria orgânica nos tratamentos que envolveram rotação e sucessão de culturas em relação ao solo mantido sem cultivo, este correlacionou-se positivamente com o DMP, caracterizando um potencial indicador de degradação do solo.

Os sistemas de cultivo mais intensos acarretam maiores perdas de carbono. A superioridade do plantio direto sobre as formas de cultivo convencional e reduzido deve-se ao fato de haver menor interação entre solos e resíduos orgânicos, propiciando menor oxidação dos resíduos em virtude da menor superfície de contato, tornando este sistema mais conservador. Mesmo assim, em estudos desenvolvidos por Rosa (1998) verifica-se que o sistema de plantio direto não foi capaz de manter os níveis de carbono nos agregados quando comparado ao sistema natural. Tal fato alia-se a qualidade da cobertura vegetal, temperatura e umidade influenciando diretamente o regime térmico do solo.

Os sistemas de cultivo envolvendo arado de aiveca, arado de discos e grade pesada, segundo Carvalho (1984) e Saraiva (1987), apresentaram na camada de 0-10 cm, menores teores de carbono orgânico em relação ao sistema plantio direto e mata. Na camada de 0-7,5 cm, Linn e Doran (1984) reportam que a produção de CO₂ no sistema de plantio direto foi, em média, 3,7 vezes superior à do sistema convencional. Todavia, resultados obtidos por Centurion, Dematte e Fernandes (1985) e Centurion (1987) demonstraram que apesar do aumento da matéria orgânica na camada de 0-5 cm do plantio direto, este não foi suficiente para atenuar os efeitos causados pelo endurecimento da camada superficial, gerando limitação na produção das culturas. Redução sensível do volume de macroporos foi verificado por Freitas (1994), ocasionando restrição ao crescimento das raízes e movimento de água no solo.

2.2 Influência do manejo nos atributos físicos do solo

Dos componentes do manejo, o preparo do solo talvez seja a atividade que mais influi no comportamento físico, porque o preparo é uma atividade que atua diretamente sobre a estrutura, cuja modificação alterará praticamente todas as outras propriedades a ela ligadas (Vieira, 1985).

Os latossolos, em seu estado natural, possuem, via de regra, alta porosidade e boa capacidade de drenagem, mas quando são arados e gradeados, inicia-se um processo de alteração dessas condições naturais, levando à formação de camadas compactadas, que variam de espessura, de acordo com o manejo e intensidade do preparo utilizados (Amaral Filho, 1992). Em função disso, Costa e Jucksch (1992) adicionaram às características mineralógicas, clima e drenagem do solo.

Em solos onde a matéria orgânica é o principal agente ligante, a macroagregação é controlada pelo manejo (Tisdall e Oades, 1982). Em geral, o número de macroagregados pode ser aumentado pela adição de materiais orgânicos passíveis de decomposição. A microagregação não é sensível ao manejo, o que dificulta a sua melhoria por meio de práticas comuns de manejo, embora, a longo prazo, sistemas que conservem a matéria orgânica melhorem lentamente o número de microagregados do solo (Oades, 1984).

2.2.1 Densidade do solo (Ds), porosidade total, macro e microporosidade

Alterações da camada arável do solo como resultado da transição do sistema de plantio convencional para o plantio direto são bem documentadas e se caracterizam pelo aumento da Ds e microporosidade, diminuição da porosidade total e, principalmente, da macroporosidade nos primeiros anos sob plantio direto (Baeumer e Bakermans, 1973; Kemper e Derpsch, 1981; Sidiras, Vieira e

Roth, 1984; Vieira e Muzilli, 1984; Correa, 1985; Castro et al., 1987; Hill, 1990; Pelegrini et al., 1990; Khakural et al., 1992; Rhoton et al., 1993; Dao, 1996; Lal, 1996), conferindo ao solo maior homogeneidade estrutural em termos de espaço poroso (Baeumer e Bakermans, 1973; Fernandes et al., 1983; Sidiras, Vieira e Roth, 1984; Centurion e Demattê, 1985; Castro et al., 1987). Isto deve-se ao arranjo natural das partículas devido a ausência de manipulação mecânica. Entretanto, com o passar dos anos, o acúmulo de resíduos orgânicos na superfície tende a manter ou melhorar propriedades consideradas favoráveis como baixa densidade e alta estabilidade estrutural (Krabbe et al., 1994; Cassel, Raczowski e Denton, 1995; Gilley et al., 1997), com conseqüente melhoria na taxa de infiltração de água (Soane, 1990; Unger e Fulton, 1990).

Em estudos envolvendo relações entre sistemas de manejo por seis anos, Salton e Mielniczuk (1995) verificaram que a densidade do solo nas camadas de 0-2, 20-25 e 30-40 cm não apresentaram diferenças significativas entre plantio direto e plantio convencional, enquanto que, na camada de 2-10 cm, o plantio direto apresentou densidade do solo significativamente maior. Trabalho conduzido por Albuquerque et al. (1995), abrangendo rotação de culturas e sistemas de manejo por sete anos em um Latossolo Vermelho-Escuro, não detectou diferenças entre os sistemas de manejo, convencional e plantio direto, nos atributos densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade.

O manejo do solo por meio do cultivo influencia a distribuição de poros por tamanho, principalmente macroporos, alterando assim a taxa de movimentação de ar e água do solo (Longsdon et al., 1990). Embora o revolvimento do solo possa aumentar a proporção de macroporos em relação ao plantio direto (Vieira e Muzilli, 1984; Castro et al., 1987; Derdour, Angers e Laverdiere, 1993; Azevedo, Kanvar e Horton, 1998), a continuidade dos mesmos seria interrompida, reduzindo sua eficiência na transmissão de água (Wu et al., 1992).

2.2.2 Retenção de água e permeabilidade do solo

As partículas do solo atraem fortemente as moléculas de água e são responsáveis pelo abaixamento da energia potencial da água no solo. Esta atração é o resultado da ação de uma série de fatores que sofrem influências de forças de adsorção do solo (adesão e coesão) e a ação de fenômenos de capilaridade. Assim, a textura é a principal característica que afeta a retenção de água em um solo, pois ela determina diretamente a área de contato entre as partículas do solo e a água, além de determinar as proporções de poros de diferentes tamanhos (Reichardt, 1987). As curvas características de água do solo permitem evidenciar a amplitude de variação da água no solo e a sua disponibilidade para as plantas. Elas são específicas para cada tipo de solo mas podem variar entre horizontes de um mesmo perfil de solo (Hillel, 1972; Freire, 1975).

A influência de sistemas de manejo na retenção de água pelo solo se manifesta por alterações sofridas na porosidade e conteúdo de matéria orgânica (Farias, Cassol e Mielniczuk, 1985; Longsdon, Jordahl e Karlen, 1993; Mahboubi, Lal e Faussey, 1993; Maule e Reed, 1993; Benjamin, 1993; Lal e Faussey, 1993; Hubbard et al., 1994; Cassel, Raczkowski e Denton, 1995; Howell et al., 1995; Azooz e Arshad, 1996; Oleschko, Etchevers-Barra e Herrandes-Carretera, 1996; Waddell e Weil, 1996; Tanaka e Anderson, 1997; Mc Gee, Peterson e Westfall, 1997). Os sistemas de preparo, segundo Hillel (1980), também alteram a infiltração de água no solo devido às modificações causadas na cobertura do solo, rugosidade superficial e porosidade. A distribuição de tamanho de poros e o seu arranjo afetam a retenção de água e a condutividade hidráulica do solo (Gupta, Larson e Linden, 1983).

Assim, sistemas de preparo envolvendo intensa mobilização reduzem a cobertura do solo e, por conseguinte, promovem a sua desagregação, tornando-o

mais suscetível à formação de crosta superficial, a qual reduz a taxa e o volume de infiltração de água, segundo verificaram Salton e Mielniczuk (1995). Estes mesmos autores, trabalhando com sistemas de preparo, verificaram maior taxa de infiltração de água e maior permeabilidade do solo em sistema plantio direto.

A longo prazo, vários efeitos podem surgir devido ao maior acúmulo de água no solo, tais como maior acúmulo de metano pela beterraba no plantio direto (Cochran et al., 1997) devido à maior reserva de água, evitando oxidação da matéria orgânica (Mahboubi, Lal e Faussey, 1993; Rhoton et al., 1993; Chagas et al., 1995; Bajracharya et al., 1998), decréscimo no fluxo de sedimentos e erosão (Hubbard et al., 1994; Howell et al., 1995; Cassel, Raczkowski e Denton, 1995) e menor ruptura dos agregados, reduzindo a mineralização de alguns nutrientes em certos tipos de solo (Lilienfein et al., 1998).

O desmatamento e os efeitos dos sistemas de manejo na degradação dos solos foram relatados por Anjos et al. (1994) e Lal (1996), que analisaram, sob floresta, além de outros atributos físicos, a retenção de água e a condutividade hidráulica, verificando o declínio de ambos em função do desmatamento e duração do cultivo.

2.2.3 Textura do solo e estabilidade de agregados em água

A freqüente mobilização e incorporação de palha ao solo aliados aos fatores climáticos, contribuem para a modificação dos atributos do solo (Krabbe et al., 1994).

O plantio direto, comparado a outros sistemas de cultivo, apresentaram menor conteúdo de areia e maior de argila na camada de 0-10 cm (Lal, 1997), proporcionando maior quantidade de material disponível para adsorção, concomitantemente com a absorção de nutrientes (Gilley et al., 1997), além de

umentar a dimensão do agregado e, conseqüentemente, diminuindo a erosão (Perfect e Blevins, 1997).

A formação de agregados estáveis requer que as partículas primárias estejam tão firmemente unidas entre si que não se dispersem na água. Em outros termos, com respeito à estrutura do solo, a formação dos agregados requer a cimentação ou o enlace mútuo das partículas floculadas (Guedes, 1997).

As raízes de algumas plantas, principalmente gramíneas, além de fornecerem resíduos orgânicos ao solo e manterem uma grande população microbiana na rizosfera, agem por si só como ligantes. Segundo Tisdall e Oades (1979), esses resíduos persistem por meses ou talvez anos e são afetados pelo manejo do solo. Por outro lado, sabe-se também que os diferentes sistemas de manejo exercem seus efeitos na formação e estabilização dos agregados de forma diferenciada, dependendo do tipo de cultura e preparo do solo (Silva e Mielniczuk, 1997 citado por Nóbrega, 1999).

A cobertura vegetal e seus resíduos protegem os agregados da superfície do solo contra a desagregação (Campos et al., 1995). O preparo intenso do solo ocasiona quebra dos seus agregados, expondo a matéria orgânica à oxidação e diminuindo a atividade biológica (Oades, 1984). Com isso, os agentes cimentantes oriundos dos produtos da decomposição pelos microrganismos reduzem-se, dificultando a agregação. Assim, a infiltração de água no solo é afetada bem como a sua capacidade de resistir ao impacto das gotas de chuvas, gerando problemas de selamento superficial, iniciando-se o processo erosivo.

Sabe-se que a rotação de culturas é uma prática que confere aumento da estabilidade dos agregados, mas as rotações que incluem pousio e vários cultivos contribuem para o seu decréscimo (Tisdall e Oades, 1980). Portanto, sistemas de manejo que envolvam proteção da cobertura vegetal do solo e forneçam constantemente resíduos orgânicos ao solo estarão desempenhando papel de

vital importância na manutenção do processo de agregação por meio da atividade biológica.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Na implantação e condução do feijão, foram aplicados herbicidas pós-emergentes à base de fomesafen e fluazifop-butil, além de inseticidas à base de piretróides, fisiológicos e organofosforados.

Em relação às adubações, o milho recebeu como manutenção, 150 kg/ha de N, 112 kg/ha de P_2O_5 e 110 kg/ha de K_2O sendo 112 kg/ha de P_2O_5 , 32 kg/ha de N e 64 kg/ha de K_2O por ocasião do plantio e o restante em cobertura aos 30 dias, na forma de 20-00-20 e uréia para completar a adubação, conforme recomendações da Comissão de Fertilizantes do Solo do Estado de Minas Gerais (1989). No caso do feijão, a adubação de plantio obedeceu as mesmas condições acima para manutenção, com ressalva apenas na adubação de cobertura, na qual foi utilizada uréia aos 20 dias após emergência, na dosagem de 100 kg/ha. Em ambos os casos, ou seja, para milho e feijão, foi feita a cobertura de uréia utilizando-se o pivô central com lâmina de água em torno de 7 mm.

O plantio convencional (PC) baseou-se no preparo do solo com uma aração seguida de duas gradagens e utilização de herbicidas pré-emergentes. Em relação às adubações, o critério de manutenção adotado foi o mesmo do anterior, ressaltando que nesta área convencional não foi implantado feijão ou qualquer outra leguminosa em sistema de rotação.

As calagens efetuadas nos diferentes sistemas de cultivo obedeceram ao critério de manter a saturação por bases em 70% e, nestes seis anos de condução, receberam duas aplicações de 1,4 t/ha (PRNT 80%-calcário dolomítico) sem revolvimento do solo nos sistemas de plantio direto.

A condição denominada mata natural (MATA) apresenta árvores e arbustos mantidos há mais de 30 anos sem cultivo e/ou exploração com qualquer atividade agropecuária.

vital importância na manutenção do processo de agregação por meio da atividade biológica.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O estudo foi conduzido na Fazenda Xavier no município de Lavras-MG, geo-referenciada nas coordenadas UTM 7652.710 e 0491.240 e altitude de 853 metros. A propriedade tem uma área total de 242 ha, sendo 153 ha explorados com atividade agrícola, principalmente com a cultura do café, milho e feijão, produzindo, anualmente, 800, 10.000 e 800 sacas, respectivamente.

O clima se enquadra no tipo Cwb da classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 19,4°C, sendo mais elevada no mês de fevereiro (22,1°C) e a mais baixa no mês de julho (10,4°C).

A pluviosidade se distribui principalmente de outubro a abril em valores anuais de 1529,7 mm, e com relação ao regime térmico e hídrico do solo, classificam-se como isotérmico e údico, respectivamente (Resende, Curi e Santana, 1988).

O relevo varia de suave ondulado a forte ondulado e a vegetação predominante é a floresta tropical subperenifólia. A formação geológica compreende embasamento cristalino do período pré-Cambriano, superfície de erosão sul-americana, sendo o material de origem resultante, predominantemente, da decomposição de gnaisses leucocráticos.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com textura argilosa, avaliado em trincheira situada em terço inferior de encosta, com cerca de 8% de declive e sob cobertura de gramíneas. Apresenta-se acentuadamente drenado, com erosão não aparente, blocos angulares e subangulares muito pequena a pequena, de consistência ligeiramente duro, friável, plástico, ligeiramente pegajoso, transição gradual a plana, matiz 7,5 YR 5/6 (úmido amassado), com horizonte diagnóstico situado a partir de 85 cm.

3.2 Descrição dos sistemas de manejo adotados

Há cerca de 12 anos, implantou-se um sistema de irrigação com pivô central em uma área de 19,32 ha. O pivô central, da marca DELP Engenharia Mecânica, apresenta um raio de 248 m, motor de 25 CV, giro de 360° em 12 horas a uma velocidade de 100%. A irrigação obedece turno de rega ao redor de dois a três dias, quando não há chuva, sem nenhum controle indicativo da tensão de água no solo.

A partir de agosto de 1994, iniciou-se, nesta área irrigada, o sistema de plantio direto (PDI), obedecendo à rotação milho no verão e feijão no inverno, visando melhor lucratividade da atividade agrícola, devido à região apresentar poucas alternativas de rotações de cultura que visem, além da palhada, retorno econômico. A partir de 1997, com a experiência adquirida na área irrigada, implantou-se quase em toda a área com exploração de culturas anuais de verão, o sistema plantio direto (PDS).

Na área de plantio direto, ao longo destes seis anos, foram executadas operações envolvendo dessecação de ervas daninhas com herbicidas pré e pós-emergentes para milho e pós-emergentes para feijão.

Na dessecação do mato, utilizou-se, nos primeiros três anos agrícolas, Glifosate + 2.4-D na dosagem de 3+1 litros/ha, respectivamente, executando o plantio em torno de sete dias após a aplicação. Nos últimos três anos, utilizou-se apenas Glifosate na dosagem de 3 l/ha, com o que verificou-se maior presença de folhas largas na área.

Na implantação e condução do milho, os herbicidas utilizados foram os pré-emergentes à base de Metolachlor + Atrazina (6l/ha) e pós-emergentes à base de Atrazina (4l/ha) e Nicosulfuron (0,75l/ha), além de inseticidas à base de piretróides, organofosforados e fisiológicos.

Na implantação e condução do feijão, foram aplicados herbicidas pós-emergentes à base de fomesafen e fluazifop-butil, além de inseticidas à base de piretróides, fisiológicos e organofosforados.

Em relação às adubações, o milho recebeu como manutenção, 150 kg/ha de N, 112 kg/ha de P_2O_5 e 110 kg/ha de K_2O sendo 112 kg/ha de P_2O_5 , 32 kg/ha de N e 64 kg/ha de K_2O por ocasião do plantio e o restante em cobertura aos 30 dias, na forma de 20-00-20 e uréia para completar a adubação, conforme recomendações da Comissão de Fertilizantes do Solo do Estado de Minas Gerais (1989). No caso do feijão, a adubação de plantio obedeceu as mesmas condições acima para manutenção, com ressalva apenas na adubação de cobertura, na qual foi utilizada uréia aos 20 dias após emergência, na dosagem de 100 kg/ha. Em ambos os casos, ou seja, para milho e feijão, foi feita a cobertura de uréia utilizando-se o pivô central com lâmina de água em torno de 7 mm.

O plantio convencional (PC) baseou-se no preparo do solo com uma aração seguida de duas gradagens e utilização de herbicidas pré-emergentes. Em relação às adubações, o critério de manutenção adotado foi o mesmo do anterior, ressaltando que nesta área convencional não foi implantado feijão ou qualquer outra leguminosa em sistema de rotação.

As calagens efetuadas nos diferentes sistemas de cultivo obedeceram ao critério de manter a saturação por bases em 70% e, nestes seis anos de condução, receberam duas aplicações de 1,4 t/ha (PRNT 80%-calcário dolomítico) sem revolvimento do solo nos sistemas de plantio direto.

A condição denominada mata natural (MATA) apresenta árvores e arbustos mantidos há mais de 30 anos sem cultivo e/ou exploração com qualquer atividade agropecuária.

3.3 Coleta das amostras de solo

As amostras foram coletadas de maio a setembro de 1999, após colheita do milho, obedecendo à sugestão de coleta de Salet et al. (1997) para plantio direto, nas seguintes profundidades: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm e 30-40 cm. Foram adotadas três repetições para amostras deformadas e quatro repetições para amostras indeformadas (anel volumétrico).

3.4 Caracterização física

As análises para caracterização física do solo submetido aos diferentes sistemas de manejo são descritos a seguir:

3.4.1 Argila total e argila dispersa em água

Foi utilizado o método de Bouyoucos modificado por Carvalho (1985)

3.4.2 Densidade de partículas

Utilizou-se o método do picnômetro, conforme metodologia descrita por Blake e Hartge (1986b).

3.4.3 Densidade do solo

Método do anel volumétrico, descrito por Blake e Hartge (1986a)

3.4.4 Porosidade total

Calculada pela equação:

$$VTP = (1 - D_s / D_p) \cdot 100 \text{ (Vomocil, 1965).}$$

3.4.5 Macroporosidade e microporosidade

Foi determinada através da utilização da unidade de sucção, conforme Oliveira (1968).

3.4.6 Estabilidade de agregados em água

A determinação foi feita seguindo o princípio do método de Kemper e Chepil (1965). O índice de agregação denominado DMP (diâmetro médio ponderado) foi calculado de acordo com Palmeira et al.(1999), em amostras sem pré-umedecimento, pela fórmula:

$$DMP = \frac{\sum_{i=1}^n DM_i(MAGR_i - m_i)}{\sum_{i=1}^n (MAGR_i - m_i)}, \text{ em que:}$$

DMP = diâmetro médio ponderado.

DM_i = diâmetro médio da classe i (mm).

MAGR_i = massa de agregados + material inerte na classe i.

m_i = massa de material inerte (cascalhos, raízes, restos de cultura, etc.) na classe i.

3.4.7 Condutividade hidráulica do solo saturado

Determinada pelo uso de um permeâmetro de carga constante, seguindo metodologia descrita por Lima (1987).

3.4.8 Retenção de água pelo solo

Avaliou-se a capacidade de retenção de água do solo de amostras deformadas pela metodologia de Klute (1986) nas tensões -2, -10, -33, -100 e -500 kPa.

3.5 Análises químicas

Os componentes do complexo sortivo e o pH (em água) foram determinados conforme metodologia descrita no manual de métodos da EMBRAPA (1997). O fósforo e o potássio foram extraídos pelo extrator Mehlich I e determinados, respectivamente, por colorimetria e fotometria de chama. O cálcio, magnésio e alumínio foram extraídos em KCl 1 N, sendo o cálcio e magnésio determinados por titulação com EDTA 0,01 N e o alumínio com NaOH 0,01 N.

A matéria orgânica foi determinada pelo método proposto por Raij e Quaggio (1983).

3.6 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições para Dp, ADA, DMP, argila e matéria orgânica e quatro repetições para Ds, VTP, micro e macroporosidade e Ks, considerando os

tratamentos manejo e profundidade como fatores de variação. Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias foi feita por meio do teste de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises químicas

Encontram-se na Tabela 1, os resultados das análises químicas do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes profundidades e sistemas de manejo. Observa-se que os níveis de fertilidade do solo variam acentuadamente tanto em relação às profundidades quanto aos sistemas de manejo. De um modo geral, pode-se afirmar, com exceção do fósforo (P), os melhores níveis de fertilidade do solo são encontrados na condição de MATA. Praticamente ocorre uma condição de equilíbrio nos níveis de fertilidade do solo quando se comparam os sistemas PDS, PDI e PC. O sistema PC se destaca por uma melhor distribuição em profundidade de cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Diferentemente do que se apregoa, os sistemas de plantio direto adotados não induziram melhorias na condição química do solo.

Sabe-se que a aplicação de calcário no sistema plantio direto é feita a lance e sem incorporação. Pelos valores apresentados, observa-se que as aplicações de calcário, as quais foram feitas de dois em dois anos, não proporcionaram aumento dos níveis de Ca, Mg e pH no PDI.

4.2 Matéria orgânica

O resumo da análise de variância realizada com os teores de matéria orgânica das diversas profundidades do Latossolo Vermelho-Amarelo submetidos aos diferentes sistemas de manejo, é apresentado na Tabela 2A. Observa-se que os teores de matéria orgânica são influenciados pelos sistemas de manejo e profundidades de amostragem, sendo significativa ainda, a interação desses fatores.

TABELA 1. Análises químicas do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes sistemas de manejo e profundidades. Lavras, 2000.

Prof.	Manejo	pH	mg.dm ⁻³			cmolc.dm ⁻³			H+Al	S.B.	T	V	M.O
			P	K	Ca	Mg	Al	%					
0-5cm	MATA	6,0	3,3	210,0	6,8	2,8	0,0	2,5	10,1	12,6	80,2	7,5	
	PDS	6,5	16,0	181,3	3,9	2,2	0,0	1,5	6,6	8,1	81,5	3,3	
	PDI	5,5	46,0	123,7	2,3	0,8	0,1	3,7	3,4	7,2	47,9	3,0	
	PC	6,6	8,0	133,0	4,2	2,3	0,0	2,1	6,8	8,9	76,5	3,7	
5-10cm	MATA	6,1	1,7	192,3	3,2	1,9	0,0	2,9	5,5	8,4	65,6	3,7	
	PDS	6,7	13,0	134,0	3,2	1,4	0,0	1,7	5,0	6,7	74,6	2,7	
	PDI	5,6	20,0	139,3	2,3	1,0	0,1	3,1	3,7	6,8	54,2	2,6	
	PC	6,7	4,0	96,7	4,5	2,0	0,0	2,0	6,8	8,8	77,0	3,6	
10-20cm	MATA	6,1	1,0	217,7	2,3	1,1	0,0	2,9	3,9	6,8	57,5	2,9	
	PDS	6,8	9,0	96,7	3,1	1,5	0,0	1,7	4,8	6,5	74,0	2,5	
	PDI	5,8	8,0	81,3	2,6	0,9	0,0	3,1	3,7	6,3	58,7	2,6	
	PC	6,6	3,5	62,3	4,7	1,9	0,0	2,0	6,7	8,8	76,2	3,5	
20-30cm	MATA	5,9	1,0	167,0	1,8	1,5	0,0	2,8	3,7	6,5	57,1	2,3	
	PDS	6,5	1,3	61,0	2,8	1,3	0,0	1,6	4,2	5,9	72,2	1,8	
	PDI	5,9	1,0	47,3	1,8	0,8	0,0	1,8	2,7	4,5	59,6	1,5	
	PC	6,6	4,0	68,3	4,3	2,2	0,0	2,1	6,7	8,8	76,1	3,5	
30-40cm	MATA	5,9	1,0	174,3	1,0	0,9	0,0	3,1	2,3	5,4	42,3	1,8	
	PDS	6,4	1,3	47,7	1,6	0,9	0,0	1,7	2,6	4,3	60,5	1,5	
	PDI	5,9	1,0	26,0	1,4	0,8	0,0	1,7	2,3	4,0	57,5	1,3	
	PC	6,6	1,0	14,0	2,0	2,3	0,0	1,8	4,3	6,0	70,7	1,7	

Observa-se, na Tabela 2, que o teor de matéria orgânica foi estatisticamente maior na camada de 0-5 cm na condição de MATA. Ainda nessa camada, o sistema PC apresenta teor de matéria orgânica superior aos sistemas de PDS e PDI. Em todos os sistemas avaliados, os teores de matéria orgânica decrescem com a profundidade, devendo-se destacar o sistema PC onde os teores de matéria orgânica mantêm-se semelhantes até a profundidade de 30 cm. Portanto, no sistema de PC, há maior distribuição de matéria orgânica nas camadas inferiores, provocada pela incorporação com os implementos agrícolas resultando em menor diferencial de C orgânico entre as camadas, concordando com Corazza et al. (1999).

A incorporação de diferentes quantidades de resíduos culturais sobre o solo no decorrer de seis anos, conforme reporta Mello Ivo (1991), resultou em diferenças significativas na quantidade e distribuição da matéria orgânica no perfil na camada de 0-2,5 cm, com superioridade para o sistema plantio direto. Tal fato foi explicado pela qualidade da matéria orgânica presente em função dos sistemas rotacionais empregados.

No sistema plantio direto, tanto sequeiro quanto irrigado, os teores de matéria orgânica encontrados são sempre e notadamente inferiores ao plantio convencional e a MATA, não corroborando com os dados de Castro (1995), Lal (1997) e Beutler (1999). Estes resultados demonstram que os sistemas envolvendo plantio direto não estão contribuindo para a elevação do teor de matéria orgânica, com destaque para o PDI que de uma forma geral, foi o que apresentou os menores valores. Já no caso deste trabalho, a sucessão utilizada nesses seis anos de exploração com o sistema de plantio direto desencadeou um processo de degradação da matéria orgânica do solo, ao invés de acrescentá-lo, principalmente na camada de 0-5 cm. O fator clima e, principalmente, a falta de uma rotação de culturas que viesse a satisfazer o lado lucrativo da atividade, acrescidos à pequena tradição do sistema na região, foram decisivos para a

manutenção de baixa quantidade e qualidade da palhada no solo. Nessas condições, a dinâmica da matéria orgânica em sistema de plantio direto é alterada, interferindo nos ciclos de transformações e reciclagem dos elementos. Todavia, a condição maior de umidade do solo no plantio direto provavelmente propiciou maior taxa de decomposição da matéria orgânica em relação aos outros manejos. Observa-se também que o seu decréscimo não é marcante nos primeiros 20 cm, devido, principalmente, à maior presença de raízes da cultura anterior, no caso, o milho, favorecendo uma maior aglomeração das partículas e expondo menos a matéria orgânica à decomposição.

TABELA 2. Teores de matéria orgânica (dag.kg^{-1}) do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes profundidades e sistemas de manejo (média de três repetições). Lavras, 2000.

MANEJO	PROFUNDIDADE				
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
MATA	7,47 aA	3,67 aB	2,92 bC	2,32 bD	1,80 aE
PDS	3,30 cA	2,72 bB	2,47 bB	1,80 cC	1,52 aC
PDI	2,97 cA	2,62 bA	2,57 bA	1,47 cB	1,27 aB
PC	3,70 bA	3,60 aA	3,50 aA	3,50 aA	1,70 aB

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

Assim, esquemas de rotação de culturas são de fundamental importância na reposição de material orgânico ao solo e os sistemas de preparo, constituem fator decisivo na manutenção das qualidades estruturais do solo. Cada cultura, segundo Reinert (1993), citado por Albuquerque et al.(1995), tem efeito diferenciado sobre as propriedades físicas do solo, contribuindo para a conservação e restauração da sua estrutura. Caso não surjam alterações nessas propriedades físicas, em função do manejo adotado, isso deve ser atribuído ao efeito da qualidade da matéria orgânica proveniente do manejo das rotações de culturas (Troesh, Hobbs e Danahue, 1980). Em relação às profundidades (Tabela 2), o PDI e PC não apresentaram diferenças estatísticas nas camadas

superficiais, enquanto que o PDS e a MATA apresentaram diferenças na camada de 0-5 cm. Mais uma vez, comprova-se, no PDI, que não há diferencial dos teores de carbono em profundidade, principalmente nas camadas superficiais, indicando que não há acúmulo, em superfície, de matéria orgânica.

4.3 Atributos físicos

O resumo da análise de variância realizada com os dados da caracterização física do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes sistemas de manejo e profundidades, está registrado na Tabela 1A. Observa-se que, exceto para a porosidade total (VTP), microporosidade (Micro) e densidade de partículas (Dp), os diferentes sistemas de manejo afetaram significativamente os demais atributos físicos.

4.3.1 Argila total e argila dispersa em água (ADA)

Na Tabela 3 são apresentados os resultados dos teores de argila total das camadas do Latossolo Vermelho-Amarelo nos diferentes sistemas de manejo. Verifica-se que os teores de argila variam tanto entre sistemas de manejo, quanto nas profundidades de amostragem. Independentemente dos sistemas de manejo, os teores de argila aumentam em profundidade.

Quando se comparam os sistemas de manejo, observa-se que apenas na profundidade de 0-5 cm, o teor de argila, do sistema PC, apresenta-se superior aos demais. Tais resultados não corroboram com Lal (1997) e Rosa (1998) os quais encontraram, no sistema plantio direto, maiores teores de argila na camada superficial.

TABELA 3. Teores de argila total (dag.kg⁻¹) do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes profundidades e sistemas de manejo (média de três repetições). Lavras, 2000.

MANEJO	PROFUNDIDADE				
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
MATA	25 bC	28 bC	33 bB	38 aA	41 aA
PDS	26 bC	28 bC	33 bB	39 aA	42 aA
PDI	26 bD	31 aC	38 aB	40 aB	43 aA
PC	30 aB	32 aB	33 bB	30 bB	43 aA

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

Os resultados das determinações dos teores de argila dispersa em água das camadas do Latossolo Vermelho-Amarelo submetido aos diferentes sistemas de manejo, são apresentados na Tabela 4. Embora a análise estatística tenha registrado efeito significativo dos sistemas de manejo e profundidades, os resultados encontrados não sugerem alterações significativas nesse atributo em função do uso do solo. Observa-se na Tabela 4 que, via de regra, os teores de argila dispersa em água aumentam com a profundidade de amostragem, seguindo a mesma tendência do teor de argila total. Quando se comparam os diferentes sistemas de manejo, observa-se que não existem diferenças significativas, entre os teores de argila dispersa em água, em praticamente todas as profundidades amostradas. Apenas na profundidade de 30-40 cm do sistema PDI é encontrado teor de argila dispersa em água diferente estatisticamente dos demais sistemas. Estes dados não corroboram com Rosa (1998) e Beutler (1999) que relataram que o sistema de plantio direto apresentou valores inferiores de ADA nas camadas superficiais quando comparados ao plantio convencional e, dessa forma, compatíveis com os maiores teores de matéria orgânica. Para enfatizar tal situação, mesmo trabalhando em um Latossolo Vermelho Escuro textura média, Carvalho Júnior, Fontes e Costa (1998) encontraram valores inferiores de ADA e maiores teores de matéria orgânica no sistema de plantio

direto. Em relação às profundidades, nota-se diferença significativa apenas na MATA, representada por valores inferiores nas camadas superficiais. Esses resultados mostram, conforme Tabela 2, a influência dos teores de matéria orgânica mais humificada na determinação da ADA.

Na camada de 30-40 cm do PDI, houve uma queda brusca da argila dispersa em água. Na tentativa de explicação de tal resultado, na literatura são encontrados alguns subsídios. A natureza dos cátions presentes, segundo Castro Filho (1988), aliados ao seu poder de floculação, entre outros, atuam em conjunto ou não com a matéria orgânica.

TABELA 4. Teores de argila dispersa em água (dag.kg^{-1}) do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes profundidades e sistemas de manejo (média de três repetições). Lavras, 2000.

MANEJO	PROFUNDIDADE				
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
MATA	14 aC	20 aB	24 aA	25 aA	29 aA
PDS	16 aA	21 aA	19 aA	19 aA	20 bA
PDI	15 aA	18 aA	18 aA	21 aA	5 cB
PC	19 aA	21 aA	21 aA	21 aA	17 bA

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

4.3.2 Densidade de partículas (Dp)

A análise de variância realizada com os resultados das determinações da densidade de partículas, mostra que seus valores variam apenas com relação à profundidade de amostragem. Isto pode ser explicado devido ao fato da Dp não ser influenciada por alterações mecânicas, mas sim pelo teor de matéria orgânica (Reichardt, 1985).

A Tabela 8 mostra, contudo, que apenas na condição de MATA, é observada diferenças significativas nos valores desse atributo. Observa-se que as profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm apresentam os menores valores de densidade

de partículas. Esses resultados podem ser atribuídos aos maiores teores de matéria orgânica dessas camadas. Considerando que os sistemas PDS, PDI não contribuíram para a elevação do conteúdo de matéria orgânica do solo, no decorrer desses seis anos de cultivo, os resultados encontrados no presente estudo, são semelhantes àqueles encontrados por Leite e Medina (1984), Anjos et al.(1994), Carvalho et al.(1995) e Urchei (1996).

TABELA 5. Valores de densidade de partículas (g.cm^{-3}) do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes profundidades e sistemas de manejo (média de três repetições). Lavras, 2000.

MANEIO	PROFUNDIDADE				
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
MATA	2,57 aB	2,63 aB	2,76 aA	2,70 aA	2,71 aA
PDS	2,64 aA	2,68 aA	2,70 aA	2,76 aA	2,71 aA
PDI	2,66 aA	2,63 aA	2,69 aA	2,68 aA	2,72 aA
PC	2,60 aA	2,62 aA	2,67 aA	2,61 aA	2,65 aA

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

4.3.3 Densidade do solo (Ds)

A análise de variância mostra efeitos significativos dos sistemas de manejo e profundidade sobre os valores de densidade do solo. Entretanto, verifica-se na Tabela 6, que com exceção da camada de 0-5 cm da condição MATA, não foram detectadas diferenças significativas nos valores de densidade do solo envolvendo os sistemas de manejo, corroborando com os dados de Albuquerque et al. (1995). Importante notar que, na camada de 0-5 cm, houve alteração da densidade do solo, constatando-se que a prática do manejo influencia diretamente este atributo. Outro ponto a ser observado é que os sistemas PDS e PDI não apresentaram diferenças significativas quando comparados ao PC, embora este último tenha apresentado valores ligeiramente inferiores. Vários autores, tais como Sarvasi (1994), Urchei e Rodrigues (1996)

e Rosa (1998) dos quais estes dois últimos, trabalhando também com irrigação, verificaram menor densidade do solo no sistema de plantio convencional em relação ao plantio direto. Apesar de notar que os valores absolutos da densidade do solos estejam elevados para uma condição de solo argiloso, pode-se concluir que o tempo de exploração do sistema plantio direto não foi suficiente, nestas condições, para amenizar os efeitos da compactação do solo.

TABELA 6. Valores de densidade do solo (g.cm^{-3}) do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes profundidades e sistemas de manejo (média de quatro repetições). Lavras, 2000.

MANEJO	PROFUNDIDADE				
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
MATA	1,11 bB	1,41 aA	1,34 aA	1,44 aA	1,46 aA
PDS	1,43 aA	1,36 aA	1,43 aA	1,47 aA	1,40 aA
PDI	1,36 aA	1,41 aA	1,39 aA	1,40 aA	1,32 bA
PC	1,35 aA	1,35 aA	1,34 aA	1,40 aA	1,31 bA

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

Estudos realizados por Salton e Mielniczuk (1995) concluíram que a densidade do solo, a partir de 10 cm de profundidade, não foi influenciada pelos sistemas de plantio direto, plantio convencional e preparo reduzido. Não obstante, diferenças na densidade do solo entre solos, devidas ao manejo, segundo Fernandes et al.(1983), têm sido relatadas como significantes, mas nem sempre são encontradas.

Sabe-se que os sistemas de manejo do solo e das culturas contribuem para a variabilidade espacial da densidade do solo (Correchel, Silva e Tormena, 1999), sendo os fatores principais: o tráfego de máquinas nas operações de manejo, o efeito do sistema radicular e os processos de umedecimento e secagem do solo. Assim, era de se esperar uma maior densidade do solo no sistema plantio direto, principalmente nas camadas superficiais, devido ao não revolvimento do solo, ao trânsito de máquinas e implementos e também pela

sucessão de culturas envolvidas nestes seis anos de cultivo. Cabe ressaltar que os valores elevados para a densidade do solo neste estudo, sejam decorrentes da presença de cascalhos em todas as profundidades. A maior densidade de partículas da areia em relação à matéria orgânica, segundo Dias Júnior e Estanislau (1999), causa aumento da Ds. Ainda analisando os valores da Ds, a hipótese de restrição ao crescimento radicular em solo argiloso limitada em $1,40 \text{ g.cm}^{-3}$ (Arshad, Lowery e Grossman, 1996) necessitaria de estudos mais específicos para a determinação precisa da sua interferência na queda da produtividade das culturas do referido estudo.

Em relação às profundidades, conforme pode-se notar na Tabela 6, vê-se que somente a MATA apresentou diferença significativa e inferior na camada de 0-5 cm. Os outros sistemas de manejo não apresentaram diferenças significativas em profundidade. Com esta observação pode-se concluir que os sistemas PDS, PDI e PC não estão contribuindo para a melhoria deste atributo, principalmente, segundo vários autores, nas camadas superficiais.

4.3.4 Porosidade total (VTP) , macro e microporosidade

A análise de variância mostrou que a porosidade total não é influenciada pelos sistemas de manejo e profundidades de amostragem, sendo significativa apenas, a interação desses fatores.

Na Tabela 7, pode-se observar que alterações significativas na porosidade total do solo, entre os sistemas de manejo foram verificadas apenas na camada de 0-5 cm da MATA, apresentando maior valor. Esta observação nos permite inferir que entre os sistemas de plantio direto e de plantio convencional, não ocorreram modificações em relação a este atributo. Tais resultados concordam com os obtidos por Albuquerque et al. (1995) e discordam de Wu et al. (1992), que encontraram menores valores de porosidade total no sistema de plantio direto.

TABELA 7. Valores da porosidade total ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$) do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes profundidades e sistemas de manejo (média de quatro repetições). Lavras, 2000.

MANEJO	PROFUNDIDADE				
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
MATA	56,90 aA	46,59 aC	51,14 aB	46,52 aC	45,98 aC
PDS	45,90 bA	49,32 aA	46,79 aA	46,76 aA	48,41 aA
PDI	48,82 bA	46,20 aA	48,15 aA	47,79 aA	51,37 aA
PC	47,98 bA	48,34 aA	49,77 aA	46,41 aA	50,43 aA

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

Manejos envolvendo mobilização do solo, segundo Da Ros et al. (1997), aumentam VTP e diminuem densidade. Já em manejos sem mobilização do solo, Sidiras et al. (1984) e Urchei (1996) concluíram que há compactação da camada superficial, aumentando densidade do solo e reduzindo porosidade total. Estatisticamente não foram observadas essas mesmas conclusões no presente trabalho.

Vê-se que, na maioria dos trabalhos consultados, o tempo de exploração do sistema de plantio direto e os esquemas de rotações de culturas são fundamentais na melhoria das condições físicas. Entre eles, Voorhees e Lindstrom (1984) sugerem três a quatro anos para o desenvolvimento de porosidade mais favorável na camada de 0-15 cm, comparando o sistema de plantio direto ao de plantio convencional. Entretanto, neste trabalho não foi detectada tal diferença apesar de seis anos de exploração. Infere-se que o esquema de sucessão milho-feijão seja o principal agravante em não favorecer este atributo.

Os sistemas de plantio direto e plantio convencional não apresentaram, em relação às profundidades, diferenças significativas. Esta observação veio fortalecer ainda mais a necessidade de rotações de culturas que contribuam para o aumento de palhada no solo.

No que refere-se à macro e microporosidade, a análise de variância mostrou que a microporosidade não é influenciada pelos sistemas de manejo e profundidades de amostragem, sendo significativa apenas, a interação desses fatores. No caso da macroporosidade, apenas os sistemas de manejo a influenciaram.

Observa-se, na Tabela 8, diferença estatística apenas na camada de 0-5 cm, com superioridade do sistema de plantio direto. Como a porosidade total não sofreu variação entre os sistemas de plantio direto e plantio convencional e nem em profundidade, esta superioridade está implícita na menor macroporosidade, conforme verifica-se na Tabela 9.

TABELA 8. Valores da microporosidade ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes profundidades e sistemas de manejo (média de quatro repetições). Lavras, 2000.

MANEJO	PROFUNDIDADE				
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
MATA	30,62 bB	29,66 aB	30,86 aB	34,13 aA	35,50 aA
PDS	37,07 aA	33,42 aB	33,81 aB	31,88 aB	32,43 aB
PDI	37,11 aA	32,34 aB	32,04 aB	33,38 aB	32,04 aB
PC	32,71 bA	32,56 aA	31,39 aA	32,69 aA	33,92 aA

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

Em relação às profundidades (Tabela 8), nota-se que no plantio direto, a camada de 0-5 cm foi a que apresentou diferença significativa e valores superiores, quando comparado às outras camadas. No caso do plantio convencional, não foi detectada diferença significativa, revelando homogeneidade entre as camadas.

Trabalho conduzido por Da Ros et al. (1997) concluiu que a maior macroporosidade no sistema de plantio convencional estava relacionada, principalmente, com o aumento do volume de poros pela mobilização do solo e não à diminuição desse volume no sistema de plantio direto, pois, segundo

Hamblim (1985) citado por Mello Ivo e Mielniczuk (1999), os macroporos são os mais afetados por perturbações. Portanto, torna-se necessária a adoção de técnicas que visem a manutenção de palhada sobre o solo, neste contexto como camada protetora para amenizar os efeitos de trânsito dentro da área.

TABELA 9. Valores da macroporosidade ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes profundidades e sistemas de manejo (média de quatro repetições). Lavras, 2000.

MANEJO	PROFUNDIDADE				
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
MATA	22,27 aA	18,36 bA	17,36 bA	12,66 bB	12,21 aB
PDS	13,41 bA	16,13 bA	12,49 bA	11,58 bA	13,34 aA
PDI	12,58 bA	14,46 bA	16,03 bA	13,52 bA	13,89 aA
PC	21,02 aA	22,93 aA	21,91 aA	22,38 aA	16,86 aA

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

4.3.5 Estabilidade de agregados em água (DMP)

A análise de variância mostrou efeitos significativos dos sistemas de manejo e profundidades sobre o DMP, revelando ainda a interação desses fatores.

O tamanho dos agregados do solo pode ser alterado por diferentes sistemas de manejo e rotações de culturas, os quais alteram o teor de matéria orgânica do solo. A sua quantidade irá permitir maior ou menor agregação, resultando em menor ou maior perda de solo (Castro Filho e Logan, 1991).

Na Tabela 10, observa-se que os sistemas de plantio direto apresentaram, estatisticamente, o menor índice de agregação entre os sistemas de manejo, com destaque para o PDS, o qual se comportou como o pior manejo até a profundidade de 20 cm. Conseqüentemente, apresentará menor estabilidade, discordando de Secco et al. (1997), Castro Filho, Muzilli e Podanoschi (1998) e Beutler (1999). Em função destes resultados, pode-se concluir que existe uma

maior tendência deste sistema de manejo à erosão, mesmo sabendo que ela é resultante de uma combinação de fatores. Contudo, reeleva-se a preocupação em fornecer ao solo material orgânico de boa qualidade e criar rugosidade superficial a fim de aumentar a dimensão do agregado do solo e com isso, proporcionar o aumento da estabilidade em água e diminuir a velocidade de escoamento da água, respectivamente. Como o esquema de sucessão envolveu apenas milho e feijão, sem nenhuma contribuição positiva nos teores de matéria orgânica, era de se esperar esses resultados, ou seja, a degradação da estrutura do solo devido a diminuição dos teores de matéria orgânica. Sabe-se que estes resultados de DMP divergem de Siqueira (1995) o qual reporta que vários autores encontraram uma maior quantidade de agregados estáveis nas camadas superficiais, entre eles, Eltz, Peixoto e Jaster (1989) e Palmeira et al. (1999) que verificaram, na camada de 0-10 cm, que o sistema de plantio direto proporcionou maior tamanho de agregados estáveis em relação ao plantio convencional, visto possuir maior acúmulo de resíduos vegetais, principalmente nesta camada. Nessa mesma profundidade, Carpenedo e Mielniczuk (1990) e Castro Filho, Muzilli e Podanoschi (1998) verificaram maior agregação em plantio direto quando a cultura do milho estava presente.

Como os maiores valores de DMP estão associados aos maiores teores de matéria orgânica, principalmente nas camadas superficiais (Roth et al., 1986), justifica-se a necessidade de rotações de culturas, mesmo não tendo aproveitamento comercial, cumprindo apenas o papel de auxiliares na produção de massa seca, a fim de atingir níveis satisfatórios de palhada.

Tentando explicar o maior índice de agregação no PC em um Latossolo Roxo da região dos cerrados, Rosa (1998) relatou que nos microagregados, a fração argila é mais expressiva, promovendo maior interação com as frações orgânicas do solo.

TABELA 10. Valores do diâmetro médio ponderado (mm) do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes profundidades e sistemas de manejo (média de três repetições). Lavras, 2000.

MANEJO	PROFUNDIDADE				
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
MATA	4,94 aA	4,92 aA	4,51 aA	4,26 aC	4,19 aC
PDS	3,16 dA	2,85 dB	1,95 dC	1,75 cD	1,16 dE
PDI	3,30 cA	2,77 cB	2,47 cC	2,28 bD	1,99 cE
PC	4,18 bA	4,25 bA	3,48 bB	4,21 aA	2,61 bC

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

Em relação às profundidades observadas ainda na Tabela 10, vê-se que, na condição de MATA, os DMP foram estatisticamente iguais até a profundidade de 20 cm, e no PC, até 10 cm. Esses resultados podem ser atribuídos aos maiores teores de matéria orgânica dessas camadas. No sistema plantio direto, houve diferença significativa entre todas as camadas, com superioridade na camada de 0-5 cm.

4.3.6 Condutividade hidráulica do solo saturado (Ks)

Observa-se que, dentre todas os atributos físicos estudados, este foi o que apresentou maior coeficiente de variação (Tabela 1A), concordando com os resultados obtidos por Sarvasi (1994) e Castro (1995). Verifica-se ainda que apenas os sistemas de manejo mostraram efeito significativo sobre os valores da condutividade hidráulica.

Na Tabela 11, MATA e PC apresentam maior fluxo, sendo este último favorecido pelo revolvimento do solo, principalmente na camada de 0-5 cm em comparação ao sistema PDI e PDS, notando-se que a matéria orgânica foi um importante fator nessa determinação aliado a macroporosidade.

Ainda na Tabela 11, constata-se que o PC apresentou uma certa uniformidade nas profundidades, revelando uma homogeneização da camada

arável. Na camada de 10-20 cm houve uma queda significativa do fluxo, mesmo não apresentando maior densidade do solo ou menor macroporosidade, o que poder-se-ia atribuir ao fenômeno pé-de-grade. Resultados semelhantes foram obtidos por Salton e Mielniczuk (1995) na profundidade de 15-30 cm.

TABELA 11. Valores da condutividade hidráulica saturada (cm.h^{-1}) do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes profundidades e sistemas de manejo (média de três repetições). Lavras, 2000.

MANEJO	PROFUNDIDADE				
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
MATA	10,26 aA	5,40 aA	6,12 aA	6,48 aA	5,67 bA
PDS	1,26 bA	6,57 aA	2,97 aA	1,17 bA	2,07 bA
PDI	2,07 bA	3,60 aA	7,20 aA	3,06 bA	2,88 bA
PC	10,53 aA	7,47 aA	4,59 aA	9,72 aA	9,99 aA

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

No sistema de plantio direto, a condutividade hidráulica apresentou-se bastante variável, mas pôde-se observar uma tendência de menor fluxo na camada de 0-5 cm, quando comparado à MATA e PC, concordando com os dados obtidos envolvendo a macroporosidade e matéria orgânica. Apesar da densidade do solo e porosidade total não apresentarem diferenças significativas nesta profundidade, foi verificada essa diminuição do fluxo, concordando com Albuquerque et al.(1995) e discordando dos dados obtidos por Sidiras et al. (1982). Importante salientar que esta propriedade é afetada por uma série de particularidades, as quais, em conjunto, refletem a capacidade de infiltração do solo. Todavia, alguns autores, atribuem a essa variabilidade peculiar de cada solo, a distribuição do tamanho de poros e seu arranjo.

Em valores absolutos, o sistema de plantio direto apresentou baixos valores de condutividade hidráulica na camada de 0-5 cm e no manejo como um todo, quando comparado a MATA e PC, com reflexo direto na sua capacidade de infiltração de água.

4.3.7 Retenção de água pelo solo

O resumo da análise de variância da retenção de água pelo solo realizada com as diversas profundidades do Latossolo Vermelho-Amarelo submetidos aos diferentes sistemas de manejo, é apresentado na Tabela 3A. Observa-se que, com exceção da camada de 10-20 cm, a retenção de água pelo solo foi influenciado pelos sistemas de manejo, não sendo significativa a interação desses fatores com a tensão de água no solo.

Nas curvas de retenção (Figura 1) compreendendo as tensões de -2, -10, -33, -100 e -500 kPa, comprova-se que, em todas os manejos estudados, a retenção de água decresceu com o aumento da tensão.

Na Tabela 12 pode-se notar que nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm praticamente não ocorreram alterações na retenção de água em função do sistema de manejo, de acordo com os dados de Zimback et al. (1996), com destaque apenas para a MATA, na qual, na tensão -2 kPa, apresentou menor retenção de água, provavelmente por apresentar matéria orgânica menos decomposta e/ou humificada (Kiehl, 1985), diminuindo a ação cimentante sobre os agregados e dificultando o seu efeito benéfico. Não obstante, vê-se também que os teores de argila destas camadas (Tabela 3) deveriam contribuir para uma maior retenção de água no plantio convencional e isto não foi verificado. Assim, infere-se que os sistemas de manejo não estão contribuindo para a melhoria de retenção de água no solo e, conseqüentemente, a sua disponibilidade para as plantas, discordando de Blevins et al.(1983), Sidiras et al.(1983) e Centurion e Demattê (1985) que verificaram a maior disponibilidade de água para as plantas no sistema de plantio direto.

Pelos dados apresentados na Tabela 9, envolvendo macroporos de amostra indeformada, observa-se que, nesta mesma tensão (-2 kPa), deveria haver maior retenção de água na MATA e PC devido à maior presença de

macroporos, o que não foi verificado neste estudo. Daí, ressalta-se a importância da estrutura envolvendo capacidade de infiltração de água.

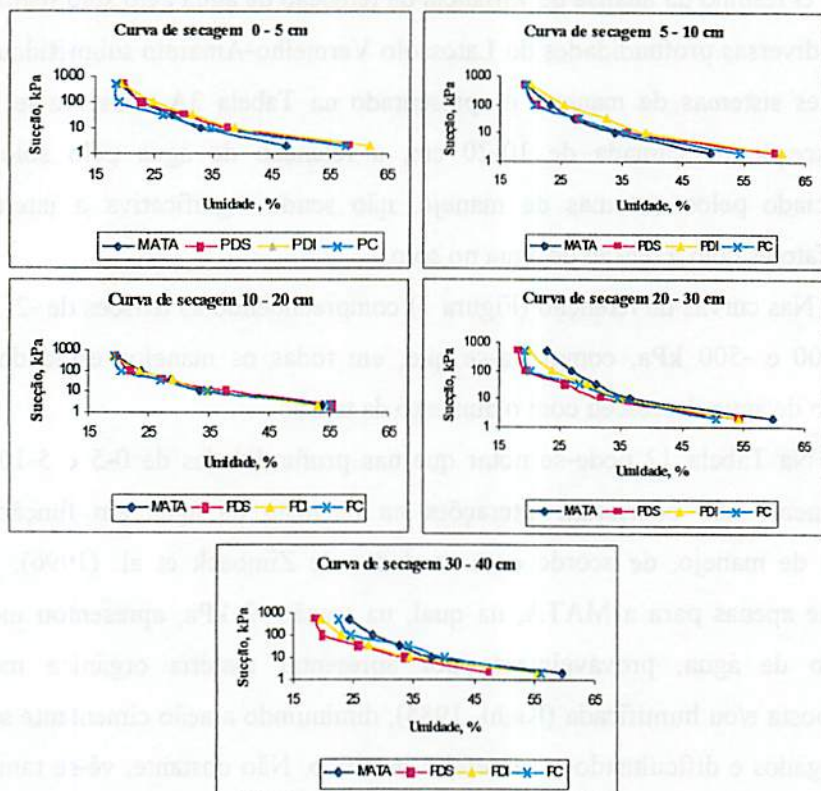


FIGURA 1. Curvas de retenção de água (secagem) do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes profundidades e sistemas de manejos. Lavras, 2000.

Outro ponto importante são os valores da retenção de água (Tabela 12), nos sistemas de plantio direto. Apesar de apresentarem os menores valores de matéria orgânica, não diferiram estatisticamente dos outros sistemas de manejo, até a profundidade de 20 cm, na retenção de água, levando a crer que este sistema possui características particulares.

Ainda analisando a Tabela 12, percebe-se uma maior variabilidade entre os sistemas de manejo a partir da profundidade de 20 cm, sendo mais

pronunciada a partir de 30cm, principalmente nas tensões de 33 e 100 kPa, em que, onde na capacidade de campo sugerida para solos argilosos (33 kPa), infere-se menor retenção para o sistema plantio direto.

Embora vários autores, entre eles Castro (1995) e Beutler (1999), relatam uma tendência de decréscimo de retenção de água do solo com a profundidade, correlacionando com a matéria orgânica, neste estudo não foram observadas em nenhum sistema de manejo, inferências semelhantes com os trabalhos acima, conforme Tabelas 2 e 12.

TABELA 12. Valores de retenção de água ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes profundidades e sistemas de manejo (média de três repetições). Lavras, 2000.

PROFUNDIDADE 0-5 cm				
Tensão (kPa)	MATA	PDS	PDI	PC
2	47,59 b	58,09 a	61,94 a	57,83 a
10	33,01 a	37,61 a	38,61 a	34,80 a
33	28,01 a	29,99 a	31,47 a	26,55 a
100	23,09 a	22,89 a	24,72 a	19,11 a
500	19,25 a	19,99 a	19,43 a	18,61 a
PROFUNDIDADE 5-10 cm				
Tensão (kPa)	MATA	PDS	PDI	PC
2	49,49 b	60,23 a	61,07 a	54,40 b
10	33,92 a	36,26 a	38,90 a	35,90 a
33	27,29 a	27,80 a	32,53 a	27,94 a
100	23,29 a	21,12 a	25,55 a	20,69 a
500	19,32 a	19,17 a	20,11 a	19,21 a
PROFUNDIDADE 10-20 cm				
Tensão (kPa)	MATA	PDS	PDI	PC
2	53,84 a	55,65 a	53,24 a	55,23 a
10	33,58 a	37,96 a	34,85 a	34,80 a
33	28,74 a	27,25 a	29,00 a	27,00 a
100	23,78 a	22,08 a	23,53 a	20,60 a
500	19,80 a	19,76 a	19,17 a	19,40 a

(...Continua...)

PROFUNDIDADE 20-30 cm				
Tensão (kPa)	MATA	PDS	PDI	PC
2	59,90 a	54,32 b	54,25 b	50,60 b
10	36,67 a	31,75 a	34,98 a	34,48 a
33	31,07 a	25,90 a	29,63 a	28,30 a
100	26,98 a	19,48 b	23,70 a	20,17 b
500	22,23 a	18,05 a	20,04 a	19,17 a

PROFUNDIDADE 30-40 cm				
Tensão (kPa)	MATA	PDS	PDI	PC
2	59,61 a	47,68 b	55,61 a	56,12 a
10	38,08 a	33,67 a	34,29 a	40,22 a
33	32,65 a	25,87 b	27,48 b	34,24 a
100	28,35 a	19,89 b	23,00 a	24,60 b
500	24,44 a	18,60 a	19,55 a	22,64 a

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha para o manejo não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

4.4 Correlações da matéria orgânica com os atributos físicos

Na Tabela 13 são encontrados os resultados das correlações envolvendo a matéria orgânica e os atributos físicos estudados nos quatro sistemas de manejo. Observa-se que na MATA, a condutividade hidráulica, VTP, macroporosidade e DMP correlacionaram-se positivamente com o teor de matéria orgânica enquanto Ds, microporosidade, ADA e Dp correlacionaram negativamente. Tendo em vista estes resultados e observando os diferentes sistemas de manejo, pode-se inferir que há associações com os atributos físicos, manifestadas diretamente pelos teores de matéria orgânica. Ainda na Tabela 13, percebe-se que, correlacionando a matéria orgânica com a condutividade hidráulica saturada do solo, não verificou-se associação entre os sistemas de plantio direto e PC, apenas para a MATA. Esses resultados levam a conclusão que estes sistemas proporcionaram certas características peculiares ao solo, mostrando variabilidade.

TABELA 13. Coeficientes de correlação entre a matéria orgânica e os atributos físicos do Latossolo Vermelho-Amarelo submetido a diferentes sistemas de manejo. Lavras, 2000.

	MANEJOS			
	MATA	PDS	PDI	PC
MO x Ks	0,51 **	0,19 ns	0,15 ns	-0,08 ns
MO x Ds	-0,83 **	-0,15 ns	0,14 ns	0,17 ns
MO x VTP	0,74 **	-0,06 ns	-0,25 ns	-0,23 ns
MO x Microp.	-0,44 *	0,65 **	0,19 ns	-0,34 *
MO x Macrop.	0,62 **	0,23 ns	0,08 ns	0,47 **
MO x ADA	-0,93 **	-0,32 ns	0,35 *	0,26 ns
MO x Dp	-0,56 **	-0,71 **	-0,30 ns	-0,36 *
MO x DMP	0,78 **	0,92 **	0,76 **	0,90 **

** Significativo a 1%.

* Significativo a 5%.

ns Não significativo

A porosidade total não se correlacionou positivamente com a matéria orgânica, resultado que pode estar sendo influenciado pelos altos valores de densidade do solo. Trabalho realizado por Siqueira (1995) demonstra que a maior porosidade correspondeu a menor densidade do solo e menor teor de matéria orgânica. Entretanto, este não ficou caracterizado no presente estudo, talvez pelo tipo de solo estudado e profundidades coletadas.

As correlações da macro e microporosidade com a matéria orgânica apresentaram-se positivas e negativas, respectivamente, apenas no manejo PC e MATA. O sistema de plantio direto apresentou grande variabilidade. Esta observação nos leva a inferir que esse sistema proporcionou maior alterações nesses atributos, principalmente pela degradação da matéria orgânica.

Na Tabela 14, avaliou-se, em profundidade, a contribuição da matéria orgânica nos atributos físicos. Pode-se perceber que, de todas as propriedades estudadas, o DMP foi o único que apresentou correlação positiva e altamente significativa em todas as profundidades, notadamente de 0-5 e 5-10 cm, além de apresentar o mesmo comportamento, quando correlacionado com os sistemas de manejo. O fato deve estar relacionado à presença de resíduos vegetais de alta

relação C/N, no caso, o milho, resultando em aumento dos índices de agregação. Estes dados corroboram com os de Castro Filho, Muzilli e Podanoschi (1998).

TABELA 14. Coeficientes de correlação entre a matéria orgânica e os atributos físicos do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes profundidades. Lavras, 2000.

	Profundidades				
	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
MO x Ks	0,47 *	0,30 ns	0,10 ns	0,66 **	0,49 **
MO x Ds	-0,77 **	-0,04 ns	-0,48 *	-0,15 ns	0,27 ns
MO x VTP	0,73 **	-0,02 ns	0,42 *	-0,11 ns	-0,35 ns
MO x Microp.	-0,61 **	-0,40 *	-0,46 *	-0,05 ns	0,43 *
MO x Macrop.	0,52 **	0,60 **	0,62 **	0,62 **	0,17 ns
MO x ADA	-0,30 ns	0,47 *	0,41 *	-0,01 ns	0,74 **
MO x Dp	-0,32 ns	-0,32 ns	-0,07 ns	-0,64 **	-0,28 ns
MO x DMP	0,85 **	0,90 **	0,60 **	0,78 **	0,59 **

** Significativo a 1%.

* Significativo a 5%.

ns Não significativo

5 CONCLUSÕES

Os atributos físicos associados à estrutura do Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso foram alterados pelos sistemas de manejo adotados, estando essas alterações associadas aos teores de matéria orgânica.

Em relação à condição natural de ocorrência do Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso, os sistemas de plantio direto adotados afetaram mais negativamente os atributos físicos.

Em relação às profundidades, os sistemas de manejo adotados afetaram principalmente a camada de 0-5 cm.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.19, n.1, p.115-119, jan./abr. 1995.
- AMARAL FILHO, Z.P. Principais tipos de solos de Goiás e seus relacionamentos com susceptibilidade a erosão. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1990, Goiânia. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1992.
- ANJOS, J.T.; UBERTI, A.A.A.; VIZZOTTO, V.J.; LEITE, G.B.; KREIGER, M. Soil physical properties under several cropping management systems. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.18, n.1, p.139-145, jan./abr. 1994.
- ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A J. *Methods for assessing soil quality*. Madison: SSSA, 1996. p.123-141 (Special publication, n.49).
- AZEVEDO, A.S.; KANVAR, R.S.; HORTON, R. Effect of cultivation on hydraulic properties of in Iowa soil using tension infiltrometers. *Soil Science*, Baltimore, v.163, n.1, p.22-29, jan. 1998.
- AZOOZ, R.H.; ARSHAD, M.A. Soil infiltration and hydraulic conductivity under long-term no-tillage and conventional tillage systems. *Canadian Journal of Soil Science*, Ottawa, v.76, n.2, p.143-152, may 1996.
- BAEUMER, K. ; BAKERMANS, W.A.P. Zero-tillage. *Advances in Agronomy*, New York, v.25, p.77-123, 1973.
- BAJRACHARYA, R.M.; LAL, R.; KIMBLE, J.M.; LAL, R.; KIMBLE, J.M.; FOLLETT, R.F.; STEWART, B.A. Soil organic carbon distribution in aggregates and primary particle fractions as influenced by erosion phases and landscape position. *Soil process and the carbon cycle*. p.353-367, 1998.
- BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um Cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.23, n.3, p.687-694, jul./set. 1999.

- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, n.1, p.105-112, jan./mar. 1997a.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Conteúdo de nitrogênio total num solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, n.2, p.235-239, abr./jun. 1997b.
- BENJAMIN, J.G. Tillage effects on near surface soil hydraulic properties. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.26, n.4, p.277-288, Aug. 1993.
- BEUTLER, A. N. **Produtividade de culturas e atributos físicos de Latossolo Vermelho Escuro fase cerrado sob diferentes sistemas de manejo**. Lavras: UFLA, 1999. 69p.(Dissertação-Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. (ed.) **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. Madison: ASA-SSSA, 1986a.p.363-375.
- BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Particle density. In: KLUTE, A.(ed.)**Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. Madison: ASA-SSSA, 1986b. p.377-382.
- BLEVINS, R.L.; SMITH, M.S.; THOMAS, G.W.; FRYE, W.W. Influence of conservation tillage on soil properties. **Journal Soil Water Conservation**, Ankeny, v.38, n.5, p.301-305, Sept./Oct. 1983.
- CAMPOS, B.C. de; REINERT, D.J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.1, p.121-126, jan./abr. 1995.
- CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n.1, p.99-105, jan./abr. 1990.
- CARVALHO, E.J.M. Efeito de sistemas de manejo sobre algumas propriedades físicas e químicas de um Podzólico Vermelho-Amarelo

[REDACTED]

Câmbico distrófico, fase terraço e sobre a produção de soja. Viçosa: UFV, 1984. 73p.(Dissertação-Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).

CARVALHO, E.J.M.; FIGUEIREDO, M.de S; COSTA, L.M. Efeito de sistemas de manejo sobre propriedades físicas de um Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico fase terraço. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. Resumos... Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/UFV, 1995. v.3, p.1725-1727.

CARVALHO, M.A. Eficiência de dispersantes na análise textural de materiais de solos com horizonte B latossólico e B textural. Lavras: ESAL, 1985. 79 p.(Dissertação-Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).

CARVALHO JÚNIOR, I.A; FONTES, L.E.F.; COSTA, L.M. Modificações causadas pelo uso e a formação de camada compactada e ou adensamento em Latossolo Vermelho Escuro textura média, na região dos cerrados. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.22, n.3, p.505-514, jul./set. 1998.

CASSEL, D.K.; RACZKOWSKI, C.W.; DENTON, H.P. Tillage effects on corn production and soil physical conditions. Soil Science Society of America Journal, Madison, v.59, n.5, p.1436-1443, Sept./Oct. 1995.

CASTRO, O.M. de. Comportamento físico e químico de um Latossolo Roxo em função do seu preparo na cultura do milho (*Zea mays* L.). Piracicaba: ESALQ-USP, 1995. 174p.(Tese-Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).

CASTRO, O. M.; CAMARGO, A.O.; VIEIRA, S.R.; DECHEN, S.C.F. ; CANTARELA, H. Caracterização química e física de dois latossolos em plantio direto e convencional. Campinas: Instituto Agrônômico, 1987. 23p.(Boletim Científico, 11).

CASTRO FILHO, C. Effects of liming on characteristics of a Brazilian Oxisol at three levels of organic matter as related to erosion. Columbus, The Ohio State University, 1988. 261p.(Tese-Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).

CASTRO FILHO, C.; LOGAN, T.J. Liming effects on the stability and erodibility of some Brazilian Oxisols. Soil Science Society American Journal, Madison, v.55, n.5, p.1407-1413, Sept./Oct. 1991.

- CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L.** Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.22, n.3, p.527-538, jul./set. 1998.
- 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*, São Paulo, v.15, n.1/2, p.1-8, 1987.
- CENTURION, J.F. ; DEMATTE, J.L.I.** Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.9, n.2, p.263-266, maio/ago. 1985.
- CENTURION, J.F. ; DEMATTE, J.L.I.; FERNANDES, F.M.** Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades químicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.9, n.2, p.267-270, maio/ago. 1985.
- CHAGAS, C.I.; SANTANATOGLIA, O.J.; CASTIGLIONI, M.G.; MARELLI, H.J.** Tillage and cropping effects on selected properties of na Argiudoll in Argentina. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v.26, n.5/6, p.643-655, 1995.
- COCHRAN, V.L.; SPARROW, E.B.; SCHLENTER, S.F.; KNIGHT, C.W.** Long-term tillage and crop residue management in the subarctic: fluxes of methane and nitrous oxide. *Canadian Journal of Soil Science*, Ottawa, v.77, n.4, p.565-570, 1997.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS.** Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 4ª aproximação, Lavras, 1989. 176p.
- CORAZZA,, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S; GOMES, A.C.** Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, n.2, p.425-432, abr./jun. 1999.
- CORREA, J.C.** Características físicas de um Latossolo Amarelo muito argiloso (Typic Acrorthox) do estado do Amazonas, sob diferentes métodos de

- preparo de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.12, p. 1381-1387, dez. 1985.
- CORRECHEL, V.; SILVA, A P.; TORMENA, C.A** Influência da posição relativa à linha de cultivo sobre a densidade do solo em dois sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, n.1, p.165-173, jan./mar. 1999.
- COSTA, L.M.; JUCKSCH, I.** Dia de campo sobre manejo e conservação: Capinópolis, MG: UFV, 1992. 28p. (Boletim técnico).
- 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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.2, p.241-247, abr./jun. 1997.
- DAO, T.H.** Tillage system and crop residue effects on surface compaction of a Paleustoll. **Agronomy Journal**, Madison, v.88, n.2, p.141-148, Mar./Apr. 1996.
- DEBARBA, L.; AMADO, T.J.C.** Desenvolvimento de sistemas de produção de milho no sul do Brasil com características de sustentabilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.3, p.473-480, jul./set. 1997.
- DERDOUR, H.; ANGERS, D.A.; LAVERDIERE, M.R.** Characterization of the pore space of a clay soil: influence of soil constituents and tillage practices. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.73, n.3, p.299-307, 1993.
- DIAS JÚNIOR, M. de S.; ESTANISLAU, W.T.** Grau de compactação e retenção de água de latossolos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, n.1, p.45-51, jan./abr. 1999.
- ELTZ, F.L.F.; PEIXOTO, R.T.G.; JASTER, F.** Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, n.1, p.259-267, jan./abr. 1989.
- EMBRAPA.** Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo.** 2.ed. ver. Atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

- FARIAS, G.S.; CASSOL, E.A. ; MIELNICZUK, J.** Efeito de sistemas de cultivo sobre a porosidade e retenção de água em um solo Laterítico Bruno-Avermelhado distrófico Paleudult). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.20, n.12, p.1389-1393, dez. 1985.
- FERNANDES, B.; GALLOWAY, H.M.; BRONSON, R.D. ; MANNERING, J.V.** Efeito de três sistemas de preparo do solo na densidade aparente, na porosidade total e na distribuição dos poros, em dois solos (Typic Argiaquoll e Typic Hapludalf). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.7, n.3,p.329-333, set./dez. 1983.
- FREIRE, J.C.** Retenção de umidade em perfil Oxissol do município de Lavras-MG. Piracicaba: ESALQ, 1975. 76p. (Dissertação-Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- FREITAS, P.L.** Aspectos físicos e biológicos do solo. In: **FASCÍCULO DE EXPERIÊNCIAS DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO**. Goiânia: A.P.D.C., 1994. p.199-213.
- GILLEY, J.E.; DORAN, J.W.; KARLEN, D.L.; KASPAR, T.C.** Runoff, erosion and soil quality characteristics of a former Conservation Reserve Program site. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v.52, n.3, p.189-193, May/June. 1997.
- GUEDES, H.M.** Efeito dos diferentes sistemas de manejo na distribuição de classes de agregados e nos teores de carbono orgânico em um Latossolo Vermelho Escuro argiloso na região dos cerrados. Brasília: UnB, 1997. 153p. (Dissertação-Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- GUPTA, S.C.; LARSON, W.E.; LINDEN, D.R.** Tillage and surface residue effects on soil upper boundary temperatures. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.47, n.6, p.1212-1218, Nov./Dec. 1983.
- HAMBLIN, A P.** The influence of soil structure on water movement, crop root growth, and water uptake. *Advances in Agronomy*, New York, v.38, p.95-158, 1985.
- HERNANI, L.C.** Adubos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul. Brasília: EMBRAPA, 1995. 93p.(EMBRAPA-CNPA. Documentos, 4).

- HILL, R.L.** Long-term conventional and no-tillage effects on selected soil physical properties. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.54, n.1, p.161-166, Jan./Feb. 1990.
- HILLEL, D.** Applications of soil physics. New York: Academic Press, 1980. 385p.
- HILLEL, D.** Hysteresis. In: *Soil and water physical principles and processes*. New York: Academic Press, 1972. p. 65-68.
- HOWELL, T.A.; JONES, O.R.; REDDELL, D.L.; SCHNEIDER, A.D.** Influence of irrigation method, tillage and crop residues on infiltration and interrill erosion on a Pullman soil. Clean water-clean environment-21 st. In: *WORKING TO PROTECT WATER RESOURCES*, v.3, p.133-136, 1995 (Conferência).
- HUBBARD, R.K.; HARGROVE, W.L.; LOWRANCE, R.R.; WILLIAMS, R.G.; MULLINX, B.G.** Physical properties of a clayey coastal plain soil as affected by tillage. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v.49, n.3, p.273-283, May/June. 1994.
- KEMPER, B. ; DERPSCH, R.** Results of studies made in 1978 and 1979 to control erosion by covers crops and no-till tillage techniques in Paraná, Brazil. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.1, n.3, p.253-267, Aug. 1981.
- KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S.** Size distribution of aggregation. In: **BLACK, C.A.** (ed). *Methods of soil analysis*. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 499-510.
- KHAKURAL, B.R.; LEMME, G.D.; SCHUMACHER, T.E.; LINDSTROM, M.J.** Effects of tillage and landscape on soil. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.25, n.1, p.43-52, Oct. 1992.
- KIEHL, E.J.** Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.
- KLUTE, A.** Water retention: laboratory methods. In: **KLUTE, A.**, (ed.) *Methods of soil analysis*. 2.ed. Madison: ASA-SSSA, 1986. p. 635-662.
- KRABBE, E.L.; DRIEMEYER, D.J.; ANTONIOLLI, Z.I.; NUNES-GIRACCA, E.M.** Effect of different tillage systems on Oligochaeta populations and soil

- physical characteristics. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.24, n.1, p.49-53, jan./abr. 1994.
- LAL, R. Deforestation and land use effects on soil degradation and rehabilitation in western Nigéria. **Land Degradation and Development**, Swansea, v.7, n.2, p.99-119, Mar./ Apr. 1996.
- LAL, R. Long-term tillage and maize monoculture effects on a tropical Alfisol in western Nigéria. In: Crop yield and soil physical properties. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.42, n.3, p.145-160, June. 1997.
- LAL, R.; FAUSEY, N.R. Drainage and tillage effects on a Crosby-Kokomo Soil Association in Ohio. IV. Soil physical properties. **Soil Technology**, Amsterdam, v.6, n.2, p.123-135, 1993.
- LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; WHITMAN, C. Towards improving the global data base on soil carbon. In: LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; STEWART, B.A. (eds.) **Soil and Global Change**. Boca Raton: CRC Lewis Publishers, 1995. p.433-436.
- LANGDALE, G.W.; WEST, L.T.; BRUCE, R.R.; MILLER, W.P.; THOMAS, A.W. Restoration of eroded soil with conservation tillage. **Soil Technology**. Amsterdam, v.5, p.81-90, 1992.
- LEITE, J.A.; MEDINA, B.F. Efeito dos sistemas de manejo sobre as propriedades físicas de um Latossolo Amarelo do Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.12, p.1417-1422, dez. 1984.
- LILIENFEIN, J.; WILCKE, W.; NEUFELDT, H.; AYARZA, M.A.; ZECH, W. Land use effects on organic carbon, nitrogen and sulphur concentrations in macroaggregates of differently textured Brazilian Oxisols. **Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde**, Stuttgart, v.161, n.2, p.165-171, 1998.
- LIMA, J.M. de. **Relação entre erosão, teor de ferro, parâmetros físicos e mineralógicos de solos da região de Lavras-MG**. Lavras: ESAL, 1987. 86p. (Dissertação-Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- LINN, D.M.; DORAN, J.W. Effect of water-filled pore space on carbon dioxide and nitrous oxide production in tilled and non-tilled soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.48, n.6, p.1267-1272, Nov./Dec. 1984.

- LONGSDON, S.D.; ALLMARAS, R.R.; WU, L.; SWAN, J.B. ; RANDALL, G.W.** Macroporosity and its relation to saturated hydraulic conductivity under different tillage practices. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.54, n.4, p.1096-1101, July/Aug. 1990.
- LONGSDON, S.D.; JORDAHL, J.L.; KARLEN, D.L.** Tillage and crop effects on ponded and tension infiltration rates. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.28, n.2, p.179-189, Dec. 1993.
- MAHBOUBI, A.A.; LAL, R.; FAUSSEY, N.R.** Twenty eight years of tillage effects on two soils in Ohio. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.57, n.2, p.506-512, Mar./Apr. 1993.
- MAULE, C.P.; REED, W.B.** Infiltration under no-till and conventional tillage systems in Saskatchewan. *Canadian Agricultural Engineering*, Ottawa, v.35, n.3, p.165-173, 1993.
- McGEE, E.A.; PETERSON, G.A.; WESTFALL, D.G.** Water storage efficiency in no-till dryland cropping systems. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v.52, n.2, p.131-136, Mar./Apr. 1997.
- MELLO IVO, W.M.P.** Desenvolvimento radicular do milho sob métodos de preparo do solo e semeadura direta. Porto Alegre: UFRGS, 1991.79p. (Dissertação-Mestrado em Fitotecnia).
- MELLO IVO, W.M.P.; MIELNICZUK, J.** Influência da estrutura do solo na distribuição e na morfologia do sistema radicular do milho sob três métodos de preparo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa , v.23, n.1, p 135-143, jan./mar. 1999.
- NOBREGA, J.C.A.** Adição de fosfato e de micorriza na estabilidade de agregados em amostras de latossolos cultivados e não cultivados. Lavras: UFLA, 1999. 64p.(Dissertação-Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- OADES, J.M.** Soil organic matter and structural stability: Mechanisms and implications for management. *Plant & Soil*, Hague, v.76, n.1/3, p.319-337, 1984.
- OLESCHKO, K.; ETCHEVERS-BARRA, J.D.; HERRANDES-CARRETERA, A.R.** Structure and pedofeatures of Guanajuato (México) Vertisol under

- different cropping systems. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.37, n.1, p.15-36, Apr. 1996.
- OLIVEIRA, L.B. Determinação da macro e microporosidade pela mesa de tensão em amostras de solo com estrutura indeformada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.3, p.197-200, 1968.
- PALADINI, F.L.S.; MIELNICZUK, J. Distribuição do tamanho de agregados em solo podzólico vermelho-escuro afetado por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n.1, p.135-140, maio./ago. 1991.
- PALMEIRA, P.R.T.; PAULETTO, E.A; TEIXEIRA, C.F.A; GOMES, A.S.; SILVA, J.B. Agregação de um planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, n.2, p.189-195, abr./jun. 1999.
- PELEGRINI, F.; MORENO, F.; MARTIN-ARANDA, J.; CAMPS, M. The influence of tillage methods on soil physical properties and water balance for a typical crop rotation in SW Spain. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.16, n.4, p.345-358, July. 1990.
- PEREIRA, I. da S. Efeito de diferentes sistemas de manejo na distribuição de macro e microagregados e nos teores de carbono em um Latossolo Vermelho Escuro na região dos cerrados. Brasília: UnB, 1997. 160p. (Dissertação-Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- PERFECT, E.; BLEVINS, R.L. Fractal characterization of soil aggregation and fragmentation as influenced by tillage treatment. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.61, n.3, p.896-900, May./June. 1997
- RAIJ, B. van ; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 21p. (Boletim técnico 81)
- REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 188p.
- REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 445p.

- REICOSKY, D.C.; KEMPER, W.D.; LANGDALE, G.W.; DOUGLAS, C.L.; RASMUNSSON, P.E. Soil organic matter changes resulting from tillage and biomass production. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v.50, n.3, p.253-261, May./June. 1995.
- RESENDE, M.; CURTI, N.; SANTANA, D.P. Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações. Brasília: MEC/ESAL/POTAFOS, 1988. 84p.
- RHOTOON, F.E.; BRUCE, R.R.; BUEHRING, N.W.; ELKINS, G.B.; LANGDALE, C.W.; TILER, D.D. Chemical and physical characteristics of four soil types under conventional and no-tillage system. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.28, n.1, p.51-61, Nov. 1993.
- ROSA, M.H.C da. Formas de carbono e características físicas, químicas e mineralógicas de um Latossolo Roxo sob plantio direto e mata, no sistema biogeográfico do cerrado. Viçosa: UFV, 1988, 79p. (Dissertação-Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- ROTH, C.H.; PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D.; MEYER, B.; FREDE, H.G. Efeito das aplicações de calcário e gesso sobre a estabilidade de agregados e infiltrabilidade de água em um Latossolo Roxo cultivado com cafeeiros. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.10, n.2, p.163-166, maio./ago. 1986.
- SALET, R.L.; ANGHINONI, I.; KOCHLANN, R.A.; KRAY, C.H.; CONTE, E. Como fazer uma amostragem de solo no sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo, RS. Resumos... Passo Fundo, 1997. p.205-207.
- SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J. 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, maio./ago. 1995.
- SANTOS, H.P. dos; SIQUEIRA, O.J.W. Plantio direto e rotação de culturas para cevada: Efeitos sobre a fertilidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.20, n.1, p.163-169, jan./abr. 1996.
- SARAIVA, O.F. Relações da matéria orgânica com as características físicas e químicas de um Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico distrófico fase cerrado, submetido a sistemas de cultivo. Viçosa: UFV, 1987. 175p. (Tese-Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).

- SARVASI, F. de O. C. **Dinâmica da água, erosão hídrica e produtividade das culturas em função do preparo do solo.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1994. 147p.(Dissertação-Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M. Accounter analysis methods for grouping means in the analysis of variants. *Biometrics*, Washington, v.30, n.3, p.507-512, Sept. 1974.
- SECCO, D.; DA ROS, C.O.; FIORIN, J.E.; PAULTZ, C.V.; PASA, L. Efeito de sistemas de manejo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Escuro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.27, n.1, p.57-60, jan./abr. 1997.
- SIDIRAS, N.; DERPSCH, R.; MONDARDO, A. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento de grãos de soja, em Latossolo Roxo distrófico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.7, n.1, p.103-106, maio./ago. 1983.
- SIDIRAS, N.; HENKLAIN, J.C.; DERPSCH, R. Comparison of three different tillage system with respect to aggregate stability, the soil and water conservation and the yields of soybean and wheat on na oxisol In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SOIL TILLAGE RESEARCH ORGANIZATION, 9., Osijek, 1982. *Anais. Osijek, ISTRO*, 1982. p. 537-544.
- SIDIRAS, N.; VIEIRA, S.R. ; ROTH, C.H. Determinação de algumas características físicas de um Latossolo Roxo distrófico sob plantio direto e preparo convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.8, n.3, p.265-268, set./dez. 1984.
- SIQUEIRA, N. de S. **Influência de sistemas de preparo sobre algumas propriedades químicas e físicas do solo e sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.).** Viçosa: UFV, 1995. 78p.(Tese-Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SOANE, B.D. The role of organic matter in soil compactibility: A rewiew of some pratical aspects. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.16, n.1/2, p.179-201, Apr. 1990.
- TANAKA, D.L.; ANDERSON, R.L. Soil water storage and precipitation storage efficiency of conservation tillage systems. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v.52, n.5, p.363-367, 1997.

- TISDALL, J.M. ; OADES, J.M. The effect of crop rotation on aggregation in a red-brown earth. *Australian Journal Soil Research*, Victoria, v.18, p.423-433, 1980.
- TISDALL, J.M. ; OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science*, London, v.33, n.2, p.141-163, June. 1982.
- TISDALL, J.M. ; OADES, J.M. Stabilization of soil aggregates by the root systems of ryegrass. *Australian Journal Soil Research*, Victoria, v.17, p.429-441, 1979.
- TROESH, F.R.; HOBBS, J.A; DANAHUE, R.L. *Soil in water conservation: for productivity and environment protection*. New Jersey: Prentice-Hall, 1980. 718p.
- UNGER, P.W. ; FULTON, L. Conventional and no-tillage effects on upper root zone soil conditions. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.16, n.4, p. 337-344, July. 1990.
- URCHEI, M.A. Efeito do plantio direto e do preparo convencional sobre alguns atributos físicos de um Latossolo Vermelho Escuro argiloso e no crescimento e desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob irrigação. Botucatu: UNESP, 1996. 131p.(Tese-Doutorado em Irrigação e Drenagem).
- URCHEI, M.A; RODRIGUES, J.D. Efeito do plantio direto e do preparo convencional em alguns atributos físicos de um latossolo vermelho-escuro de cerrado, sob pivô central. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO "SOLO-SUELO 96", 13, 1996, Águas de Lindóia. Resumos... Águas de Lindóia, 1996.
- VIEIRA, M.J. Comportamento físico do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A.L.; TORNADO, P.V.; MACHADO, J. (Coords). *Atualização em plantio direto*. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 163-79.
- VIEIRA, M.J.; MUZILLI, O. Características físicas de um latossolo vermelho escuro sob diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.19, n.7, p.873/882, Jul. 1984.
- VOMOCIL, J.A. Porosity. In: BLACK, C.A.(ed.) *Methods of soil analysis: physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*. Madison: ASA, 1965, p. 299-314.

VOORHEES, W.B.; LINDSTROM, M.J. Long term effects of tillage method on soil tith independent of wheel traffic compaction. **Soil Science Society of Agronomy Journal**, Madison, v.48, n.1, p.152-156, Jan./Feb. 1984.

WADDELL, J.T.; WEIL, R.R Water distribution in soil under ridge-till and no-till com. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.60, n.1, p. 230-237. Jan./Feb. 1996.

WU, L.; SWAN, J.B.; PAULSON, W.H. ; RANDALL, G.M. Tillage effects on measured soil hydraulic properties. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.25, n.1, p.17-33, Oct. 1992.

ZIMBACK, C.R.L.; MORAES, M.H.; MARIA, I.C. de; CASTRO, O.M. de. Influência de diferentes preparos do solo e formas de amostragem na obtenção da retenção de água em latossolo roxo. In: **CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO "SOLO-SUELO 96"**, 13, 1996, Águas de Lindóia. Resumos... Águas de Lindóia, 1996.

ANEXOS

	Página
TABELA 1A Resumo da análise de variância dos atributos físicos do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes sistemas de manejo e profundidades. Lavras, 2000....	57
TABELA 2A Resumo da análise de variância para o teor de matéria orgânica do Latossolo Vermelho- Amarelo em diferentes sistemas de manejo e profundidades. Lavras, 2000.....	58
TABELA 3A Resumo da análise de variância para retenção de água do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes sistemas de manejo e profundidades. Lavras, 2000.....	58

TABELA 1A. Resumo da análise de variância dos atributos físicos do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes sistemas de manejo e profundidades. Lavras, 2000.

F.V	G.L.	Quadrado médio									
		ADA	Argila	Dp	DMP	G.L.	Ds	VTP	Microp.	Macrop.	Cond. Hidr.
MANEJO	3	133,31631**	20,53856 *	0,01204 ns	14,78349 **	3	0,01914*	13,32975 ns	10,37362 ns	237,91658 **	136,97274**
ERRO1	8					12					
PROF.	4	59,50149 **	426,64722 **	0,01785**	4,17199 **	4	0,02738 **	23,73676 ns	16,31481 ns	43,15439 ns	2,93983 ns
MAN*PROF.	12	60,30103 **	25,11838 **	0,00338 ns	0,39807 **	12	0,02409 **	31,83239 **	15,53533 *	23,05287 ns	24,74054 ns
ERRO 2	32					48					
CV(1)%		12,71	6,48	2,30	3,08		5,45	5,83	8,39	21,17	59,87
CV(2)%		19,57	5,35	2,34	3,11		6,46	6,88	7,91	27,38	77,49

** Significativo a 1%

* Significativo a 5%

ns Não significativo

TABELA 2A. Resumo da análise de variância para o teor de matéria orgânica do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes sistemas de manejo e profundidades. Lavras, 2000.

F.V	G.L.	Q.M.	Pr > F
Manejo	3	9,4935	**
Erro	12	0,03958	
Prof.	4	17,35206	**
Man*Prof.	12	3,38840	**
Erro	48	0,04573	
C.V. 1 (%)	6,99		
C.V. 2 (%)	7,51		

** Significativo a 1%

TABELA 3A. Resumo da análise de variância para retenção de água do Latossolo Vermelho-Amarelo em diferentes sistemas de manejo e profundidades. Lavras, 2000.

F.V	G.L.	Quadrado médio				
		0-5cm	5-10cm	10-20cm	20-30cm	30-40cm
Manejo	3	77,17109 **	69,28443 **	3,20230 ns	95,23536 **	172,40647 **
Tensão	4	2606,82022**	2581,50973 **	2335,62776 **	2300,91351 **	2152,78084 **
Man*Ten	12	21,88523 ns	16,14462 ns	5,26067 ns	6,19553 ns	9,66613 ns
Erro	40					
C.V.(%)		10,69	9,49	8,78	11,04	10,45

** Significativo a 1%

* Significativo a 5%

ns Não significativo