

AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO SOB DIFERENTES POVOAMENTOS FLORESTAIS

Sérgio Gualberto Martins¹, Marx Leandro Naves Silva², Nilton Curi², Mozart Martins Ferreira²

RESUMO: Objetivou-se, com este estudo, avaliar a qualidade estrutural de um Latossolo Vermelho distroférico sob quatro povoamentos florestais, localizados no Campus da Universidade Federal de Lavras. Os povoamentos florestais estudados foram: *Pinus sp.* (PP), *Eucalyptus sp.* (PE), *Hevea brasiliensis* (PHB) e mata nativa (PMN). A precipitação e a temperatura média anual para a região são de 1.493 mm e 19,3°C, respectivamente. Para cada povoamento estudado foram coletadas amostras deformadas e indeformadas na camada de 0 a 5 cm de profundidade. Os atributos físicos estudados foram: estabilidade de agregados, expressa através do diâmetro médio geométrico; distribuição da porosidade; resistência à penetração e permeabilidade. O PMN apresentou o maior valor de permeabilidade (139 mm h⁻¹), seguido do PHB (57 mm h⁻¹), PP e PE (40 mm h⁻¹). O maior valor de resistência do solo à penetração foi verificado para o PP, seguido do PE e PHB, tendo o PMN apresentado o menor valor. Por meio deste estudo, pôde-se concluir que os atributos físicos, permeabilidade e resistência do solo à penetração, utilizados como indicadores da qualidade estrutural do solo, apresentam boa performance na distinção dos efeitos proporcionados pela introdução de espécies de rápido crescimento, contribuindo para o manejo sustentável do solo estudado.

Palavras-chave: Solo florestal, qualidade estrutural, sustentabilidade.

EVALUATION OF PHYSICAL ATTRIBUTES OF A DYSTROFERRIC RED LATOSOL (OXISOL) UNDER DIFFERENT FOREST SETTLEMENTS

ABSTRACT: *This study aimed to evaluate the structural quality of a dystroferric Red Latosol (Oxisol) under four forest settlements at Federal University of Lavras campus. The studied forest settlements were: Pinus sp. (PP), Eucalyptus sp. (PE), Hevea brasiliensis (PHB), and native forest*

¹ Eng^o Florestal, aluno de Pós-Graduação, Bolsista/CNPq - Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras (MG). sgmartins@ufla.br

² Professores do Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, Lavras (MG), CEP 37200-000. marx@ufla.br, niltcuri@ufla.br, mozartmf@ufla.br. Bolsistas do CNPq.

(PNF). The mean annual precipitation and temperature for the region are 1493 mm and 19.3 °C, respectively. For each studied settlement, disturbed and undisturbed samples from 0-5 cm depth were collected. The studied physical attributes were: aggregates stability, expressed through geometric average diameter, porosity distribution, penetration resistance and permeability. The PNF revealed the highest permeability value (139 mm h⁻¹), followed by PHB (57 mm h⁻¹), PP and PE (40 mm h⁻¹). The highest value for penetration resistance was verified for PP, followed by PE and PHB. The smallest value was presented by PNF. Through this study, it can be concluded that the physical attributes, permeability and soil resistance to penetration, utilized as indicators of soil structural quality, present good performance in distinguishing the effects proportionated by the introduction of fast growth species, contributing for the sustainable management of the studied soil.

Key words: forest soil, structural quality, sustainability.

INTRODUÇÃO

O solo constitui o recurso natural básico de uma nação, sendo um recurso renovável, se conservado e usado devidamente. No Brasil, a expansão de florestas homogêneas com eucalipto e pinus em larga escala tem ocupado grandes áreas. No entanto, poucos são os estudos a respeito dos impactos que estes florestamentos podem causar no solo. O tipo de cobertura vegetal implica em distintos comportamentos no que diz respeito aos atributos físicos do solo.

A estrutura do solo é um dos atributos mais importantes para a adaptação das espécies e pode ser avaliada através da densidade do solo, macro e microporosidade, estabilidade de agregados, resistência à penetração e permeabilidade, entre outros. Estes atributos podem ser utilizados como indicadores de adensamento, compactação, encrostamento e suscetibilidade do solo à erosão, subsidiando o controle da perda da produtividade e da degradação ambiental. O fornecimento contínuo de material orgânico pela serrapilheira e/ou por excreções radiculares, cujos subprodutos são constituídos por moléculas orgânicas em diversas fases de decomposição, atua como agente de formação e estabilização dos agregados, proporcionando uma melhor estruturação do solo (Campos et al., 1995).

Singh & Banerjee (1980) encontraram maior porcentagem de agregados maiores que 2 mm em povoamentos de *Eucalyptus sp.*, e menor porcentagem em povoamentos de *Pinus sp.* e *Acacia sp.* A melhor condição, todavia, foi verificada sob floresta nativa. Lorimer & Douglas (1995) estudaram as alterações dos atributos físicos do solo sob diferentes coberturas vegetais. Observaram que, na camada superficial, solos sob pastagem plantada e floresta nativa apresentaram menor densidade do solo do que solos sob seis cultivos contínuos de trigo. Estes apresentaram menor condutividade hidráulica saturada que sob florestas. Borges et al. (1986) verificaram que densidades superiores a 1,15 g cm⁻³, em solos com textura muito argilosa, reduziram os teores de nutrientes na parte aérea de plantas de *Eucalyptus sp.*, provavelmente em razão da redução no volume de solo explorado pelas raízes.

O aumento da densidade do solo pode diminuir o desenvolvimento radicular das plantas devido ao impedimento físico. Segundo Arshad et al. (1996), em solos com resistência à penetração maior que 2,0 MPa, o crescimento de raízes é limitado e, naqueles com valores abaixo de 1,0 MPa, a resistência pode ser assumida como pequena. Segundo Grant & Lanfond (1993), valores na faixa de 1,5 a 3,0 MPa são restritivos ao crescimento radicular. Segundo Cavenage et al. (1999), o uso do solo alterou os atributos físicos

em relação à vegetação natural de cerrado, tendo povoamentos naturais (mata ciliar) e de *Pinus sp.* apresentado valores de macroporosidade do solo mais próximos das condições típicas do solo.

A porosidade é outro atributo importante que deve ser considerado na avaliação da qualidade estrutural do solo. Segundo Baver et al. (1972), valores críticos de macroporosidade estão abaixo dos valores compreendidos entre 0,10 e 0,16 m³ m⁻³. Para Da Ros et al. (1997), valores de macroporosidade dentro das condições ideais estão na faixa de 0,09 a 0,12 m³ m⁻³, podendo a redução da macroporosidade causar um decréscimo da permeabilidade do solo. Por sua vez, a permeabilidade é um dos atributos físicos mais importantes para indicar a qualidade do solo sob diferentes sistemas de manejo e depende da quantidade, continuidade e do tamanho dos poros (Castro & Vieira, 1996). Olson et al. (1996) estipularam as classes de permeabilidade do solo em <5; 5 a 15; 15 a 20 e >20 mm h⁻¹, sendo classificadas em muito baixa, baixa, média e alta, respectivamente. Segundo classificação de Soil Survey Staff (1951), adaptada por Lima et al. (1990), as classes de permeabilidade são > 254; 254 a 127; 127 a 63,5; 63,5 a 20; 20 a 5 e < 5 mm h⁻¹, classificadas em rápida, moderada a rápida, moderada, lenta a moderada, lenta e muito lenta, respectivamente.

Dessa forma, o monitoramento da qualidade do solo por meio de atributos físicos é de grande importância para manutenção e avaliação da sustentabilidade. Objetivou-se, com este estudo, avaliar a qualidade estrutural de um Latossolo Vermelho distroférico sob quatro povoamentos florestais na região de Lavras, MG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área em estudo está localizada no município de Lavras (MG), nas coordenadas 21°13'40" S e 44°57'50" W, a uma altitude de 925 m. O clima do município é do tipo Cwb segundo Köppen (mesotérmico com verões brandos e suaves e estiagem de inverno). A precipita-

ção e a temperatura média anual são de 1.493 mm e 19,3°C, respectivamente (Vilela & Ramalho, 1979).

O solo estudado foi Latossolo Vermelho distroférico típico, textura argilosa, sob povoamentos de *Pinus sp.* (PP), *Eucalyptus sp.* (PE), *Hevea brasiliensis* (PHB) e mata nativa (PMN), classificada como floresta estacional semi-decídua montana (Oliveira-Filho et al., 1994). Os povoamentos de *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.* foram implantados em janeiro de 1975, sendo que anteriormente o solo estava sob cultivo de café. O espaçamento adotado para o pinus e o eucalipto foi de 3x3m e 3x2m, respectivamente. O povoamento de seringueira foi implantado no 2º semestre de 1989, com sete clones plantados no espaçamento tradicional de cultivo comercial, 7x2,5m. Esta área era anteriormente cultivada com feijão sob sistema convencional. Em todos os povoamentos, foram feitas adubações de plantio e preparo de solo convencional. Foram coletadas amostras deformadas e não deformadas de solo a uma profundidade de 0 a 5 cm para determinações dos atributos físicos e químicos. O complexo sortivo, pH em água e carbono orgânico foram determinados segundo Vettori (1969) e Embrapa (1997).

A análise granulométrica foi realizada pelo método de Bouyoucus (EMBRAPA, 1997) e os valores de areia, silte e argila, em g kg⁻¹, foram 160, 220 e 620, respectivamente, no solo sob mata nativa. Nos demais povoamentos, estes valores foram muito semelhantes à mata nativa, sendo que a maior variação encontrada foi inferior a 5%.

A densidade do solo foi determinada em amostras com estrutura indeformada, coletadas com amostrador de Uhland (Blake & Hartge, 1986a), e a densidade de partículas foi determinada pelo método do balão volumétrico (Blake & Hartge, 1986b). O volume total de poros foi determinado conforme Danielson & Sutherland (1986). A distribuição de poros por tamanho (macroporosidade e microporosidade) foi determinada em amostras com estrutura indeformada,

utilizando-se unidade de sucção a 60 cm de altura de coluna d'água. A porcentagem de água retida nas amostras, após atingir o equilíbrio, corresponde à microporosidade, sendo a macroporosidade obtida por diferença (Grohmann, 1960). Testes de resistência à penetração vertical, utilizou-se o penetrômetro de impacto modelo IAA/PLANALSUCAR-STOLF, segundo metodologia preconizada por Stolf et al. (1983). Os testes de resistência à penetração foram realizados no campo para a profundidade de 0 a 60 cm, com unidade próxima à capacidade de campo, em torno de $0,30 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$.

Agregados com diâmetro de 7,93 - 4,76 mm foram obtidos por meio do peneiramento de material de solo, segundo recomendações de Kemper & Rosenau (1986), em aparelho de Yoder. A estabilidade de agregados foi determinada por peneiramento em água, após pré-umedecimento lento dos agregados, por capilaridade. O diâmetro médio geométrico foi calculado segundo Kemper & Rosenau (1986).

A permeabilidade foi avaliada em laboratório, partindo-se de amostras com estrutura não deformada, coletadas com amostrador de Uhlend. Utilizou-se permeâmetro adaptado por

Lima et al. (1990) para eliminação da água percolada junto às paredes do cilindro.

A análise estatística dos resultados consistiu da análise da variância, segundo delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições. Foi utilizado o teste de Tukey a 5 % de probabilidade para comparação de médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das determinações do complexo sortivo, pH e matéria orgânica são apresentados na Tabela 1. Os teores de alumínio trocável são médios em PMN e altos nos demais; os teores de cátions trocáveis e pH em água são baixos. Os valores de P são considerados muito baixos; a saturação por bases (V) é baixa em PMN e muito baixa nos demais; a saturação por Al^{3+} (m) é muito baixa em PMN, média em PHB e muito alta nos demais povoamentos. Estes resultados caracterizam estas áreas como de baixa fertilidade (CFSEMG, 1999). Os maiores teores de matéria orgânica foram observados para os povoamentos PP e PMN, seguidos pelos povoamentos PE e PHB. O menor teor foi observado no povoamento PHB.

Tabela 1. pH em água, matéria orgânica e componentes do complexo sortivo para as amostras de solo correspondentes a cada povoamento florestal estudado.

Table 1. Organic matter, pH in water and components of sortive complex for soil samples for each studied settlement

Povoamentos	pH	MO ¹	P	K	Ca	Mg	Al	V ²	m ³
		g.kg ⁻¹	--mg.dm ⁻³ --	-----cmol _c .dm ⁻³ -----	-----%-----				
PP	4,5	76	2,0	27,3	0,5	0,2	2,6	4,1	77,0
PE	4,6	45	1,0	22,6	0,5	0,1	2,2	4,5	77,0
PHB	4,7	43	2,3	17,6	0,6	0,2	1,1	7,6	56,0
PMN	4,9	68	2,0	58,3	1,7	1,1	0,7	21,0	18,0

¹MO: matéria orgânica; ²V: saturação por bases; ³m: saturação por Al³⁺.

Na Tabela 2 observam-se os resultados de argila dispersa em água e o índice de floculação do solo sob os diferentes povoamentos florestais. O maior valor de argila dispersa em água foi observado para os povoamentos PE e PMN, seguidos pelo PHB e PP. Com relação ao índice de floculação, o PHB e o PP apresentaram os menores valores, corroborando os valores de argila dispersa em água e seguidos pelo PMN e PE.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados referentes à densidade do solo, densidade de partículas, macroporosidade, microporosidade, diâmetro médio geométrico dos agregados e permeabilidade do solo à água para os diferentes povoamentos. Os valores de densidade do solo entre os povoamentos PP, PE e PHB não apresentaram diferenças significativas, entretanto, o povoamento PMN apresentou valor significativamente menor em relação aos demais povoamentos. Resultados semelhantes foram observados por Lorimer & Douglas (1995) e Cavenage *et al.* (1999). Os maiores valores de densidade do solo observados para o PP, PE e PHB, em relação à mata nativa, possivelmente sejam devidos ao preparo de solo convencional, realizado para implantação destes povoamentos, e preparos anteriores (cultivo de culturas agrícolas), podendo dificultar o desen-

volvimento do sistema radicular. De acordo com Borges *et al.* (1986), densidades superiores a 1,15 g cm⁻³, em solos de textura muito argilosa, reduzem os teores de nutrientes na parte aérea de plantas de *Eucalyptus sp.*, possivelmente em razão da redução no volume de solo explorado pelas raízes.

Outra forma de se avaliar a qualidade estrutural do solo é pela distribuição de poros por tamanho (Tabela 3). Os valores de microporosidade não foram diferentes entre os povoamentos, entretanto apresentaram diferenças significativas com relação à macroporosidade. Conforme observado na Tabela 3, houve uma variação de 0,02 a 0,18 m³m⁻³ entre os povoamentos em relação aos macroporos, tendo o PMN apresentado os maiores valores. Os valores de macroporosidade apresentados pelos povoamentos PHB, PE e PP estão abaixo das condições ideais estabelecidas por Baver *et al.* (1972). Apenas no povoamento PMN foram observados valores que atendem a uma condição ideal, conforme descrito por Da Ros *et al.* (1997). Valores de macroporosidade inferiores ao povoamento PMN também foram observados por Cavenage *et al.* (1999) para o cerrado (0,12 m³m⁻³), mata ciliar (0,14 m³m⁻³), *Pinus sp.* (0,14 m³m⁻³) e *Eucalyptus sp.* (0,09 m³m⁻³).

Tabela 2. Argila dispersa em água (ADA) e índice de floculação (IF) do solo estudado sob diferentes povoamentos florestais.

Table 2. Water-dispersible-clay (ADA) and flocculation index (IF) of studied soils of several forest settlements.

Povoamentos	ADA	IF
	----g.kg ⁻¹ ----	----%----
PP	110b	76a
PE	230a	55c
PHB	120b	77a
PMN	200a	67b

Médias de tratamentos, seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Tabela 3. Densidade do solo (Ds), densidade de partícula (Dp), microporosidade (Micro), macroporosidade (Macro), diâmetro médio geométrico dos agregados (DMG) e permeabilidade (PERM) do solo estudado sob diferentes povoamentos florestais.

Table 3. Soil density (Ds), particle density (Dp), microporosity (Micro), macroporosity, (macro), geometric average diameter of aggregates (DMG) and soil permeability (PERM) for several forest settlements.

Povoamentos	Ds	Dp	Micro	Macro	DMG	PERM
	-----g.cm ⁻³ -----		-----m ³ .m ⁻³ -----		---mm---	--mm.h ⁻¹ --
PP	1,25a	2,68ab	0,46a	0,07b	2,44bc	40b
PE	1,27a	2,54b	0,47a	0,04bc	2,72b	40b
PHB	1,28a	2,58b	0,48a	0,02c	2,04c	57b
PMN	1,03b	2,75a	0,44a	0,18a	4,47a	139a

Médias de tratamentos, seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Os valores de diâmetro médio geométrico dos agregados (DMG) (Tabela 3) apresentaram variação de 2,04 a 4,47 mm. O PMN apresentou os maiores valores de DMG. Possivelmente, os maiores valores de DMG apresentados pelo PMN se devem ao maior grau de estruturação deste solo, condicionado pela maior presença de raízes que liberam exsudatos e elevam os teores de matéria orgânica do solo (Tabela 1) por meio da ciclagem bioquímica (formação, morte e decomposição de raízes finas), contribuindo para a estabilização dos agregados. Também pode ter contribuído para este efeito, a ampla diversidade de espécies arbóreas, que proporcionam sazonalidade na queda de folhas e, conseqüentemente, uma camada de serrapilheira mais rica em nutrientes, o que aumenta a atividade dos organismos do solo (Singh & Banerjee, 1980; Campos et al., 1995). Além disso, o PMN, por ser uma área livre ou com mínimas intervenções antrópicas, preserva a estrutura do solo. Os menores valores de DMG foram apresentados pelo PE, PP e PHB, podendo, possivelmente, serem atribuídos a danos na estrutura do solo, provocados por ocasião do preparo convencional. O PE apresentou baixos teores de matéria orgânica e valores de

DMG, quando comparado com o PMN. No entanto, apresentou os maiores valores de DMG entre os povoamentos exóticos, sendo que estes resultados estão de acordo com Singh & Banerjee (1980).

A permeabilidade variou de 40 a 139 mm h⁻¹ (Tabela 3). O PMN diferiu dos demais povoamentos, apresentando maior permeabilidade, em consonância com os valores de macroporosidade, densidade do solo (Tabela 3) e resistência do solo à penetração (Figura 1). Segundo Olson et al. (1986), estes valores para o PMN são classificados como altos. O PP, PE e PHB apresentaram os menores valores de permeabilidade, não diferindo entre si. Isto pode ser atribuído aos baixos valores de macroporosidade destes povoamentos, quando comparados ao PMN (Tabela 3).

Na Figura 1 são apresentados os valores de resistência à penetração (RP), ao longo do perfil do solo. Na profundidade de 0 a 15 cm, a RP obedece à seqüência: PP>PHB>PE>PMN, tendo os valores apresentado uma variação de 1,3 a 4,3 MPa. Os maiores valores de RP foram observados para a profundidade de 20 a 40 cm, com a seguinte tendência: PP>PE>PHB>PMN.

Nesta profundidade, a variação foi de 1,6 a 6,7 MPa. Para culturas agrícolas, de modo geral, de acordo com Arshad *et al.* (1996), em solos cuja resistência à penetração os valores encontram-se acima de 2,0 MPa, o crescimento de raízes é limitado. No entanto, em valores abaixo de 1,0 MPa, a resistência pode ser assumida como pequena. Grant & Lanfond (1993) consideram valores na faixa de 1,5 a 3,0 MPa, como restritivos ao desenvolvimento radicular.

O PP, PE e PHB apresentaram altos valores de resistência à penetração na profundidade

de 0 a 15 cm, sendo estes mais pronunciados de 15 a 40 cm de profundidade. Isso pode ser atribuído ao tráfego de máquinas agrícolas nestas áreas por ocasião do preparo de solo na implantação desses povoamentos. Embora o povoamento PMN tenha apresentado valores bem menores, houve uma tendência de adensamento na profundidade de 20 a 40 cm, provocando um deslocamento da curva nesta profundidade, aumentando os valores de resistência à penetração.

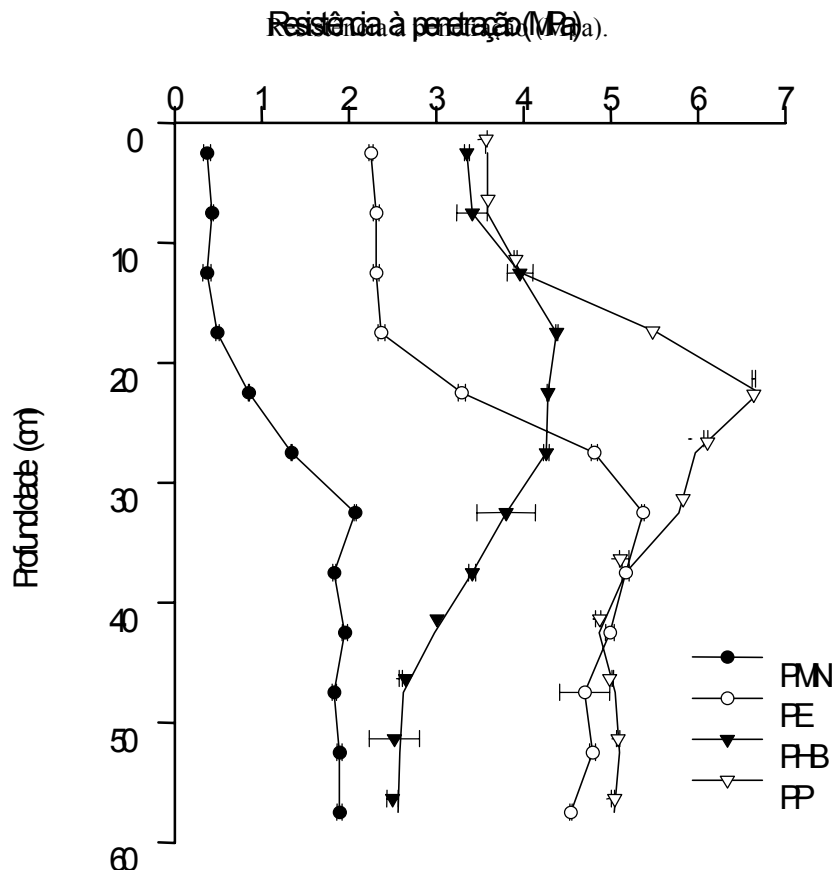




Figura 1. Valores de resistência à penetração do solo estudado sob diferentes povoamentos florestais; médias de 20 repetições.

Figure 1. Values of soil penetration resistance for several forest settlements; average of 20 repetitions.

Com exceção do PHB, os povoamentos apresentaram um gradiente crescente de resistência à penetração com o aumento de profundidade, atingindo resistência máxima na camada de 20 a 40 cm. As mesmas tendências foram verificadas em sistemas florestais por Ferreira (1998) e Oliveira Júnior (1998), e em sistema agrícola e cerrado nativo por Beutler et al. (2001). As camadas compactadas encontradas

nos povoamentos PE e PP possivelmente ocorreram por ocasião do preparo do solo na área onde foram implantados, permanecendo ao longo dos anos. Estes povoamentos florestais não foram capazes de recuperar a condição natural do solo (PMN). O gradiente crescente de resistência à penetração na camada de 20 a 40 cm para a mata nativa, pode ser atribuído aos

processos pedogenéticos do solo, sendo este denominado adensamento.

As camadas compactadas no PP, PE e PHB podem influenciar negativamente o crescimento do sistema radicular das plantas, a absorção de nutrientes pelo impedimento do fluxo d'água no solo, além de reduzir a disponibilidade de água (menor armazenamento).

4. CONCLUSÕES

No tocante à permeabilidade do solo, a ordem de afastamento da condição de mata nativa foi a seguinte: PP = PE > PHB.

O maior valor de resistência do solo à penetração foi verificado para o PP, seguido do PE e PHB, tendo o PMN apresentado o menor valor.

Os atributos permeabilidade do solo à água e resistência do solo à penetração, utilizados como indicadores da qualidade da estrutura do solo, apresentam boa performance na distinção dos efeitos proporcionados pela introdução dos povoamentos exóticos, contribuindo para o monitoramento da qualidade do solo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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: Soil Science Society of America, 1996. p.123-141. (SSAA Special Publication, 49)
- BAVER, L. D.; GARDNER, W. H.; GARDNER, W. R. **Soil physics**. 4. ed. New York: John Wiley, 1972. 529 p.
- BEUTLER, A. N.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p.167-177, jan./mar. 2001.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986a. v.1, p.363-375.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. **Partycle density**. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986b. v. 1, p. 377-382.
- BORGES, E. N.; NOVAES, R. F.; BARROS, N. F.; COSTA, L. M.; NEVES, J. C. L. Respostas de mudas de eucalipto à camadas compactadas de solo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 10, n. 4, p. 181-195, out./dez. 1986
- 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 de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 121-126, jan./abr. 1995.
- CASTRO, O. M. de; VIEIRA, R. S. Condutividade hidráulica de um Latossolo Roxo sob três sistemas de preparo. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO "SOLO SUELO 96", 13., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: SBCS/SLACS, 1996. 1CD-ROM.
- CAVENAGE, A.; MORAES, M. L. T.; ALVES, M. C.; CARVALHO, M. C.; FREITAS, M. L. M.; BUZZETTI, S. Alterações nas propriedades de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 997-1003, out./dez. 1999.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomenda-

- ções para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, 1999. 359 p.
- DANIELSON, R. E.; SUTHERLAND, P. L. Porosity. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. v. 1, p. 443-461.
- 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.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. ver. E atual. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.
- FERREIRA, M. C. D. **Compactação do solo por tráfego de máquinas de colheita em um plantio florestal de *Eucalyptus saligna***. 1998. 82 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.
- GRANT, C. A.; LAFOND, G. P. The effects of tillage systems and crop sequences on soil bulk density and penetration resistance on a clay soil in Southern Saskatchewan. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 73, n. 2, p. 223-232, May. 1993.
- GROHMANN, F. Distribuição do tamanho de poros em três tipos de solo do estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 19, n. 21, p. 319-328, abr. 1960.
- KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. v. 1, p. 425-442.
- LIMA, J. M.; CURI, N.; RESENDE, M.; SANTANA, D. P. Dispersão do material de solo em água para avaliação indireta da erodibilidade de Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 85-90, jan./abr. 1990.
- LORIMER, M. S.; DOUGLAS, L. A. Effect of management practice on properties of a Victorian red brown earth. I. Soil physical properties. **Australia Soil Research**, Collingwood, v. 33, n. 5, p. 851-857, 1995.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. de. Composição florística e estrutura comunitária de um remanescente de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 167-182, dez. 1994.
- OLIVEIRA JÚNIOR, E. D. **Compactação do solo devido ao tráfego de carretas florestais com dois tipos de pneus inflados a diferentes pressões**. 1998. 67 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.
- OLSON, G. L.; McQUAID, B. F.; EASTERLING, K. N.; SCHEYER, J. M. Quantifying soil condition and productivity in Nebraska. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America. 1996. p. 357-369 (SSSA Special publication, 49).
- SINGH, K.; BANERJEE, S. P. State of soil aggregation under plantation forest and agriculture in Alluvial Soil of Doon Valley. **Van Vignyan**, v. 18, p. 31-38, 1980.
- SOIL SURVEY STAFF. **Soil survey manual**. 1951. 503 p. (Agricultural handbook, 18).

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. L. **Recomendação para o uso do penetrômetro de impacto - modelo IAA/Planalsucar - Stolf.** São Paulo: MIC/IAA/PNMCA-Planalsucar, 1983. 8 p. (Série penetrômetro de impacto – Boletim, 1).

VETTORI, L. **Métodos de análise de solos.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969. 24 p. (Boletim Técnico, 7).

VILELA, E. A.; RAMALHO, M. A. P. Análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, MG. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 71-79, jan./jun. 1979.