

RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM UM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO TÍPICO SOB DIFERENTES USOS

Marcelo Muniz Benedetti¹, Ivaniele Nahas Duarte¹, Heliomar Baleeiro de Melo Júnior¹, Elias Nascentes Borges²

1. Pós Graduandos em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia
(mbenedetti@ctc.com.br)
 2. Professor Doutor da Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia - Brasil
-

RESUMO

A degradação do solo provoca modificações nas suas propriedades físicas com reflexos na sua qualidade para a produção agrícola. Na fazenda Floresta do Lobo, município de Uberlândia, no Estado de Minas Gerais, conduziu-se um estudo com o objetivo de se avaliar a resistência do solo à penetração sob diferentes condições de uso. Foram avaliadas cinco situações distintas de manejo em um Latossolo Vermelho distrófico típico de textura argilosa. Os dados de resistência do solo à penetração indicaram variações significativas entre as profundidades estudadas. Os valores máximos de densidade do solo encontrados neste estudo não ultrapassaram os limites críticos ao desenvolvimento radicular. Menores valores de macroporosidade foram encontrados no tratamento de Plantio Convencional (PC). O estudo da resistência do solo à penetração mostrou-se intimamente relacionado com o teor de umidade e densidade do solo.

PALAVRAS-CHAVE: resistência do solo à penetração, densidade do solo, sistemas de manejo.

SOIL RESISTENCE TO PENETRATION IN OXISOL UNDER DIFERENT USES

ABSTRACT

Soil degradation causes changes in its physical properties with consequences in their capacity for agricultural production. An experiment was carried out at Floresta do Lobo farm, located at Uberlândia county, Minas Gerais State, to evaluate the resistance to soil penetration under different use conditions. Five different management situations were evaluated in a clay Oxisol. The data showed significant variations of resistance to penetration among the studied depths. The maximum reached density values found in this study did not exceeded the critical limits for root development. Lower values of macroporosity were found in the conventional tillage system treatment (PC). The study of soil penetration resistance demonstrated to be closely related to moisture content and soil density.

KEYWORDS: resistance to penetration, soil density and soil management systems.

INTRODUÇÃO

A agricultura moderna tem evoluído para sistemas de manejo que promovam o menor revolvimento do solo aumentando sua capacidade estrutural, favorecendo a retenção de água e nutrientes para benefício da cultura e conservação do recurso natural. Este novo conceito promove uma nova dinâmica nos estudos agronômicos com o objetivo de avaliar seus benefícios e desafios tecnológicos encontrados neste modelo de manejo.

Muitos autores têm apresentado definições para a qualidade do solo, dentre estas se destaca a definição de KARLEN & STOTT (1994), que define uma série de atributos dos solos para avaliar sua qualidade em relação à erosão hídrica, tais como: teores de matéria orgânica, densidade do solo, porosidade, resistência do solo à penetração e permeabilidade do solo à água.

A resistência do solo à penetração é um atributo que pode indicar a qualidade dos solos para a produção das culturas. Esta resistência pode ser restritiva ao crescimento de plantas acima de valores que variam entre 1,5 a 3,0 MPa, segundo ARSHAD et al. (1996), sendo admitido valores superiores a cinco MPa em sistema de plantio direto consolidado.

A redução do teor de água no solo aumenta a resistência à penetração decorrente da maior coesão entre as partículas, dificultando comparações entre sistemas de manejo, como observado por BELTRAME et al. (1981). Uma comparação entre dois sistemas de manejo do solo, cultivo convencional e plantio direto, utilizando como testemunha mata nativa, avaliou a resistência à penetração em Latossolo Roxo, verificando que a maior resistência foi encontrada no sistema convencional, na ordem de 1,14 e 1,24 MPa, seguida do plantio direto, na ordem de 0,93 e 0,99 MPa, e mata nativa, com valores de 0,34 e 0,31 MPa, respectivamente, para as profundidades de 0-15 e 15-30 cm (BALDISSERA et al., 1994).

Em solos tropicais na região dos cerrados, as temperaturas mais elevadas aceleram a decomposição da matéria orgânica levando a necessidade de continuo aporte para manter a estrutura do solo em condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas. É fundamental que se promova estudos que visem incluir culturas de rotação e de cobertura vegetal, a fim de promover a melhoria dos atributos físicos do solo importantes para a manutenção da sua qualidade.

O trabalho desenvolvido teve por objetivo avaliar a resistência do solo à penetração sob diferentes níveis de umedecimento do solo, comparando seu efeito em cinco sistemas de manejo.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi conduzido na fazenda Floresta do Lobo município de Uberlândia – MG (19° 05' sul e 48° 08' oeste) e altitude 960m. Esta área compõe as unidades experimentais utilizadas pelo Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia. Segundo a classificação de Köppen, o clima é Aw (Tropical estacional de Savana). O solo foi anteriormente classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico textura argilosa fase cerrado relevo plano a suave ondulado (EMBRAPA, 1999).

Os sistemas de manejo estudados foram: área de pinus com pastejo (PP); área com eucalipto por cinco anos (EUC); área de integração lavoura-

pecuária (INT); área com plantio convencional de soja em sucessão a milho (PC) e Cerrado Natural (CN) como testemunha referencial.

Os atributos físicos avaliados nestes sistemas foram: umidade, densidade do solo e porosidade conforme recomendado pela EMBRAPA (1997), e resistência do solo a penetração.

A densidade do solo foi obtida segundo BLAKE & HARTGE (1986a), em amostras com estrutura não deformada coletadas com amostrador de Uhland. Determinou-se o volume total de poros segundo DANIELSON & SUTHERLAND (1986). A microporosidade foi determinada em amostras com estrutura não deformada, previamente saturadas durante 24 h, utilizando-se mesa de tensão com 60 cm de altura de coluna de água, sendo a macroporosidade obtida pela diferença entre porosidade total e microporosidade (GROHMANN, 1960).

Determinou-se a resistência à penetração vertical por meio do penetrômetro de impacto (modelo IAA/PLANALSUCAR STOLF), segundo método de STOLF et al. (1983). Para a feitura dos cálculos os valores obtidos em kgf cm⁻² foram multiplicados pela constante 0,098 para transformação em unidades MPa. No campo foram utilizados quatro anéis com diferentes teores de água (0, 3, 6 e 12 Litros), instalados 24h antes de se realizar as leituras no penetrômetro. Na tabela 1, são apresentadas as classes de resistência à penetração adaptadas do SOIL SURVEY STAFF (1993).

A análise estatística dos resultados consistiu de análises de variância, segundo delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, incluindo-se a profundidade do solo como subfator. Foi utilizado o teste de Scott & Knott (SCOTT & KNOTT, 1974) a 5% para comparação entre as médias nos sistemas de manejo. Foram também estabelecidas correlações de regressão entre os atributos estudados.

TABELA 1. Classes de resistência do solo à penetração (1)

Classes	Resistência à penetração
	Mpa
Extremamente baixa	<0,01
Muito Baixa	0,01 0,1
Baixa	0,1 1,0
Moderada	1,0 2,0
Alta	2,0 4,0
Muito Alta	4,0 8,0
Extremamente alta	> 8,0

(1) Adaptadas de SOIL SURVEY STAFF (1993).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de resistência a penetração não apresentaram diferença significativa dentro de cada profundidade estudada; apresentando variações com o efeito da profundidade conforme observado na tabela 2. Houve correlações significativas (P<0,05) entre todos os tratamentos nas profundidades 0 – 8 cm e 8 – 15 cm, sendo que as diferenças entre os tratamentos ocorreram apenas na profundidade de 16 – 25 cm.

Os maiores valores de resistência do solo à penetração ocorreram na profundidade de 16 – 25 cm nos tratamentos INT e PC que não apresentaram diferenças significativas entre suas médias. Os valores obtidos nos dois tratamentos não ultrapassaram o limite baixo da classificação de resistência do solo à penetração apresentados na tabela 1. O menor valor de resistência do solo à penetração foi encontrado no tratamento EUC com 0,13 MPa na profundidade de 0 a 8 cm. Este tratamento apresentou valor inferior ao tratamento testemunha CN com valor de 0,19 Mpa.

A densidade do solo apresenta implicações diretas sobre a porosidade, infiltração de água no solo e resistência à penetração. Os valores de densidade do solo variaram de 1,17 a 1,31 MPa de mínimo a máximo para todos os tratamentos (Tabela 2). Estes resultados foram inferiores a 1,40 Mg m⁻³, que restringe o crescimento radicular em solo argiloso segundo ARSHAD et al. (1996)

A porosidade total determinada pela soma da macro e microporosidade variou inversamente com a densidade do solo; a amplitude dos valores foi de 48,30 a 53,16 %. A maior diferença pode ser observada quando comparado os tratamentos de PP e PC, o que mostra o efeito inverso da diminuição do total de poros. É possível também observar nestes tratamentos que os valores mais altos de densidade contribuíram significativamente para a redução da macroporosidade variando de 12,65% em densidade de 1,18 g dm⁻³, diminuída para 6,40% em densidade de 1,31 g dm⁻³ (Tabela 2).

TABELA 2. Atributos físicos de Latossolo Vermelho distrófico típico, em diferentes profundidades e sistemas de manejo.

Manejo	Umidade	RP	Ds	Macroporo	Microporo	VTP
	%	MPa	g dm ⁻³		%	
0-8 cm						
CN	29,56	0,19A	1,22	10,04	40,18	50,22
PP	26,73	0,27A	1,21	12,65	39,55	52,20
EUC	27,94	0,13A	1,20	8,20	41,48	49,68
INT	27,70	0,15A	1,27	7,32	42,65	49,97
PC	26,82	0,22A	1,31	4,53	41,88	46,41
8-16 cm						
CN	28,93	0,45B	1,22	10,04	40,18	50,22
PP	26,50	0,60B	1,18	12,65	40,51	53,16
EUC	26,89	0,42B	1,20	8,20	41,48	49,68
INT	26,31	0,49B	1,27	7,32	42,65	49,97
PC	28,10	0,54B	1,31	4,53	41,88	46,41
16-25 cm						
CN	28,57	0,63B	1,17	12,35	38,20	50,55
PP	26,86	0,64B	1,18	10,70	40,51	51,21
EUC	27,20	0,59B	1,23	9,58	41,03	50,61
INT	25,66	0,80C	1,25	9,73	41,16	50,89
PC	28,07	0,81C	1,31	6,40	41,90	48,30

Valores médios: Ds: densidade do solo: VTP: Volume total de poros: RP: Resistência à penetração. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott & Knott (P≤0,05).

Os valores de umidade mostraram uma tendência inversa à resistência do solo à penetração nas três profundidades avaliadas, como pode ser observado nas figuras 1, 2 e 3. Após o molhamento dos anéis 24h antes da amostragem, as avaliações de umidade nas três profundidades ficaram entre 23,55 e 30,39% para valor mínimo e máximo respectivamente. Observa-se que em algumas profundidades houve variações contrárias à tendência em situações de umidades muito próximas.

O tratamento EUC apresentou o menor valor de resistência à penetração nas profundidades de 0 – 8 cm e 8 – 15 cm em umidades que não ultrapassaram 29% (Figuras 1 e 2). Na profundidade de 16 – 25 cm o tratamento PP foi inferior ao tratamento EUC ficando próximo de 0,5 MPa. Já a profundidade de 08 – 15 cm, pode-se observar um efeito de igualdade entre todos os tratamentos próximos a 29% de umidade (Figura 2).

Os maiores valores de resistência à penetração foram encontrados na profundidade de 16 – 25 cm para os tratamentos INT, PP e PC variando entre 0,98, 1,00 e 1,08 MPa respectivamente (Figura 3).

Os valores de resistência à penetração estão compreendidos nas classes baixa a moderada (Tabela 1), estando também abaixo dos limites críticos de impedimento ao desenvolvimento radicular, os quais, conforme GRANT & LANFOND (1993), variam de 1,5 a 3,0 MPa. Para ARSHAD et al. (1996), estes valores variam de 2,0 a 4,0 MPa.

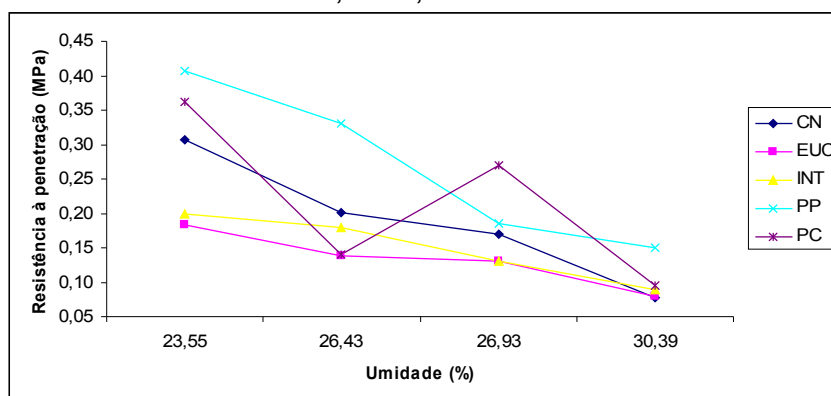


FIGURA 1. Resistência à penetração em Latossolo Vermelho distrófico típico sob diferentes teores de umidade e sistemas de manejo, na profundidade de 00 - 08 cm.

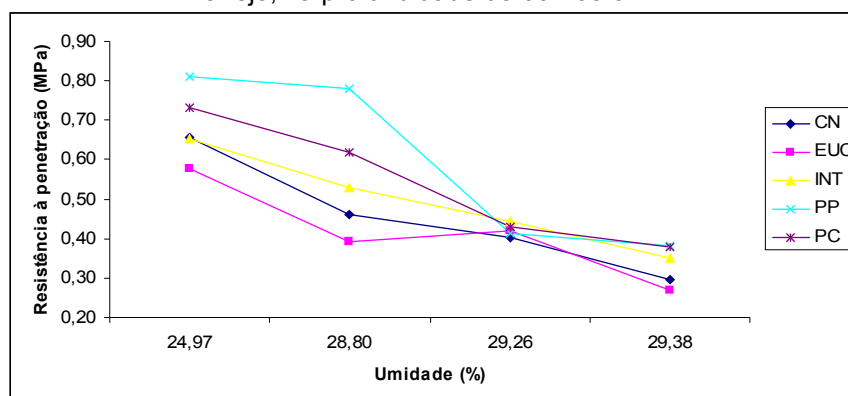


FIGURA 2. Resistência à penetração em Latossolo Vermelho distrófico típico sob diferentes teores de umidade e sistemas de manejo, na profundidade de 08 – 15 cm.

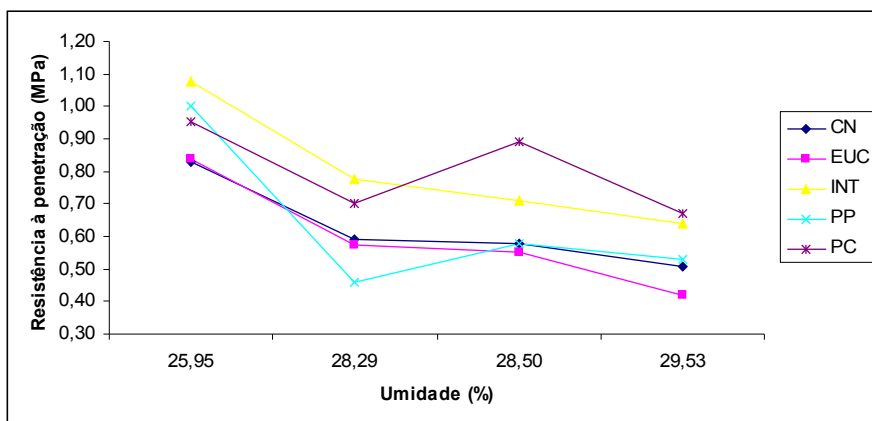


FIGURA 3. Resistência à penetração em Latossolo Vermelho distrófico típico sob diferentes teores de umidade e sistemas de manejo na profundidade de 16 – 25 cm.

As análises de regressão foram testadas para diferentes composições entre os tratamentos, médias e profundidades. Foi obtido resultado positivo apenas na correlação CN e PP, com valores de R^2 de 0,95, 0,85 e 0,78 para as profundidades 0 – 8, 8 – 15 e 16 – 25 cm respectivamente. Além dos dados de resistência à penetração se mostrarem intimamente relacionados com o teor de umidade, dentre os cinco tratamentos, o PP foi o que mais se aproximou à condição natural de preservação devido sua alta correlação com o tratamento testemunha CN (Figuras 4, 5 e 6).

Em geral, houve pouca variação nos valores de resistência à penetração, bem como nos teores de umidade observado em cada profundidade nas figuras apresentadas abaixo. Estes efeitos nos valores não promoveram condições restritivas ao desenvolvimento radicular das culturas conforme citado por GRANT & LANFOND (1993).

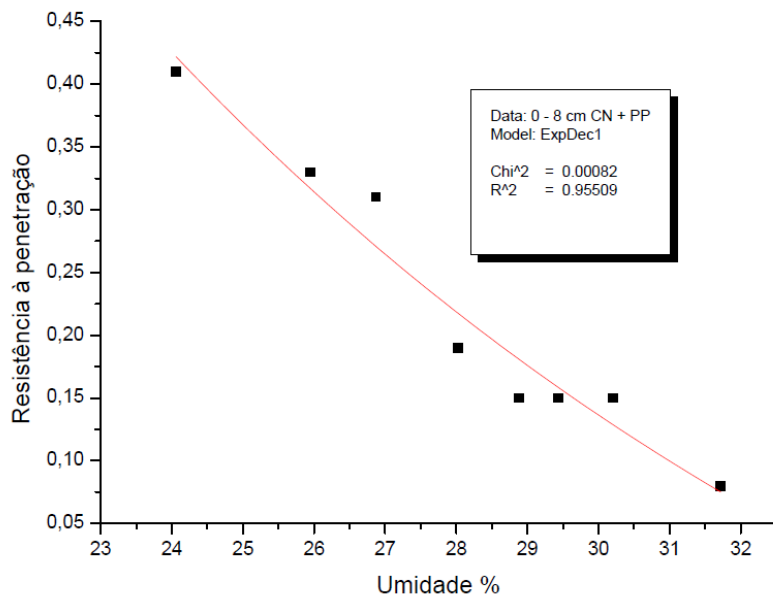


FIGURA 4. Correlação da resistência à penetração em Latossolo Vermelho distrófico típico em diferentes níveis de umidade para os tratamentos CN e PP na profundidade de 0 – 8 cm.

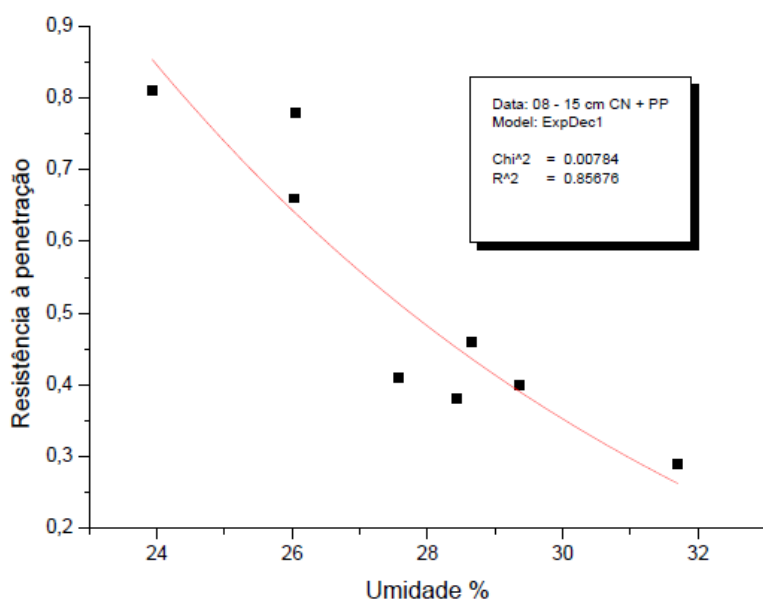


FIGURA 5. Correlação da resistência à penetração em Latossolo Vermelho distrófico típico em diferentes níveis de umidade para os tratamentos CN e PP na profundidade de 8 – 15 cm.

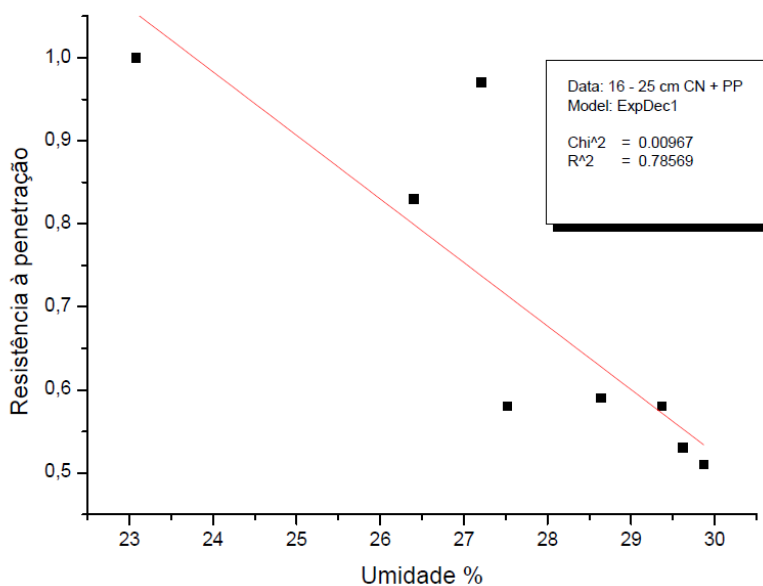


FIGURA 6. Correlação da resistência à penetração em Latossolo Vermelho distrófico típico em diferentes níveis de umidade para os tratamentos CN e PP na profundidade de 16 – 25 cm.

CONCLUSÕES

A resistência do solo à penetração mostrou-se altamente relacionada com o teor de água e densidade do solo.

As diferentes formas de manejo do solo promoveram alterações na resistência do solo à penetração.

Foram encontradas correlações positivas para os tratamentos CN e PP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARSHAD, M.A.; LOWERY, B. & GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W. & JONES, A.J., eds. Methods for assessing soil quality. Madison, **Soil Science Society of America**. 1996. p. 123-141 (SSSA Special publication 49).

BALDISSERA, I.T.; VEIGA, M.; TESTA, V.M.; JUCKSCH, I. & BACIO, I.L.Z. Características físicas em solos de Santa Catarina sob diferentes sistemas de manejo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10., 1994, Florianópolis. **Resumos**. Florianópolis, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1994. p.416-417.

BELTRAME, L.F.C.; GONDIM, L.A.P. & TAYLOR, F.C. Estrutura e compactação na permeabilidade de solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 5:145-149, 1981.

BLAKE, G.R. & HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A., ed. **Methods of soil analysis**. Part 1. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, 1986a. p.363-375.

DANIELSON, R.E. & SUTHERLAND, P.L. Porosity. In: KLUTE, A., ed. **Methods of soil analysis**. 2.ed. Part 1. Madison, American Society of Agronomy, 1986. p.443-461.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análises do solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1999. 412p.

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**., 73:223-232, 1993.

GROHMANN, F. Distribuição do tamanho de poros em três tipos de solo do Estado de São Paulo. **Bragantia**, 19:319-328, 1960.

KARLEN, D.L. & STOTT, D.E. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.;

BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, **Soil Science Society of America**, 1994. p.53-72 (SSSA Special Publication, 35)

SCOTT, A.J & KNOTT, M. Accouter analysis methods for grouping means in the analysis of variants. **Biometrics**, 30:507-512, 1974.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil survey manual**. Washington, USDASCS. U.S. Gov. Print. Office, 1993. 437p. (Handbook, 18)

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