



Porosidade e densidade de um Latossolo Vermelho degradado e sua recuperação com calagem, gessagem e adubação verde

Poliana Aparecida Leonel Rosa⁽¹⁾; Marlene Cristina Alves⁽²⁾; Ligia Maria Lucas Videira⁽³⁾; Nayara Fernanda Siviero Garcia⁽⁴⁾; Mariele de Souza Penteadó⁽⁵⁾; Mayara Rodrigues⁽⁶⁾

(1), (3), (4), (5) Pós-graduandas em Agronomia-Sistema de Produção; Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; Ilha Solteira, São Paulo; polirosa1@hotmail.com.

(2) Professora Titular do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos (DEFERS); Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

(6) Graduanda em Agronomia; Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

RESUMO: A recuperação de áreas degradadas é um processo lento, e uma alternativa para a minimização dos problemas de compactação do solo é o acréscimo de matéria orgânica. O objetivo do trabalho foi estudar a recuperação da porosidade e densidade de um Latossolo degradado, por meio da introdução de cobertura ao solo, adubação verde e aplicação de calcário e gesso ao mesmo. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com sete tratamentos e quatro repetições. Tratamentos: 1) SM - Solo mobilizado (vegetação espontânea); 2) MP - mucuna-preta – (*Stizolobium aterrium*); 3) G/FP - feijão-guandu (*Cajanus cajan*) até 1994, após substituído por feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); 4) C+MP-calcário+ MP; 5) C+G/FP- C+G até 1994, após substituído por FP; 6) C+Ge+MP- C+Gesso+MP; 7) C+Ge+G/FP- C+Ge+G até 1994, após substituído por FP. E duas testemunhas: SE (Solo exposto sem técnica de recuperação) e MA (Mata nativa de Cerrado). Em 1999 semeou-se *Urochloa decumbens* em toda a área. Os atributos físicos estudados foram: Porosidade Total, Macroporosidade, Microporosidade e Densidade do solo, em três camadas de solo (0,00–0,10; 0,10–0,20 e 0,20–0,40 m), no ano de 2014. Os tratamentos adotados proporcionaram efeitos positivos sobre os atributos físicos desse solo, verificando-se efeitos até a profundidade de 0,20 m.

Termos de indexação: macroporosidade, microporosidade, *Urochloa decumbens*

INTRODUÇÃO

O uso inadequado do solo resulta em alterações nos seus constituintes, muitas vezes irreversíveis. Solos com sua estrutura original modificada são solos degradados, geralmente consequência de intensa compactação, assim perdem sua

capacidade física de continuarem produtivos e de dar sustentação às culturas.

A recuperação de áreas degradadas é um processo lento, e uma alternativa para a minimização dos problemas de compactação do solo é o acréscimo de matéria orgânica ao mesmo, pois os agregados deste aumentam e contribuem para o equilíbrio da sua porosidade. A manutenção de restos vegetais na área, a prática da adubação verde, colabora para melhorar as condições físicas do solo, para o bom desenvolvimento e produtividade das plantas (Silva et al., 2012).

A densidade tem sido um dos atributos físicos utilizados para avaliação do estado estrutural do solo (Spera et al., 2004), além de possuir estreita relação com outros atributos como porosidade total (Ferreira et al., 2010), também tem grande importância agrônômica quando empregada como indicador do estado de compactação do solo. Deste modo o objetivo desse trabalho foi avaliar o grau de recuperação de um Latossolo degradado, após 22 anos de diferentes intervenções para sua recuperação, por meio dos estudos da sua porosidade e densidade solo.

MATERIAL E MÉTODOS

A condução do trabalho se deu na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS. A área está situada entre as coordenadas geográficas de 51° 24' de longitude oeste de Greenwich e 20° 22' de latitude sul, com altitude de 339 metros.

A região é classificada com tipo climático Aw de acordo com Köppen, com médias anuais de: precipitação 1370 mm, temperatura 23,5° C e umidade relativa do ar 70-80 %. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Escuro distrófico (Demattê, 1980), textura média (302, 172, 526 g kg⁻¹ de argila, silte, areia, respectivamente) e



muito profundo. Com base na nomenclatura atual é um Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2013).

O experimento iniciou-se no ano de 1992 em um subsolo exposto desde 1969, pela remoção de uma camada de solo de 8,6 m de espessura, usada para a terraplanagem e fundação da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, SP (Alves, 2001).

Tratamentos e amostragens

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições, sendo que cada parcela possuiu área de 100 m² (10x10m), e cada bloco espaçamento de 2 m entre si. Foram utilizados os seguintes tratamentos: 1) SM/B: Solo mobilizado e ocorrência de vegetação espontânea; 2) MP/B: Semeadura de Mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy); 3) G/FP/B: Semeadura de Feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), até 1994, após substituído por Feijão-de-porco; 4) C+MP/B: Aplicação de Calcário + Semeadura de Mucuna-preta; 5) C+G/FP/B: Aplicação de Calcário + Semeadura de Feijão-guandu até 1994, após substituído por Feijão-de-porco; 6) C+Ge+MP/B: Aplicação de Calcário e Gesso + Semeadura de Mucuna-preta; 7) C+Ge+G/FP/B: Aplicação de Calcário e Gesso + Feijão-guandu, até 1994, após substituído por Feijão-de-porco e, duas Testemunhas: -SE: Solo exposto (sem técnica de recuperação) e -MA: Vegetação nativa de Cerrado.

Em fevereiro de 1999 realizou-se a semeadura de *Urochloa decumbens* (braquiária) em toda área experimental com intuito de acrescentar matéria orgânica ao solo.

Foram realizados no ano de 2014 os estudos da: porosidade total, macroporosidade, microporosidade e densidade do solo utilizando metodologias da Embrapa (1997). Para essas análises foram coletadas amostras indeformadas de solo com anel volumétrico, em três profundidades: 0,00–0,10; 0,10–0,20 e de 0,20–0,40 m e em três repetições por parcela.

Análise estatística

Os dados foram analisados efetuando-se a análise de variância, e teste de Scott-Knott para as comparações de médias ao nível de 5 % de probabilidade. Foi usado o programa computacional Sisvar (Ferreira, 2011), para a realização da análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na **tabela 2**, pode-se observar que a macroporosidade ultrapassou o limite crítico em

todos os tratamentos na camada superficial do solo (0-0,10 m), e nos tratamentos onde foram combinados C+MP na camada de 0,10-0,20 m. Na camada de 0,20-0,40 m nenhum tratamento superou esse valor crítico de macroporosidade do solo. De acordo com Greenland (1981), as plantas só conseguem se desenvolver, quando o solo apresenta uma macroporosidade acima do valor crítico de 0,10 m³ m⁻³.

Um solo é classificado como ideal para o desenvolvimento das plantas, segundo Kiehl (1979), quando apresenta uma proporção de 50% de porosidade total (1/3 macroporos e 2/3 microporos), que seriam representados por 0,17 m³ m⁻³ de macroporos e 0,33 m³ m⁻³ de microporos. Os valores de macroporosidade que mais se aproximaram dos valores de um solo ideal para cultivo, foram daqueles tratamentos onde utilizou-se a combinação de C+MP, e Feijão-de-porco após o Guandu na camada superficial do solo (0-0,10 m).

Para a microporosidade, em nenhum dos tratamentos esse solo atingiu os 2/3 de microporos considerados ideal para cultivo. Portugal et al. (2008) relataram que os microporos são responsáveis pelo armazenamento de água disponível, valores baixos ou reduções acentuadas de microporosidade prejudicam principalmente o armazenamento de água no solo, e o seu aumento pode indicar compactação do solo, quando associado à diminuição da macroporosidade. Um elevado índice pode resultar em uma aeração deficiente quando o solo estiver próximo à capacidade de campo, uma vez que grande proporção dos microporos estará ocupada por água, dificultando a atividade microbiana e a respiração radicular das plantas (Wendling et al., 2003).

A porosidade total trata-se da soma da macro e da microporosidade. Esta não alcançou o valor de 0,50 m³ m⁻³ (50% de poros) para nenhum dos tratamentos em nenhuma das camadas, apenas o tratamento que mais se aproximou desse valor foi novamente aquele onde foi combinado C+MP (0,44 m³ m⁻³) na camada superficial do solo. Valores elevados de porosidade total não demonstram que o solo em questão está em condições adequadas para cultivo, isto depende do percentual de macro e de microporos estarem próximos do ideal ou não para o desenvolvimento da planta. A distribuição do tamanho de poros é crucial para avaliar a qualidade da estrutura do solo. A perda desta estrutura implica numa diminuição da sua qualidade e produtividade (Taboada-Castro et al., 2009).

Em relação à densidade do solo, Reichert et al. (2003) consideram como densidade crítica, para o bom desenvolvimento do sistema radicular, valor igual a 1,55 g cm⁻³ para solos de textura média. Os valores de densidade do solo encontrados nesse



trabalho, na camada superficial (0-0,10 m) são inferiores ao valor crítico de densidade citado por estes autores, o que provavelmente ocorre devido ao maior acúmulo de matéria orgânica concentrar-se superficialmente no solo.

Nas demais camadas, os valores de densidade do solo estão acima do valor crítico, exceto o valor do tratamento onde foi utilizado Feijão-de-porco após o Guandu na camada de 0,10-0,20 m. Valores mais reduzidos de densidade do solo geralmente são um indicativo de bom volume de macroporos no solo, reduzida resistência à penetração das raízes, aumento na concentração de oxigênio, difusão mais rápida de nutrientes e de oxigênio e maior taxa de mineralização da matéria orgânica no solo (Stone et al., 2002). Esses resultados, quando comparados à estudos realizados por Alves (2001) e por Alves et al. (2012) nessa mesma área, retratam a evolução positiva dos atributos físicos desse solo ao longo dos anos (**Tabela 1 e 2**).

CONCLUSÕES

O acréscimo da matéria orgânica, por meio dos adubos verdes e da forrageira *Urochloa decumbens*, e a aplicação de calcário proporcionaram efeitos positivos sobre a porosidade e a densidade desse solo.

Os efeitos dos tratamentos adotados para a recuperação do solo estão sendo verificados até a profundidade de 0,20 m do solo, e o tratamento com Feijão-de-porco após o Guandu, sem correção do solo é o que tem se mostrado mais vantajoso nesta recuperação.

REFERÊNCIAS

ALVES, M.C. Recuperação do subsolo de um Latossolo Vermelho usado para terrapleno e fundação da usina hidrelétrica de Ilha Solteira - SP. Ilha Solteira, 2001. 83p. Tese (Livre Docência em Solos) - Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

ALVES, M.C.; NASCIMENTO, V.; SOUZA, Z.M. Recuperação em área de empréstimo usada para construção de usina hidrelétrica. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 16:887-893, 2012.

DEMATTE, J. L. I. Levantamento detalhado dos solos do Campus Experimental de Ilha Solteira (SP). Piracicaba: ESALQ/USP, 1980. 131p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1997. 212p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos.

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353p.

FERREIRA, R. R. M.; FILHO, J. T.; FERREIRA, V. M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. Semina: Ciências Agrárias, 31:913-932, 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, 35:1039-1042, 2011.

GREENLAND, D. J. Soil management and soil degradation. Journal of Soil Science, London, 31:301-322, 1981.

KIEHL, E. J. Manual de edafologia: relação solo-planta. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 264p.

PORTUGAL, A. F. et al. Atributos químicos e físicos de um cambissolo háplico Tb distrófico sob diferentes usos na Zona da Mata Mineira. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32:249-258, 2008.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. Revista Ciências Ambientais, 27:29-48, 2003.

SILVA, C. A. T.; CEZAR, T. C. M.; NÓBREGA, L. H. P. Porosidade de Latossolos e práticas de manejo agrícola para a conservação do solo. Revista Varia Scientia Agrárias, 2:153-164, 2012.

SPERA, S. T. et al. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 28:533-542, 2004.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Efeitos do sistema de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 35:835-841, 2002.

TABOADA-CASTRO, M. M. et al. Revegetation on a removed topsoil: effect on aggregate stability. Communications in Soil Science and Plant Analysis, New York, 40:771-786, 2009.

WENDLING, B. et al. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 40:487-494, 2003.



Tabela 1. Macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo do subsolo exposto, determinados antes da implantação do experimento (1992), Selvíria, MS.

Camada (metros)	Macroporosidade	Microporosidade	Porosidade Total	Densidade do solo
	----- m ³ m ⁻³ -----			kg dm ⁻³
0,00-0,10	0,10	0,25	0,35	1,52
0,10-0,20	0,08	0,25	0,33	1,69
0,20-0,40	0,07	0,26	0,33	1,74

Fonte: Alves (2001)

Tabela 2: Valores médios para a macroporosidade (m³ m⁻³), microporosidade (m³ m⁻³), porosidade total (m³ m⁻³), densidade do solo (kg dm⁻³), teste F e coeficiente de variação (CV%), nas camadas de solo estudadas (0-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m), Selvíria, MS. 2014.

Tratamentos	Macroporosidade	Microporosidade	Porosidade Total	Densidade do Solo
0,00-0,10 m				
SM/U	0,14 b	0,24 a	0,42 b	1,44 b
MP/U	0,15 b	0,26 a	0,43 b	1,45 b
G/FP/U	0,16 b	0,25 a	0,43 b	1,42 b
C+MP/U	0,16 b	0,24 a	0,44 b	1,46 b
C+G/FP/U	0,13 b	0,24 a	0,41 b	1,50 b
C+Ge+MP/U	0,16 b	0,26 a	0,42 b	1,46 b
C+Ge+G/FP/U	0,13 b	0,25 a	0,41 b	1,48 b
MA	0,25 a	0,25 a	0,49 a	1,18 c
SE	0,08 c	0,26 a	0,33 c	1,73 a
F	7,927*	2,902 ^{ns}	7,724*	18,774*
CV(%)	2,34	7,14	7,14	4,38
0,10-0,20 m				
SM/U	0,08 b	0,30 a	0,37 b	1,63 b
MP/U	0,10 b	0,29 a	0,38 b	1,59 b
G/FP/U	0,09 b	0,30 a	0,39 b	1,54 b
C+MP/U	0,11 b	0,27 a	0,38 b	1,63 b
C+G/FP/U	0,09 b	0,32 a	0,40 b	1,58 b
C+Ge+MP/U	0,11 b	0,29 a	0,40 b	1,59 b
C+Ge+G/FP/U	0,10 b	0,30 a	0,40 b	1,63 b
MA	0,24 a	0,27 a	0,51 a	1,29 c
SE	0,05 b	0,28 a	0,33 c	1,83 a
F	8,972*	1,939 ^{ns}	11,131*	24,065*
CV(%)	2,82	8,54	7,08	3,57
0,20-0,40 m				
SM/U	0,08 b	0,31 a	0,39 b	1,67 b
MP/U	0,10 b	0,28 b	0,41 b	1,63 b
G/FP/U	0,09 b	0,31 a	0,39 b	1,64 b
C+MP/U	0,09 b	0,31 a	0,40 b	1,67 b
C+G/FP/U	0,06 b	0,31 a	0,37 b	1,70 b
C+Ge+MP/U	0,08 b	0,31 a	0,39 b	1,65 b
C+Ge+G/FP/U	0,07 b	0,31 a	0,38 b	1,66 b
MA	0,22 a	0,25 c	0,47 a	1,32 c
SE	0,04 b	0,29 a	0,33 c	1,80 a
F	15,034*	4,556*	10,266*	19,782*
CV(%)	2,21	6,23	6,03	3,53

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

SM/U = Solo mobilizado até 1999, após implantada Urochloa; MP/U = Mucuna-preta até 1999 após substituída por Urochloa; G/FP/U = Guandu até 1994, após substituído por Feijão-de-porco e a partir de 1999 substituído por Urochloa; C+MP/U = Calcário+Mucuna-preta até 1999, após substituída por Urochloa; C+G/FP/U = Calcário+Guandu até 1994, após substituído por Feijão-de-porco e a partir de 1999 substituído por Urochloa; C+Ge+MP/U = Calcário+Gesso+Mucuna-preta até 1999 após substituída por Urochloa; C+Ge+G/FP/U = Calcário+Gesso+Guandu, até 1994, após substituído por Feijão-de-porco e a partir de 1999 substituído por Urochloa; MA = Mata nativa do Cerrado; SE = Solo exposto sem técnica de recuperação.