

COMPACTAÇÃO DE UM PLANOSSOLO EM FUNÇÃO DE SISTEMAS DE MANEJO

COMPACTION OF AN ALBAQUALF UNDER TILLAGE SYSTEMS

Cláudia Liane Rodrigues de Lima¹; Eloy Antonio Pauletto²; Algenor da Silva Gomes³; Marcelo Peske Hartwig⁴; Caio César Passianoto⁵

RESUMO

A compactação induzida por diferentes sistemas de manejo, pode limitar a produção de áreas constituídas por solos de várzea. O objetivo desse trabalho foi avaliar a compactação do solo a partir da quantificação da densidade e da porosidade total de um Planossolo em função de sistemas de manejo (semeadura direta, cultivo mínimo, convencional e pré-germinado) em um delineamento experimental em blocos casualizados. A amostragem foi realizada em 32 parcelas, em dois pontos aleatórios por parcela e duas profundidades (0,00-0,10 e 0,10-0,20 m), totalizando 128 amostras. Após saturadas com água por 48 horas e equilibradas no potencial (ψ) de -60 kPa as amostras foram pesadas e secadas em estufa a 105°C por 24 sistema de cultivo de arroz pré-germinado em relação ao de semeadura direta na camada superficial. Valores de densidade nos diferentes sistemas de manejo estiveram significativamente relacionados com a porosidade total, mais especificamente com a microporosidade do solo.

Palavras-chave: solos de terras baixas, solos de várzea, densidade do solo, porosidade do solo.

ABSTRACT

The soil compaction induced by different tillage systems may limit the crop yield of wetlands soils. The objective of this research was to quantify the bulk density and the total porosity of an Albaqualf under different tillage systems (no tillage, minimum tillage, conventional tillage and pre-germinated tillage), in an experimental design of randomized blocks. The sampling was realized in 32 plots, being two random sites by plot and two depths (0.00-0.10 m and 0.10-0.20 m), totaling 128 samples. After saturated in water and equilibrated in the potential (ψ) of -60 kPa, the samples were weighted and dried at 105°C during 24 hours. The results indicated that the bulk density was significantly larger in pre-germinated tillage than no tillage, in surface layer. The bulk density was significantly related with the total porosity, specifically with the soil microporosity, in the different tillage systems.

Key words: lowlands soils, wetlands soils, bulk density, soil porosity.

INTRODUÇÃO

Diante da problemática da produção de alimentos, a utilização mais racional dos solos de várzea surge como uma das alternativas viáveis para o incremento da produtividade agrícola. A importância para o processo produtivo fundamenta-se ao fato destes solos abrangerem, no Estado do Rio Grande do Sul, 5.400.000 hectares, o que representa

aproximadamente 20% da área total do estado, constituindo-se uma grande reserva potencial de terras.

A adoção de novas tecnologias associada à intensificação de operações altamente mecanizadas e de sistemas de manejo diferenciados surgiu em busca do incremento da produtividade agrícola. Estes fatores condicionam a resposta do solo à compactação, determinando o grau de alteração nas propriedades físicas (SOANE et al., 1982; CULLEY & LARSON, 1987; GYSI, 2001; ALAKUKKU et al., 2003). Dentre as alterações físicas comumente observadas em solos de várzea destacam-se o aumento de densidade e da resistência do solo à penetração, diminuição da porosidade e alteração na continuidade dos poros (MACHADO et al., 1997).

Em função de problemas naturalmente apresentados pelos solos de várzea, e de seu agravamento associado ao tipo de agricultura praticada (monocultivo) e do manejo inadequado, vêm se buscando alternativas que minimizem as alterações físicas, de modo a viabilizar a sua utilização de forma mais intensiva com arroz irrigado e ou com culturas de sequeiro, com aumentos de produtividade e menor agressão ao meio ambiente. Dentre as alternativas propostas, destaca-se a utilização do sistema de semeadura direta, por suas reconhecidas vantagens na conservação e recuperação de solos de terras baixas.

Quando se deseja, portanto, a obtenção de altos níveis de produtividade com menores custos e, menor possibilidade de degradação dos solos é necessário, que se conheçam as principais variáveis envolvidas no processo produtivo dos solos de várzea, utilizados principalmente com a cultura do arroz irrigado.

Diversos estudos têm sido realizados em solos de várzea da planície costeira do Estado do Rio Grande do Sul (PEÑA et al., 1996; PEDROTTI, 1996; PALMEIRA et al., 1999; LIMA et al., 2003). Considerando que ainda existe carência de estudos nestas áreas, este trabalho baseou-se na premissa de que parâmetros como a densidade do solo e a porosidade total podem ser utilizados para avaliar a compactação de um Planossolo em função de sistemas de manejo.

Nesse sentido, objetivou-se avaliar a compactação de um Planossolo a partir da quantificação dos parâmetros densidade do solo e porosidade total nos sistemas de cultivo de arroz semeadura direta, mínimo, convencional e pré germinado.

¹ Eng. Agríc. Dr. Pós Doutorado em Ciência do Solo, CCR/UFSM. Faixa de Camobi, Km 9, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). E-mail: clrlima@yahoo.com.br

² Eng Agr. Dr. Professor do Departamento de Solos da FAEM/UFPEL, Caixa Postal 354, CEP 96001-970, Pelotas (RS). E-mail: pauletto@ufpel.tche.br

³ Eng. Agr. MSc. Pesquisador da Embrapa, Clima Temperado, Caixa Postal 403, Br 393, Km 78, CEP 96001-970, Pelotas (RS). E-mail: gomesas@terra.com.br

⁴ Eng. Agríc., MSc. Doutorando em irrigação e drenagem da ESALQ / USP, Piracicaba (SP)

⁵ Eng. Agr. Doutor do Centro de Energia Nuclear na Agricultura CENA/USP, Caixa Postal 96, CEP 13400-970, Piracicaba (SP). E-mail: caiopassianoto@uol.com.br

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em um experimento de campo instalado desde 1995/1996 na Estação Experimental de Terras Baixas (ETB) da Embrapa, Clima Temperado, localizado no município do Capão do Leão, RS. A área total do experimento é de 4.610 m² implantada em blocos casualizados e quatro repetições, compreendendo os sistemas de manejo: (i) semeadura direta, (ii) convencional, (iii) mínimo e (iv) pré-germinado. O solo é classificado como Planossolo Hidromórfico Eutrófico solódico de textura média (410 g kg⁻¹ de silte, 460 g kg⁻¹ de areia e 130 g kg⁻¹ de argila) (EMBRAPA, 1999), pertencente à Unidade de Mapeamento Pelotas (BRASIL, 1973) e classificado como um Albaqualf (SOIL SURVEY STAFF, 1990).

A amostragem foi realizada no ano de 1999, em 32 parcelas, nas profundidades de 0,00–0,10 e de 0,10–0,20 m, distribuindo-se aleatoriamente dois pontos em cada parcela. Em cada ponto foi coletada uma amostra indeformada com anel volumétrico de 500 cm³, totalizando 128 amostras.

As amostras foram levadas ao laboratório de física do solo da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), saturadas com água por 48 horas e submetidas ao potencial (ψ): - 60 kPa, através do método da mesa de tensão, descrito no manual de métodos de análises de solo (EMBRAPA, 1997). Posteriormente, foram pesadas e secadas em estufa a 105°C por um período mínimo de 24 horas para a determinação da macroporosidade, da microporosidade e da porosidade total. A densidade do solo foi avaliada conforme BLAKE & HARTGE (1986).

Os resultados médios das variáveis analisadas nos diferentes sistemas de manejo foram comparados utilizando o teste que considera a diferença mínima significativa (dms) a 5% e por análises de regressão linear simples e múltipla "stepwise" (SAS, 1991).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de D_s nas profundidades de (a) 0,00-0,10 e de (b) 0,10-0,20 m são mostrados na Figura 1.

Não foi possível estabelecer diferenças significativas de D_s entre os sistemas de cultivo de arroz pré-germinado, mínimo e convencional. No entanto, foram observados valores significativamente superiores de D_s no sistema de cultivo de arroz pré-germinado em comparação ao sistema de semeadura direta na camada superficial (Figura 1a). Na camada de 0,00-0,20 m, o sistema de cultivo de arroz pré-germinado apresentou um valor médio superior de D_s , diferindo do sistema convencional de preparo de solo (Figura 1b).

Diferentes práticas de manejo associadas à utilização intensiva de máquinas agrícolas, condicionam alterações nos parâmetros físicos, mais especificamente sobre a densidade do solo. Trabalhos evidenciam que a densidade do solo é normalmente afetada pela pressão mecânica exercida sob o solo (BERTOL et al., 1998; BERTOL et al., 2000).

Associado a estes fatores, condições inadequadas de umidade do solo poderão aumentar a densidade (CAVENAGE et al., 1999). A umidade é o fator que determina a magnitude de deformação que poderá ocorrer no solo no momento da execução das operações agrícolas. Ela atua como lubrificante

entre as partículas, permitindo o deslocamento das mesmas. Este deslocamento é favorecido à medida que há incremento da umidade do solo (SMITH et al., 1997; SILVA et al., 2000).

O preparo do solo no cultivo de arroz pré-germinado é realizado com máquinas agrícolas na presença de uma lâmina de água o que, pode levar a degradação da estrutura.

O cultivo de arroz em condições de elevado teor de umidade resulta na quebra dos agregados e destruição dos macroporos e conseqüentemente no aumento da densidade do solo e resistência à penetração, originando efeitos negativos sobre o desenvolvimento das culturas. A desestruturação além de afetar as relações solo - ar - água poderá trazer limitações ao sistema radicular e alterações na absorção de água e nutrientes.

Por outro lado, o sistema de semeadura direta, caracterizado por apresentar resíduos de plantas na superfície do solo, poderá trazer benefícios à estruturação. A matéria orgânica atua sobre a redução da densidade, aumentando a aeração do solo (DAROLT, 1998). ROS et al. (1997) afirmam que a contínua cobertura da superfície do solo por resíduos vegetais, poderá promover a recuperação estrutural de áreas degradadas, o que corrobora os resultados apresentados por PEDROTTI (1996) e TEIXEIRA et al. (2000).

Diferenças nos valores de macroporosidade (M_a), de microporosidade (M_i) e de porosidade total (P_{ot}) em função de sistemas de manejo e de profundidades são mostradas na Tabela 2.

Na camada superficial (0,00-0,10 m) não foram evidenciadas diferenças de M_a entre os sistemas de manejo analisados. A M_i foi o indicador que apresentou maior sensibilidade de revelar diferenças em áreas submetidas a diferentes sistemas de manejo. A P_{ot} apresentou possivelmente a mesma tendência apresentada pela M_i nas duas camadas, ou seja, maiores valores de porosidade total estiveram relacionados a superiores resultados de P_{ot} (Tabela 1).

A densidade do solo foi condicionada pela M_a ($P < 0,0001$, $F = 17,64$, $R^2 = 0,10$) e pela M_i ($P < 0,0001$, $F = 394,96$, $R^2 = 0,76$). A M_i foi o indicador físico mais sensível para explicar mudanças nos valores de D_s em áreas com condições diferenciadas de manejo. Avaliações da M_i apresentam grande importância em estudos de compactação em solos de terras baixas quando submetidos a diferentes sistemas de manejo. Ela é responsável pela quantidade de água que o solo é capaz de reter e, por sua vez pelo crescimento de raízes e produtividade das culturas.

Considerando-se que a M_a e a M_i , explicam as diferenças de D_s obtidas nos diferentes sistemas de manejo e profundidades, estabeleceu-se uma relação única entre D_s e estes dois parâmetros (P_{ot}).

Os valores da D_s em função da P_{ot} estão mostrados na Figura 2. A P_{ot} foi capaz de explicar 86% dos valores obtidos de D_s . Foi evidenciada uma relação significativamente negativa ($P < 0,0001$) entre estes dois parâmetros físicos. Valores superiores de D_s ou solos num estado maior de degradação estiveram relacionados com resultados inferiores de P_{ot} (Figura 2). A porosidade total regula as relações entre as fases sólida, líquida e gasosa. A importância da quantificação da porosidade total está relacionada aos estudos de armazenamento e movimento de água e do ar no solo e conseqüentemente ao desenvolvimento do sistema radicular.

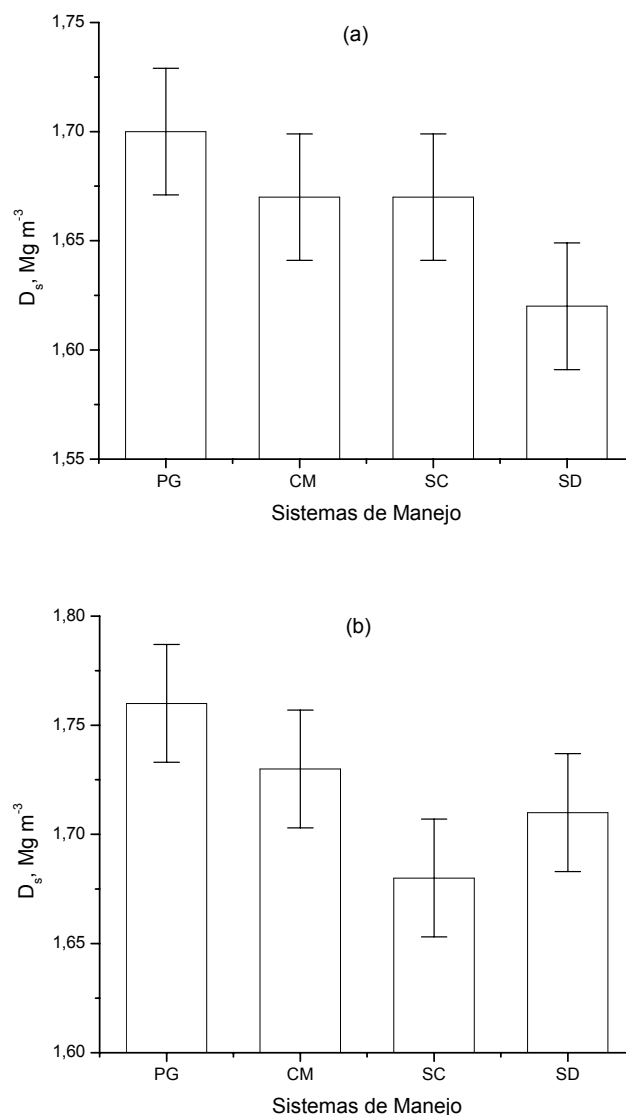


Figura 1 – Densidade do solo (D_s) de um Planossolo em função de sistemas de manejo e profundidades (a) 0,00-0,10 m e (b) 0,10-0,20 m. As barras verticais indicam a diferença mínima significativa a 5% entre os sistemas de manejo¹. ¹PG=pré-germinado; CM = cultivo mínimo; SC=sistema convencional; SD=semeadura direta

Tabela 1 – Valores médios de macroporosidade (M_a), microporosidade (m_i) e porosidade total (P_{ot}) ($m^3\ m^{-3}$) de um Planossolo em função de sistemas de manejo e profundidades.

Sistemas de manejo ¹	M_a	M_i		P_{ot}
		0,00-0,10 m		
PG	0,024 a	0,314 b	0,338 b	
CM	0,026 a	0,311 b	0,337 b	
SC	0,024 a	0,312 b	0,336 b	
SD	0,024 a	0,327 a	0,352 a	
		0,10-0,20 m		
PG	0,017 a	0,288 b	0,305 b	
CM	0,012 b	0,291 b	0,303 b	
SC	0,018 a	0,317 a	0,335 a	
SD	0,019 a	0,301 ab	0,319 ab	

¹PG=pré-germinado; CM = cultivo mínimo; SC=sistema convencional; SD=semeadura direta

Valores médios seguidos pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste que considera a diferença mínima significativa a 5%.

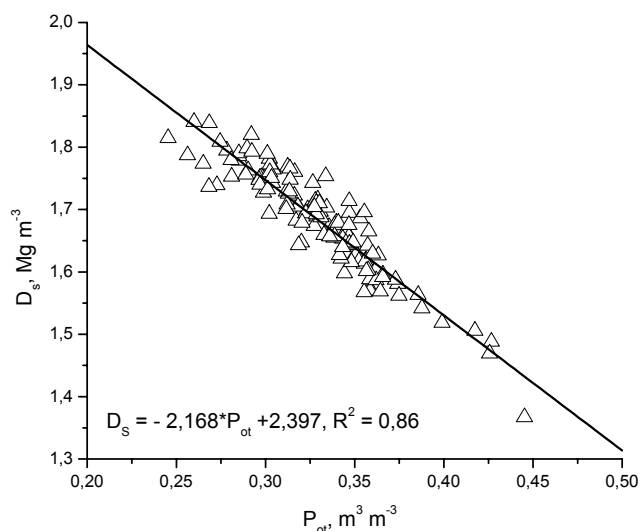


Figura 2 – Valores de densidade do solo (D_s) em função da porosidade total (P_{ot}) de um Planossolo.

CONCLUSÕES

A densidade no sistema de cultivo de arroz pré-germinado apresentou valores significativamente superiores diferindo do sistema de semeadura direta na camada superficial do solo. Diferenças na densidade do solo em função de sistemas de manejo estiveram relacionadas significativamente com a porosidade total do solo, mais especificamente com a microporosidade do solo.

REFERÊNCIAS

ALAKUKKU, L.; WEISSKOPF, P.; CHAMEN, W.C.T. et al. Prevention strategies for field traffic-induced subsoil compaction: a review. Part I. Machine/soil interactions. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.73, p.145-160, 2003.

BERTOL, I.; GOMES, K.E.; DENARDIN, R.B.N. et al. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem numa pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.3, n.5, p.779-786, 1998.

BERTOL, I.; SHICK, J.; MASSARIOL, J.M. et al. Propriedades físicas de um Cambissolo húmico álico afetadas pelo manejo do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.91-95, 2000.

BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis: Physical and mineralogical methods**. 2ed. Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, 1986. p.363-375.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimentos dos solos do Estado do RS**. Recife: Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária, Divisão de Pesquisa Pedológica. 1973. 431p. (Boletim técnico, 30).

CAVENAGE, A.; MORAES, M.L.T.; ALVES, M.C. et al. Alterações nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.23, p.997-1003, 1999.

CULLEY, J.L.B.; LARSON, W.E. Susceptibility to compression of a clay loam Haplaquoll. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.51, p.562-567, 1987.

DAROLT, M. R. **Plantio direto**: Pequena propriedade sustentável. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 1998. 255p.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, CNPS, 1997. 212p.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, Brasília: Embrapa. Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

GYSI, M. Compaction of a Eutric Cambisol under heavy wheel traffic in Switzerland: Field data and a critical state soil mechanics model approach. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.61, p.133-142, 2001.

LIMA, C.L.R. de; PAULETTO, E.A.; GOMES, A. da S. et al. Estabilidade de agregados de um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n.1, p.199-205, 2003.

MACHADO, R.L.T.; TURATTI, A.L.; ALONÇO, A.S. et al. Efeito da escarificação sobre alguns parâmetros físicos de um Planossolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.519-523, 1997.

PALMEIRA, P.R.T.; PAULETTO, E.A.; TEIXEIRA C.F.A. et al. Agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, n.2, p.189-195, 1999.

PEDROTTI, A. **Avaliação da compactação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo**. Pelotas, 1996. 84p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas.

PEÑA, Y.A.; GOMES, A da S.; SOUSA, R.O. Influência de diferentes sistemas de cultivo nas propriedades físicas de um solo de várzea cultivado com arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p.517-523, 1996.

ROS, C.O. da; SECCO, D.; FIORIN, J.E. et al. 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, p.241-247, 1997.

SILVA, V.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Susceptibilidade à compactação de um Latossolo Vermelho Escuro e de um Podzólico Vermelho Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.2, p.239-249, 2000.

SMITH, C.W.; JOHNSTON, M.A.; LORENTS, S. Assessing the compaction susceptibility of South African forestry soils. II – Soil properties affecting compactibility and compressibility. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.43, n.3/4, p.335-354, 1997.

SOANE, B.D.; DICKSON, J.W.; CAMPBELL, D.J. Compaction by agricultural vehicles: A review. III- Incidence and control of compaction in crop production. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.2, p.3-36, 1982.

SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy**. 4.ed. Soil Management Support Service, Blacksburg, Virginia, 1990. 422p. (SMSS technical monograph, 6).

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/STAT. Procedure guide for personal computers**. 5.ed. Cary: SAS Institute, 1991. 1104p.

TEIXEIRA C.F.A.; PAULETTO, E.A.; SILVA, J.B. da. et al. Atributos físicos da camada superficial de um Argissolo Amarelo distrófico típico afetados por sistemas de cultivo em plantio direto. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.6, n.21, p.176-180, 2000.