



## Densidade de um Argissolo Vermelho Submetido a Sistemas de Culturas Conservacionistas por Longo Período

**Mastrângello Lanza**<sup>(1)</sup>; Flávio Eltz<sup>(2)</sup>; Thomé Lovato<sup>(2)</sup>; Marta R. da Rocha<sup>(3)</sup>; Jardes Bragagnolo<sup>(3)</sup>; Vitor Girardello<sup>(3)</sup>; Rodrigo Nicoloso<sup>(1)</sup>; Luis Jacobs<sup>(4)</sup>; Luis Ramiro Samaniego Montiel<sup>(4)</sup>; Raul Girardello<sup>(4)</sup>; Janice Facco<sup>(5)</sup>; Clério Hickmann<sup>(6)</sup>

- (1) Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Avenida Roraima, 1000, Camobi, Santa Maria, RS, CEP 97105-900, [mlanza@mail.ufsm.br](mailto:mlanza@mail.ufsm.br) (apresentador do trabalho); (2) Professor do Departamento de Solos - UFSM, Santa Maria, RS, CEP 97105-900, [feltz@ccr.ufsm.br](mailto:feltz@ccr.ufsm.br); (3) Mestrando do PPG Ciência do Solo da UFSM, Santa Maria, RS, CEP 97105-900; (4) Acadêmico do Curso de Agronomia da UFSM, Santa Maria, RS, CEP 97105-900. (5) Acadêmica do Curso de Química da UFSM, Santa Maria, RS, CEP 97105-900, (6) Mestrando do PPG Solos e Nutrição de Plantas da UFV, Viçosa, MG, CEP 36570-000.

**RESUMO:** O sistema plantio direto proporciona uma consolidação natural da camada superficial do solo nos primeiros anos de sua adoção, porém, com o passar do tempo e com o constante aporte e acúmulo de resíduos vegetais ao solo, essa consolidação tende a atenuar e se estabilizar, proporcionando boas condições ao desenvolvimento das plantas cultivadas. O presente trabalho avaliou a densidade aparente de um Argissolo Vermelho Distrófico arênico, situado no campus da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, RS, após 16 anos de condução de um experimento com os seguintes sistemas de culturas: (1) Milho (*Zea mays L.*)/Soja (*Glycine max (L.) Merr.*) – Feijão-de-Porco (*Canavalia ensiformis DC*) (MFP); (2) Solo Descoberto (SDES); (3) Milho/Soja – Pousio (MSP); (4) Milho/Soja - Azevém (*Lolium multiflorum Lam.*) + Ervilhaca comum (*Vicia sativa*) (AZEV); (5) Milho/Soja – Mucuna cinza (*Mucuna cochinchinensis*) (MUC); (6) Milho/Soja – Nabo forrageiro (*Raphanus sativus L. var. oleiferus Metzg.*) e (7) Campo Nativo (CN), para fins de comparação. A densidade do solo apresentou as maiores médias nos tratamentos SDES e POU, devido principalmente ao efeito do impacto direto da gota da chuva ao solo, e pela manutenção do solo em boa parte do ano sem culturas, respectivamente. Os melhores tratamentos foram os que utilizaram as culturas feijão-de-porco e mucuna.

**Palavras-chave:** sistema plantio direto, manejo do solo, propriedades físicas do solo.

## INTRODUÇÃO

O preparo do solo é a operação mais importante do seu manejo, pois atua diretamente na sua estrutura, afetando sua densidade e porosidade, as quais tendem a diferenciar-se das condições naturais do solo, piorando com o passar do tempo, em manejos inadequados (Anjos et al., 1994).

As propriedades físicas do solo, em manejos que envolvem revolvimento excessivo e deixam o solo temporariamente descoberto, acabam sofrendo alterações significativas, passando para uma melhor condição de porosidade (Bertol et al., 2000) e menor densidade na camada superficial, de 0 – 0,10 m (Bertol et al., 2004), o que propicia um melhor desenvolvimento das raízes das plantas (Braunack & Dexter, 1989), se comparadas ao seu estado original, como num campo nativo, por exemplo, ou com o sistema de plantio direto. Em contrapartida, o efeito do preparo reduz a estabilidade e o diâmetro médio ponderado dos agregados, diminui o teor de carbono orgânico da camada superficial (Bertol et al., 2004), e acelera a degradação da matéria orgânica (Carpenedo & Mielniczuk, 1990).

O sistema de plantio direto também determina alterações nas propriedades físicas do solo, desde o início de sua implantação em uma área, até vários anos após a sua consolidação. Um adensamento superficial do solo é comum, porém em profundidade no perfil, esse efeito não se verifica (Neto et al., 2007). Aumento na porosidade, taxa de infiltração de água, e agregação do solo também são verificadas. Porém, o grau com que o sistema plantio direto altera essas propriedades é pouco conhecido e muito



variável, principalmente devido à grande variação existente no próprio solo, nas condições ambientais, nos tipos e tamanhos de equipamentos e ferramentas utilizados, e também nos diferentes sistemas de culturas e plantas utilizadas (Reichert et al., 2003). O presente trabalho teve como objetivo verificar as alterações ocorridas na densidade aparente do solo, após 16 anos de manejo conservacionista com diferentes sistemas de culturas, a partir de campo nativo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em área pertencente ao Departamento de Solos, localizado no campus da Universidade Federal de Santa Maria, distrito de Camobi, Santa Maria, Rio Grande do Sul, e faz parte de um experimento de longa duração, com início no ano de 1991. O clima da região é do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen, com precipitação e temperatura média anual de 1.561 mm e 19,3 °C, respectivamente (Brasil, 1973). O solo característico do local é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico (EMBRAPA, 1999).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 7 tratamentos e 2 repetições. Cada parcela experimental foi delimitada por chapas de aço galvanizado, utilizadas também para coleta de perdas de solo e água, com dimensões de 3,5 m de largura e 22 m de comprimento, totalizando área útil de 77 m<sup>2</sup>. Os tratamentos avaliados foram: (1) Milho (*Zea mays L.*)/Soja (*Glycine max (L.) Merr.*) – Feijão-de-Porco (*Canavalia ensiformis DC*) (MFP); (2) Solo Descoberto (SDES); (3) Milho/Soja – Pousio (MSP); (4) Milho/Soja - Azevém (*Lolium multiflorum Lam.*) + Ervilhaca comum (*Vicia sativa*) (AZEV); (5) Milho/Soja – Mucuna cinza (*Mucuna cochinchinensis*) (MUC); (6) Campo Nativo (CNA); e (7) Milho/Soja – Nabo forrageiro (*Raphanus sativus L. var. oleiferus Metzg.*) (NFO). Durante o período de pleno florescimento das forrageiras de inverno, no ano de 2006, foram realizadas coletas de duas amostras indeformadas de solo por parcela, nas profundidades de 0 – 0,05, 0,05 – 0,10, 0,10 – 0,15 e 0,15 – 0,20 m, com o auxílio de anéis de aço com volume conhecido, totalizando quatro repetições por tratamento, em cada profundidade. Após, em laboratório, foram determinadas as propriedades físicas densidade do

solo (Ds), pelo método do anel volumétrico, a porosidade total (Pt), pela percentagem de saturação de água do solo, e a microporosidade (Mi) e macroporosidade do solo (Ma), determinadas pela metodologia da ‘mesa de tensão’ (Embrapa, 1997).

Os resultados obtidos foram avaliados através do teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade, para comparação de médias dos tratamentos, com o auxílio do pacote estatístico SAS (Statistic Analyse Systems, 1991).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da avaliação da Densidade do Solo (Ds) são apresentados na Tabela 1 e Figura 1. Na camada 0 – 0,05 m, os tratamentos MFP, CNA e NFO apresentaram os menores valores de Ds, sendo estatisticamente semelhantes aos tratamentos MUC e AZEV, que por sua vez não diferiram do tratamento POU. Este, juntamente com o SDES, apresentou os maiores valores de DS. A manutenção da superfície do solo sem cobertura vegetal expõe o mesmo ao efeito do impacto direto das gotas da chuva, que conforme sua intensidade possui energia cinética muito elevada, ao ponto de provocar alterações significativas na sua densidade. Na camada superficial do solo mantido descoberto (SDES), ocorre também devido ao impacto direto das gotas da chuva, o processo de selamento superficial ou encrostamento superficial, que é um agente causador de um determinado rearranjo e adensamento das partículas do solo, provocando aumento da sua densidade aparente (Silva et. al, 1995; Cardoso et. al., 2004) (Tabela 1). Tal efeito ocorre também na média da camada de 0 – 0,10 m (Figura 1). O tratamento que visa à utilização do solo somente no verão, e mantém o solo em pousio no inverno (POU) apresentou valores de Ds semelhantes ao solo descoberto (SDES), sendo que na camada de solo de 0,10 – 0,20 m as médias foram numericamente maiores que o mesmo. Este resultado indica que somente o cultivo na estação de verão, com a cultura principal sendo a soja ou o milho, não é suficiente para manter ou melhorar o atributo físico densidade do solo. Berto et. al., (2004) avaliaram sistemas de culturas que envolvem pousio invernal e não encontrar efeito significativo sobre a densidade do solo, porém os autores citam que para que o mesmo se manifeste é preciso um longo



período de avaliação dos tratamentos. A utilização de consórcios de gramíneas e leguminosas, no verão, refletiu em benefícios ao solo, constatados na Tabela 1 e Figura 1. As menores médias de Ds foram encontradas nos sistemas de culturas que envolveram feijão-de-porco e mucuna. Atribuem-se os resultados devido ao fato de que estas culturas apresentam capacidade de crescer em camadas de solo mais densas e com isso realizam um trabalho de mitigação da compactação do solo. Avaliando diferentes sistemas de culturas com utilização de leguminosas de verão, entre elas feijão-de-porco e mucuna, no mesmo solo do presente experimento, Cubilla et. al., (2002), ao final de três anos, não encontraram efeito significativo dos sistemas de culturas na densidade do solo, porém, citam que os benefícios da inclusão desses tipos de planta em sistemas de culturas está ligado ao incremento de poros biológicos no solo e à melhoria da aeração e infiltração de água, o que nem sempre é possível detectar pelas metodologias convencionais utilizadas.

### CONCLUSÕES

**A manutenção da superfície do solo descoberta e exposta à ação da chuva, durante longo período, determina alterações significativas na densidade aparente do solo, principalmente na camada superficial, podendo chegar a camadas subsuperficiais, de até 0,20 m.**

**Sistemas de culturas que utilizam adubos verdes de verão e/ou de inverno proporcionam após longo período de utilização, diminuição significativa da densidade aparente do solo, melhorando a qualidade de suas propriedades físicas e proporcionando melhores condições de desenvolvimento das culturas agrícolas comerciais.**

### REFERÊNCIAS

- ANJOS, J.T.; UBERTI, A.; VIZZOTTO, V.J.; LAITE, G.B. & KRIEGER, M. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. R. Bras. Ci. Solo, 18: 139-145, 1994.
- BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J.A.; LEITE, D.; AMARAL, A.J. & ZOLDAN JUNIOR, W.A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. R. Bras. Ci. Solo, 28:155-163, 2004.
- BERTOL, I.; SCHICK, J.; MASSARIOL, J.M.; REIS, E.F. & DILLY, L. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico álico afetadas pelo manejo do solo. Ci. Rural, 30:91-95, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife: 1973. 431 p. (Boletim técnico, 30).
- BRAUNACK, M.V. & DEXTER, A.R. Soil aggregation in the seedbed: a review. I – Properties of aggregates and beds of aggregates. Soil & Tillage Res., 14:259-279, 1989.
- CARDOSO, D.; SILVA, M.L.N., CURI, N.; SAFADI, T.; FONSECA, S.; FERREIRA, M.M.; MARTINS, S.G. & MARQUES, J.J.G.S.M. Erosão hídrica avaliada pela alteração na superfície do solo em sistemas florestais. Scientia Forestalis, n. 66, p.25-37, dez. 2004.
- CARPENEDO, V. & MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. R. Bras. Ci. Solo, 14:99-105, 1990.
- CUBILLA, M.M.A.; REINERT, D.J.; AITA, C.; REICHERT, J.M. & RANNO, S.K. Plantas de cobertura de solo em sistema plantio direto – Uma alternativa para aliviar a compactação. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. 14, 2002. Anais. Cuiabá, MT. SBSCS, 2002. CD-ROM.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 1999. 412p.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- NETO, O.C.P., GUIMARÃES, M.F., RALISCH, R. & FONSECA, I.C.B. Análise do tempo de consolidação do sistema de plantio direto. Rev. Bras. Eng. Agr. Amb. V.11, n.5, p.489-496, 2007.
- REICHERT, J.M., REINERT, D.J. & BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. Ciência e Ambiente, n.27, Julho/Dezembro, 2003.p.29-48.
- SAS INSTITUTE. Statistical Analysis System Institute – SAS/STAT Procedure guide for personal computers. Version 5, SAS Inst. Cary, NC. 1991.

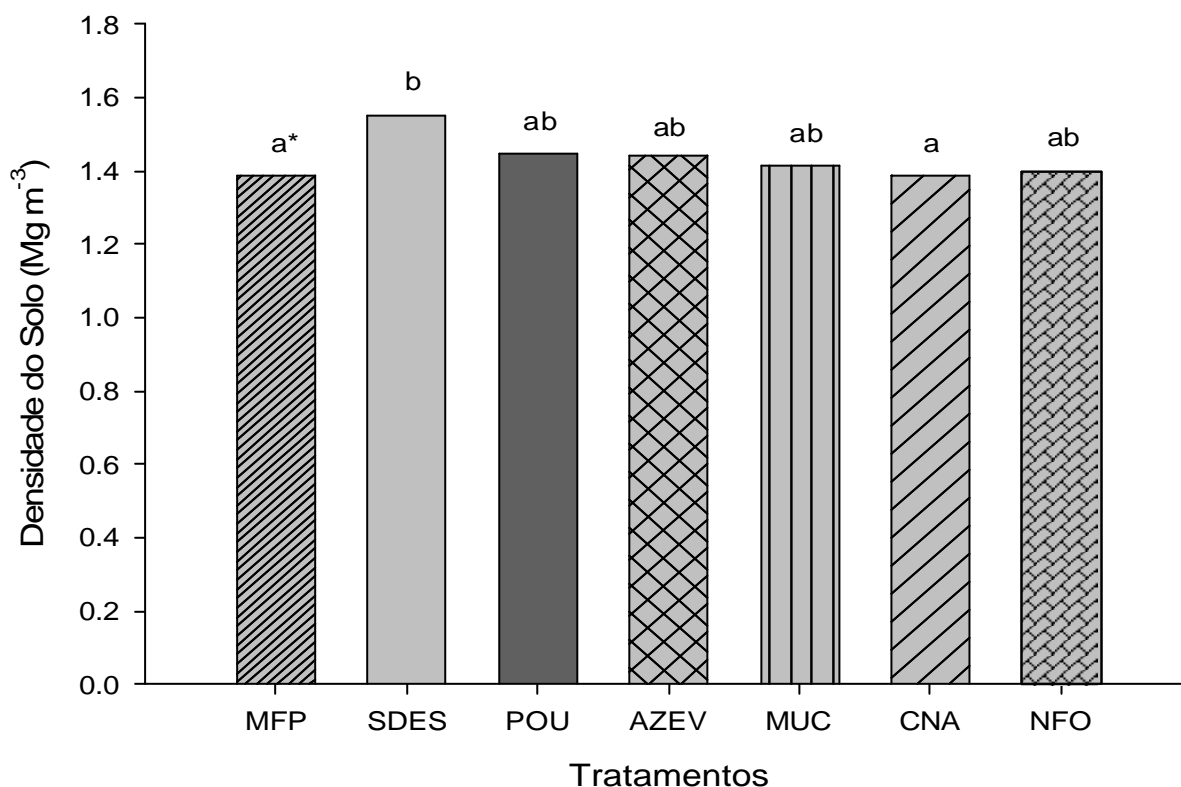


SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.;  
LIMA, J.M.; MARQUES, J.J.G.S.M. & LIMA,  
L.A. Resistência ao salpico provocado pelo impacto  
de gotas de chuva simulada em Latossolos e sua  
relação com características químicas e  
mineralógicas. Ciência e Prática, v.19, n. 2, p. 176 –  
182, 1995.

**Tabela 1.** Densidade de um Argissolo Vermelho submetido a diferentes sistemas de culturas em plantio direto, após 15 anos da implantação do experimento. (MFP = Milho/Soja - Feijão de Porco; SDES = Solo Descoberto; POU = Milho/Soja - Pousio; AZEV = Milho/Soja - Azevém + Ervilhaca; MUC = Milho/Soja - Mucuna; CNA = Campo Nativo; NFO = Milho/Soja - Nabo Forrageiro), Santa Maria, RS.

TRATAMENTOS							
	MFP	SDES	POU	AZEV	MUC	CNA	NFO
Camada de solo (m)	.....Densidade do solo ( $\text{Mg m}^{-3}$ ).....						
0–0,5	1.19a *	1.56c	1.42bc	1.24ab	1.31ab	1.24a	1.25a
0,05 – 0,10	1.46ab	1.62b	1.60b	1.53ab	1.37a	1.56b	1.60b
0,10 – 0,15	1.50ab	1.61c	1.62c	1.50ab	1.43a	1.48a	1.59bc
0,15 – 0, 20	1.46a	1.57ab	1.61b	1.52ab	1.45a	1.50ab	1.59b

\* Médias seguidas pela mesma letra, na mesma linha e profundidade, não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $P < 0,005$ ).



**Figura 1.** Densidade de um Argissolo Vermelho submetido a diferentes sistemas de culturas em plantio direto, após 15 anos da implantação do experimento. (MFP = Milho/Soja - Feijão de Porco; SDES = Solo Descoberto; POU = Milho/Soja - Pousio; AZEV = Milho/Soja - Azevém + Ervilhaca; MUC = Milho/Soja - Mucuna; CNA = Campo Nativo; NFO = Milho/Soja - Nabo Forrageiro), Santa Maria, RS. (média da camada 0 – 0,10 m). \* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $P < 0,005$ ).