

## 15256 - Atributos físicos como indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo no Estado de Santa Catarina

*Physical attributes as indicators of soil quality management systems in the State of Santa Catarina*

PAULINO, Patrícia da Silva<sup>1</sup>; MAFRA, Alvaro Luiz<sup>2</sup>; RIGO, Amanda Zolet<sup>3</sup>; BARETTA, Dilmar<sup>4</sup>.

1 Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, SC, [paty-paulino@hotmail.com](mailto:paty-paulino@hotmail.com) . 2 UDESC,, [a2alm@cav.udesc.br](mailto:a2alm@cav.udesc.br). 3 UDESC, [mandinha\\_0014@hotmail.com](mailto:mandinha_0014@hotmail.com) .4 UDESC, [dilmarbaretta@hotmail.com](mailto:dilmarbaretta@hotmail.com) .

**Resumo:** Pouco se conhece sobre atributos físicos como indicadores de qualidade do solo relacionados a diferentes usos no Estado de Santa Catarina. O presente estudo objetivou determinar indicadores de qualidade física dos solos sob diferentes sistemas de uso e manejo representativos de três municípios do estado de Santa Catarina, visando avaliar os efeitos do uso sobre aspectos produtivos do solo e de sua influência sobre a sustentabilidade desses sistemas de produção. O estudo foi realizado em delineamento amostral e em cada município foram selecionados cinco sistemas de manejo do solo, a saber: floresta nativa (FN), pastagem perene (PA), plantio direto (PD), reflorestamento com eucalipto (EUCA) e integração lavoura-pecuária (ILP). Em cada parcela de 60 x 60 metros, na camada de 0,00-0,10 m, nove amostras de solo foram coletadas para determinar as seguintes propriedades físicas: densidade do solo (Ds), densidade de partículas, porosidade total (PT), microporosidade (MICRO), macroporosidade, bioporos (BIO), resistência à penetração (RP), textura dos solos (teores de areia, argila e silte) e estabilidade de agregados (DMP). Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância. A densidade do solo teve relação positiva com resistência à penetração e as variáveis foram influenciadas pelo tipo de solo, tráfego de máquinas e pelo tipo de cobertura do solo. Nenhum sistema de manejo apresentou densidade acima da crítica para cada tipo de solo. O aumento da densidade do solo esteve associado com redução da porosidade total e macroporosidade e aumento da microporosidade e resistência à penetração, propriedades das quais o crescimento e desenvolvimento dos vegetais são dependentes, e os sistemas de manejo de cultivo e as características do solo exerceram influências sobre a agregação do solo e sobre a estabilidade.

**Palavras-chave:** agregação; compactação; estrutura; preparo do solo.

**Abstract:** Little is known about physical attributes as indicators of soil quality related to different uses in the State of Santa Catarina. The study presented has the objective of determining indicators of physical quality of soils under different methods of using and handling representatives of three cities in the state of Santa Catarina, aiming to evaluate the effects of the using on productive aspects of the soil and of its influence on the sustainability of these production systems. The study was performed in sample delineation and in each city five systems of soil handling were selected, namely: native forest (FN), native pasture (PA), no-till (PD), reforestation with eucalyptus (EUCA) and integration between agriculture (ILP). In each portion of 60 X 60 meters, in the layer of 0,00-0,10 m, nine samples of soil were collected to determine the following physical properties: bulk density (Ds), density of particles, total porosity (PT), microporosity (MICRO), macroporosity, biopores (BIO), mechanical resistance (RP), soil textures (content of sand, clay and silt) and stability of the aggregated (DMP). The results were submitted to the variance analysis by the F test and the average comparison by the Turkey test at 5% of significance. The bulk density had a positive relation with the penetration resistance and they were variants influenced by the type of soil, traffic of machines and by the type of soil surface. No handling system presented density above critical to each type of soil. The increase in the bulk density was associated with the

reduction of the total porosity and macroporosity and the increase in microporosity and the mechanical dependent, and the handling systems of culture and the characteristics of the soil exerted influences over the soil aggregation and over the stability.

**Keywords:** aggregation; compression; structure; tillage.

### **Introdução**

O solo é um dos principais fatores que influenciam o crescimento das plantas. Neste trabalho será dada ênfase aos atributos físicos do solo relacionados ao desenvolvimento vegetal, uma vez que se destacam pelo baixo custo, metodologias simples e rápidas e pela relação muitas vezes adequada com os demais atributos químicos e biológicos do solo, e com a resposta das plantas cultivadas.

Salienta-se que em condições naturais, o volume de solo explorado pelas raízes é relativamente grande. À medida que o solo é submetido ao uso agrícola, as propriedades físicas sofrem alterações, geralmente desfavoráveis ao desenvolvimento vegetal. Assim, as propriedades físicas do solo como, densidade, porosidade total, macroporosidade e microporosidade têm sido usadas para indicar restrições ao desenvolvimento de plantas (SPERA et al., 2004).

As determinações de densidade e de porosidade do solo são as avaliações mais comuns e difundidas para identificar camadas compactadas no solo, porém a resistência à penetração de raízes também está diretamente relacionada com o estado de compactação do solo (LANZANOVA et al., 2007).

A variação dos atributos, determinada pelo manejo e uso do solo, e sua avaliação são importantes para o melhor manejo visando à sustentabilidade do sistema. As avaliações destas alterações normalmente são feitas de forma comparativa, entre as condições do solo sob vegetação nativa e aquele submetido às explorações agrícolas, avaliando assim os efeitos do uso e manejo, e analisando suas propriedades físicas. (BLAINSKI et al., 2008).

O presente estudo objetivou determinar indicadores de qualidade física dos solos, em cinco diferentes sistemas de uso e manejo representativos de três municípios agrícolas do estado de Santa Catarina, visando avaliar os efeitos do uso sobre aspectos produtivos do solo e de sua influência sobre a sustentabilidade desses sistemas de produção.

### **Metodologia**

O estudo foi realizado em três municípios no planalto do estado de Santa Catarina, os municípios amostrados foram Santa Teresinha do Salto (STS) (Lages), Otacílio Costa (OC) e Campo Belo do Sul (CBS). Os solos descritos a campo estão relacionados a diferentes materiais de origem. Em Campo Belo do Sul e Lages o solo foi classificado como Nitossolo Bruno e em Otacílio Costa o solo é um Cambissolo Húmico. O clima da região Planalto segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfb (mesotérmico úmido com verão ameno). Nos municípios foram selecionados sistemas de uso e manejo do solo, abrangendo: reflorestamento com eucalipto (RE), floresta nativa (FN), plantio direto (PD), integração lavoura pecuária (ILP) e pastagem nativa (PA). Esses diferentes usos em cada localidade foram selecionados em áreas com maior uniformidade possível quanto a tipo de solo e relevo, de forma a evidenciar os efeitos do uso e manejo nas comparações

realizadas. Foi utilizado delineamento amostral, com coleta de nove amostras em cada situação de uso e manejo, realizada de forma sistemática em transecto, com pontos espaçados de 30 metros entre si, deixando 20 metros de bordadura, na camada de 0-10 cm, mediante abertura de trincheira de 50 x 50 cm. Para as análises físicas do solo, coletou-se amostras com estruturas preservadas em cilindros de aço, com 5 cm de diâmetro e 5 cm de altura, para avaliação da resistência do solo à penetração, porosidade e densidade do solo. No entorno, coletou-se com pá amostras de solo com torrões, que foram acondicionados em sacos plásticos para avaliação da estabilidade de agregados, granulometria e densidade de partículas do solo.

A estabilidade de agregados foi determinada de acordo com a metodologia de Kemper e Chepil (1965), e agitadas verticalmente em água, sendo o aparelho composto por quatro peneiras de 4,75; 2,00; 1,00 e 0,25 mm. A granulometria do solo foi determinada pelo método da pipeta (GEE e BAUDER 1986), utilizando-se solução de hidróxido de sódio como dispersante químico. A fração areia foi removida por tamisação em peneira de 0,053 mm. As frações silte e argila foram separadas por sedimentação e posterior pipetagem da argila em suspensão. As frações argila e areia foram calculadas após pesagem em estufa a 105 °C, sendo o silte calculado por diferença.

A densidade de partículas ( $D_p$ ) foi determinada pelo método do balão volumétrico (EMBRAPA, 1997).

A densidade do solo ( $D_s$ ) foi determinada pelo método do anel volumétrico, em amostras com estrutura preservada. O volume de bioporos foi determinado na mesa de tensão de areia à sucção de 1 kPa. O volume de microporos foi determinado por meio de retenção de água após saturação das amostras do solo e submetidas à tensões de 6 kPa em mesa de tensão de areia. O volume de macroporos foi obtido pela diferença entre o volume total de poros e o de microporos. A porosidade total (PT) foi calculada pela razão entre a densidade do solo e a densidade de partículas ( $D_s/D_p$ ) (EMBRAPA, 1997).

A resistência do solo à penetração foi obtida nas amostras volumétricas, com umidade equilibrada na tensão correspondente a 10 kPa, utilizando-se um penetrômetro de bancada Marconi®, modelo MA-933, dotado de cone com 4 mm de cimento, ângulo de ataque de 45° e velocidade de penetração de 1 mm/s.

O estudo foi realizado em delineamento amostral, com nove repetições e os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância.

### **Resultados e discussões**

A  $D_s$  variou entre 0,86-1,11 g cm<sup>-3</sup>, estando abaixo da densidade crítica de 1,30-1,40 g cm<sup>-3</sup> para solos argilosos proposta por Reichert et al. (2003). Com exceção da FN, a  $D_s$ , nos tratamentos amostrados foi semelhante os valores encontrados por Bertol et al., 2010, em um Nitossolo Háplico Alumínico típico, em São Jose do Cerrito (SC), em três tratamentos: solo preparado, solo sem cultivo e solo com semeadura direta, com densidade entre 1,03-1,12 g cm<sup>-3</sup>, na camada de 0,00-0,3 m.

A menor Ds foi observada em solos sob FN. Em Campo Belo do Sul a maior densidade foi observada no sistema PD. A longo prazo, é possível que o acúmulo de matéria orgânica e a redução no tráfego contribuam para reduzir a densidade do solo no sistema de plantio direto (TORMENA et al., 2002). Em Lages no sistema ILP, foi observada a maior densidade do solo. Em sistemas de produção que envolvem pecuária, a degradação física do solo na forma de compactação, causada pelo pisoteio dos animais, pode comprometer a eficiência do sistema (IMHOOF et al., 2000). Veiga et al. (2012), afirmam que o uso continuado do sistema integração lavoura pecuária, pode alterar os atributos físicos do solo em função do pisoteio dos animais durante o pastejo, com aumento da densidade e redução da porosidade, ambos indicadores do aumento do estado de compactação do solo.

Em Otacílio Costa a maior densidade foi encontrada no RE ( $1,00 \text{ g cm}^{-3}$ ), estando abaixo da densidade crítica para solos de textura argilosa, que é de  $1,3 \text{ g cm}^{-3}$  (Argenton et al., 2005). Em áreas com plantio de eucalipto, observa-se melhoria nas condições do solo no que diz respeito à matéria orgânica e à atividade microbiológica, resultando na melhoria simultânea das propriedades físicas do solo, tais como estrutura, capacidade de armazenamento de água, infiltração e aeração (LIMA, 1996). Costa et al. (2009) também observou médias abaixo da densidade crítica em um Cambissolo Húmico, em Otacílio Costa (SC). A baixa densidade do solo é atribuída à alta estabilidade dos agregados e à preservação da estrutura deste solo.

O manejo do solo não alterou a porosidade total nos municípios amostrados, com médias entre  $0,64 - 0,65 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  (Tabela 1). As médias de porosidade total do solo ficaram acima da faixa ideal, que segundo Prevedello (1996), está entre  $0,35 - 0,50 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ . Pode-se observar que os macroporos decresceram da floresta nativa para o plantio direto e integração lavoura-pecuária, fato também observado por Albuquerque et al. (2001), em um Nitossolo Vermelho em Lages (SC), indicando que os macroporos estavam mais sujeitos a mudanças impostas pelo manejo do que os microporos.

Observou-se que nos tratamentos onde a densidade do solo foi maior, a resistência à penetração também foi maior. Em Campo Belo do Sul a resistência à penetração foi maior no sistema plantio direto, com média de 2,22 MPa. A maior resistência no sistema de plantio direto é resultado da maior compactação do solo, com maior densidade e menor volume de macroporos (TORMENA et al., 2002). Em Otacílio Costa pastagem nativa apresentou a maior média de resistência à penetração, com 2,08 Mpa, e em Lages a maior resistência à penetração foi observada no sistema integração lavoura-pecuária, com média de 2,03 MPa.

Os solos sob pastagem nativa em Campo Belo do Sul, plantio direto em Otacílio Costa e floresta nativa em Lages apresentaram os maiores diâmetros médios ponderados. Sistemas de manejo que proporcionem agregados mais resistentes são desejáveis, pois manterão a estrutura do solo resistindo a forças externas, como pisoteio de animais e operações mecanizadas, além de maior resistência a perdas por erosão.

**TABELA 1** - Valores de densidade do solo (Ds), porosidade total (PT), microporosidade (MICRO), macroporosidade (MACRO), bioporos (BIO), resistência à penetração (RP) e diâmetro médio ponderado (DMP) no Leste catarinense.

Campo Belo do Sul (Nitossolo Bruno)							
	DS	PT	Micro	Macro	BIO	RP	DMP
	g cm <sup>-3</sup>	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>				MPa	mm
ILP*	1,03b**	0,65a	0,48b	0,17b	0,018bc	1,81a	5,59b
PA	0,93c	0,65a	0,46bc	0,17b	0,016c	1,91a	6,02a
RE	0,99b	0,64a	0,46bc	0,18b	0,031ab	1,27b	5,66ab
PD	1,11a	0,64a	0,56a	0,09c	0,013c	2,22a	5,58bc
FN	0,86d	0,65a	0,43c	0,22a	0,037a	0,94b	5,23c
DMS	0,0546	0,0343	0,0487	0,0305	0,0132	0,5346	0,3601
Otacílio Costa (Cambissolo Húmico)							
ILP	0,95bc	0,64a	0,44b	0,20a	0,014a	1,97a	5,47a
PA	0,98ab	0,65a	0,58a	0,07b	0,018a	2,08a	5,32a
RE	1,00a	0,65a	0,59a	0,06b	0,009a	1,75ab	5,13a
PD	0,90cd	0,65a	0,57a	0,07b	0,008a	1,51ab	5,50a
FN	0,89d	0,65a	0,43b	0,21a	0,015a	1,23b	5,47a
DMS	0,052	0,0291	0,0264	0,0164	0,0102	0,6649	0,5069
Lages (Nitossolo Bruno)							
ILP	1,03a	0,65a	0,53a	0,11c	0,011c	2,03a	5,44b
PA	0,93b	0,65a	0,47b	0,17b	0,019bc	1,52ab	5,70ab
RE	0,93b	0,65a	0,46b	0,18ab	0,033ab	1,55ab	5,29a
PD	1,01a	0,65a	0,45b	0,20ab	0,023bc	1,82a	5,77a
FN	0,90b	0,65a	0,44b	0,20a	0,041a	1,07b	5,94a
DMS	0,0346	0,0206	0,0321	0,0263	0,0152	0,5407	0,3027

\*ILP = Integração Lavoura-Pecuária ; PA = Pastagem Perene; RE = Reflorestamento com Eucaliptos; PD = Plantio Direto; FN = Floresta Nativa; DMS = Diferença Mínima Significativa. \*\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (p>0,05).

### Conclusões

Com o aumento da densidade do solo houve redução da porosidade total e macroporosidade e aumento da microporosidade, propriedades das quais o crescimento e desenvolvimento dos vegetais são dependentes. O sistema integração lavoura-pecuária apresentou maior densidade do solo em quase todos os municípios amostrados, devido ao pelo pisoteio animal, tráfego de máquinas e implementos agrícolas e a floresta nativa em todos os municípios amostrados apresentou menor densidade do solo, devido provavelmente à maior quantidade de resíduos vegetais sobre o solo, que protege a superfície.

### Referências bibliográficas:

ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOI, L.; & ENDER, M. **Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura de milho**. R. Bras. Ci. Solo, 25: 717-723, 2001.

- ARGENTON J.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; WIDNER, L. P. **Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura.** R. Bras. Ci. Solo, Viçosa, v. 29, n. 3, p.425-435, maio/jun., 2005.
- BLAINSKI, E.; TORMENA, C. A. FIDALSKI, J. & GUIMARÃES, R. M. L. **Quantificação da degradação física do solo por meio da curva de resistência do solo à penetração.** R. Bras. Ci. Solo, 32:975-983, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo.** 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212p.
- GEE, G.W. e BAUDER, J.W. 1986. **Particle-size analysis.** In: KLUTE, A. Methods of soil analysis. American Society of Agronomy, 1: 383-411, 1986.
- LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. S.; LOVATP, T.; ELTZ, F. L. I.; AMADO, T. J. C.; REINERT, D. J. **Atributos físicos em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto.** R. Bras. Ci. Solo, 31: 1131-1140, 2007.
- LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto,** 2. Ed. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 1996.
- REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. & BRAIDA, J.A. **Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas.** Ci. Amb., 27:29-48, 2003.
- SOUZA, Z. M., SILVA, M. L. S.; GUIMARÃES, G. L.; CAMPOS, D. T. S.; CARVALHO M. P.; PEREIRA, G. T. **Variabilidade espacial de atributos físicos em um latossolo vermelho distrófico sob semeadura direta em Selvíria (MG).** R. Bras. Ci. Solo, 25: 699-707, 2001.
- SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. & TOMM, G. O. **Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade.** R. Bras. Ci. Solo, 28:533-542, 2004.
- TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C., COSTA, A. C. S. & GONÇALVES, A. C. A. **Densidade, porosidade e Resistência a penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo.** Scientia Agrícola, v. 59, n.4, p.795-801, out./dez.2002.