

RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DE UM GLEISSOLO SUBMETIDO A SISTEMAS DE CULTIVO E CULTURAS

RESISTANCE TO PENETRATION OF A TYPICAL ENDOAQUALF SUBMITTED TO TILLAGE SYSTEMS AND CROPS

BORGES, Jesus R.¹; PAULETTO, Eloy A.²; SOUSA, Rogério O. de²; PINTO, Luiz.F.S.³; LEITZKE, Volnei W.⁴

RESUMO

A compactação do solo é um problema que afeta grande parte das lavouras e influi tanto no crescimento e na produtividade das culturas, quanto na conservação do solo e da água. Realizou-se no Centro Agropecuário da Palma, pertencente à Universidade Federal de Pelotas, por três anos a partir da safra agrícola 95/96, um experimento onde foi avaliada a compactação de um Gleissolo Háplico submetido ao monocultivo do arroz irrigado (convencional, cultivo mínimo e plantio direto) e à rotação de culturas com diferentes plantas de cobertura sob plantio direto, através da resistência do solo à penetração. Foram realizadas 20 determinações por sistema de cultivo através do uso de penetrômetro de impacto. Os resultados mostraram que a maior resistência à penetração, na camada superficial do solo (0,0-20,0 cm), ocorreu no sistema de monocultivo do arroz com preparo convencional e cultivo mínimo. Nos tratamentos com plantio direto os resultados de compactação foram semelhantes ao solo mantido sem cultivo. Todos os tratamentos apresentaram aumento da resistência à penetração a partir de 40,0 cm de profundidade.

Palavras-chave: compactação, rotação de culturas, solo de várzea.

INTRODUÇÃO

Os solos de várzea compreendem solos que, apesar de grandes variações, apresentam uma característica comum, que é a formação em condições de hidromorfismo. A deficiente drenagem natural é, normalmente, motivada pelo relevo predominantemente plano, associado a um perfil cuja camada superficial é pouco profunda e a subsuperficial é praticamente impermeável (PAULETTO et al., 1999).

Associados aos aspectos de má drenagem, os solos hidromórficos apresentam ainda em sua maioria, densidade do solo naturalmente elevada, reduzida condutividade hidráulica, baixa velocidade de infiltração, relação micro/macroporos muito alta e baixa capacidade de armazenamento e disponibilidade de água às plantas na camada superficial (GOMES et al., 1992).

As características físicas desfavoráveis dos solos hidromórficos vão se agravando em função da aplicação de manejo inadequado ao longo dos anos, fazendo com que se formem regiões compactadas logo abaixo da camada arável (GOMES et al., 1992).

A resistência que um solo oferece à penetração de um instrumento de sondagem (penetrômetro) é chamado de "índice de cone", o qual reflete o comportamento do solo

quanto à compactação, conteúdo de água, granulometria e tipo de argila. Este índice dependente de atributos do solo como: textura, porosidade, estrutura, estabilidade de agregados e teor de água (CAMARGO & ALLEONI, 1997). Pelo uso do penetrômetro, é possível identificar a profundidade da camada compactada e, a partir daí, optar pelo implemento mais adequado de descompactação.

Analisando os sistemas de manejo do solo com relação à resistência do solo à penetração, determinada com o penetrômetro de impacto, PEDROTTI et al. (2001) observaram num Planossolo hidromórfico eutrófico solódico após oito anos, de maneira geral, que sistemas que adotaram alguma ação antrópica, aumentaram a resistência à penetração em relação à testemunha, principalmente na camada compreendida entre as profundidades de 10 – 20 cm, mais notadamente quando o solo foi submetido ao cultivo contínuo de arroz sob preparo convencional do solo.

Os mesmos autores ressaltaram ainda que a manutenção de valores mais elevados de água na camada superficial do solo, em função da presença contínua de cobertura vegetal em tratamentos com plantio direto, resulta na ocorrência de menores valores de resistência do solo à penetração. Valores mais elevados de resistência à penetração foram encontrados nos sistemas de cultivo onde o teor de água era menor (PEDROTTI et al. 2001).

Indiretamente, a compactação do solo afeta a infiltração e a condutividade de água, temperatura e aeração do solo. Em função disso, a compactação do solo tem provocado perda de produtividade do solo, levando-o à degradação (SILVA et al., 2000). Assim, nos sistemas de manejo do solo, devem-se adequar sistemas de cultivo e práticas de preparo que mantenham a estrutura favorável ao crescimento das plantas.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a intensidade da compactação de um Gleissolo Háplico submetido a sistemas de cultivo e culturas, através da resistência do solo à penetração.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento por um período de três anos a partir do ano agrícola de 95/96, em área do Centro Agropecuário da Palma pertencente à Universidade Federal de Pelotas, localizado na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, no município de Capão do Leão – RS, cujas coordenadas geográficas são 31°52'00" de latitude sul e 52°21'24" de

¹Eng. Agr. Msc. Prof. CEFET-BG, CEP 95700-000, Bento Gonçalves – RS, e-mail: jesusrb@terra.com.br

²Eng. Agr. Dr. Prof. Depto. de Solos, FAEM – UFPEL, Caixa postal 354, CEP 96001-970, Pelotas – RS.

³Geólogo Dr. Prof. Depto. de Solos, FAEM – UFPEL – Caixa Postal 354, CEP 96001-970 Pelotas – RS.

⁴Eng. Agr. Extensionista ASCAR-EMATER/RS, Escrit. Municipal de Terra de Areia – RS.

longitude oeste. SEVERO (1999), num levantamento detalhado, classificou o solo da área experimental como Gleissolo Háplico Ta Eutrófico luvisólico, A moderado, textura média, com caráter solódico em profundidade. Algumas características deste solo são apresentadas na Tabela 1.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com nove tratamentos e quatro repetições, totalizando 36 parcelas de 200 m², com dimensões de 10 m x 20 m cada.

Os tratamentos estudados foram os seguintes: T1-Monocultivo do arroz sob preparo convencional; T2-Monocultivo do arroz sob cultivo mínimo; T3-Monocultivo do arroz sob plantio direto, com ervilhaca como planta de cobertura; T4-Rotação arroz/milho sob plantio direto, com, respectivamente, ervilhaca e azevém + ervilhaca como plantas

de cobertura; T5-Rotação milho/arroz sob plantio direto, com, respectivamente, azevém + ervilhaca e ervilhaca como plantas de cobertura; T6-Rotação milho/soja/arroz sob plantio direto, com, respectivamente, azevém + ervilhaca, aveia e ervilhaca como plantas de cobertura; T7-Rotação soja/arroz/milho sob plantio direto, com, respectivamente, aveia, ervilhaca e azevém + ervilhaca como plantas de cobertura; T8-Rotação arroz/milho/soja sob plantio direto, com, respectivamente, ervilhaca, azevém + ervilhaca e aveia como plantas de cobertura; T9-Solo mantido sem cultivo há mais de 20 anos (testemunha).

O cronograma de execução dos tratamentos que compuseram o experimento nas safras agrícolas é mostrado na Tabela 2.

Tabela 1 - Características do perfil do solo da área experimental.

Horizonte		Frações da amostra total		Composição granulométrica				
Símbolo	Profund. (m)	Cascalho	Terra fina	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Argila disp. em água
----- g kg ⁻¹ -----								
A	0,00-0,29	7	993	230	180	454	136	33
AE	0,29-0,45	7	993	242	178	439	141	51
E	0,45-0,76	7	993	221	177	460	142	61
BE	0,76-0,90	9	991	204	163	456	177	138
Bt	0,90-1,2+	4	996	141	141	414	304	267

Fonte: Severo (1999).

Tabela 2 - Cronograma do experimento nas diferentes safras agrícolas.

Trat.	Safras agrícolas		
	1995/1996	1996/1997	1997/1998
T1	Arroz	Arroz	Arroz
T2	Arroz	Arroz	Arroz
T3	Ervilhaca/arroz	Ervilhaca/arroz	Ervilhaca/arroz
T4	Ervilhaca/arroz	Azevém+Ervilhaca/milho	Ervilhaca/arroz
T5	Azevém+ervilhaca/milho	Ervilhaca/arroz	Azevém+ervilhaca/milho
T6	Azevém+ervilhaca/milho	Aveia/soja	Ervilhaca/arroz
T7	Aveia/soja	Ervilhaca/arroz	Azevém+ervilhaca/milho
T8	Ervilhaca/arroz	Azevém+ervilhaca/milho	Aveia/soja
T9	Solo mantido sem cultivo	Solo mantido sem cultivo	Solo mantido sem cultivo

Por ocasião da instalação do experimento foi realizado um preparo geral da área, com exceção do T9, no outono de 1995, envolvendo uma aração, duas gradagens e aplainamento, com o objetivo de corrigir as imperfeições de microrelevo e incorporar calcário, para posterior implantação das coberturas de inverno.

As parcelas correspondentes ao preparo convencional sofreram preparo primário e secundário do solo antecedendo a semeadura do arroz irrigado. Nas parcelas submetidas ao cultivo mínimo, foi realizado um preparo reduzido do solo de 45 a 60 dias antes da semeadura do arroz (setembro) que consistiu de duas gradagens, realizadas com a finalidade de forçar a germinação de plantas daninhas antes da semeadura do arroz, facilitando, desse modo, o seu controle através de herbicidas de ação total (Glyphosate – 4 L ha⁻¹). Sobre esta cobertura do solo é realizada posteriormente a semeadura direta do arroz.

Sob plantio direto foram evitadas operações que causassem movimentação do solo, sendo as coberturas manejadas pela utilização do herbicida dessecante e a semeadura realizada com máquinas próprias para este sistema.

A determinação da resistência do solo à penetração foi realizada pela utilização de um penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf, em cinco locais de cada parcela, tomados aleatoriamente, até 60,0 cm de profundidade, sendo os dados obtidos no campo na unidade de impactos/decímetro transformados em MPa, utilizando a equação descrita por STOLF (1991). Simultaneamente à determinação da resistência à penetração, coletaram-se amostras de solo nas camadas de 0,0 – 10,0 cm; 10,0 – 20,0 cm; 20,0 – 40,0 cm; 40,0 – 60,0 cm para a determinação do teor de água pelo método gravimétrico (EMBRAPA, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de resistência do solo à penetração nos tratamentos estudados encontram-se na Figura 1. Observa-se que a maioria dos tratamentos apresentaram menor resistência à penetração na superfície (0,0 – 2,0 cm), variando de 0,70 a 1,10 MPa, com exceção do T1 (arroz sob cultivo convencional), que apresentou resistência maior, em torno de 1,70 MPa. Nas camadas subseqüentes, há um progressivo aumento da resistência, até a camada de aproximadamente

20,0 cm, para praticamente todos os tratamentos. A partir dessa camada, a resistência se mantém em torno de 2 a 3 MPa.

O fato do T1 juntamente com o T2 apresentarem maior resistência à penetração do que os demais tratamentos até aproximadamente 20,0 cm de profundidade, atingindo valores em torno de 3,3 MPa (Figura 1), deve estar associado, provavelmente, à maior mobilização do solo em face do monocultivo do arroz no sistema convencional e cultivo mínimo que levou à destruição dos agregados maiores em agregados menores e, à própria distribuição do tamanho das partículas do solo com predomínio das frações de areia e silte (Tabela 1), originando solos de baixa estabilidade de agregados, favorecendo desta forma a compactação.

A partir dos 40,0 cm, ocorre aumento mais acentuado da resistência à penetração, devido, entre outros fatores, à pressão das camadas superficiais sobre as subjacentes e à própria pressão exercida pelas máquinas utilizadas nas operações de preparo do solo, aplicação de herbicidas e semeadura, que se transmite em profundidade.

Convém destacar que, valores de resistência à penetração acima de 2,5 MPa, segundo CANARACHE (1990), começam a prejudicar o crescimento das plantas.

Comparando-se a resistência do solo à penetração nos diversos tratamentos com a testemunha (campo nativo), constatou-se que os tratamentos em que foram utilizadas rotações de culturas apresentaram resultados semelhantes à testemunha, evidenciando a importância da utilização de diversas culturas na melhoria ou manutenção da estrutura do solo, como comentado anteriormente. Por outro lado, os tratamentos com monocultura, principalmente T1 e T2, apresentaram valores maiores em relação aos observados no campo nativo e demais tratamentos, indicando que o monocultivo de arroz irrigado pode causar a desestruturação do solo. Estes resultados corroboraram com os obtidos por PEDROTTI et al. (2001), que analisando os sistemas de manejo do solo com relação à resistência do solo à penetração, observaram, de maneira geral, que sistemas que adotaram alguma ação antrópica, aumentaram a resistência à penetração em relação à testemunha, principalmente na camada compreendida entre as profundidades de 10,0 a 20,0 cm, mais notadamente quando o solo foi submetido ao cultivo contínuo de arroz sob preparo convencional do solo.

Convém ressaltar que a determinação da resistência do solo à penetração foi realizada num período em que o solo apresentava valores relativamente altos de teor de água (próximos à capacidade de campo) em todos os tratamentos, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Teor de água do solo obtido por gravimetria (kg kg^{-1}) nos sistemas de cultivo, por ocasião da determinação da resistência do solo à penetração.

Tratamento	Profundidade (cm)			
	0,0-10,0	10,0-20,0	20,0-40,0	40,0-60,0
T1	0,1895	0,1922	0,1756	0,1709
T2	0,1919	0,1839	0,1738	0,1910
T3	0,1937	0,1960	0,1770	0,1615
T4	0,1851	0,1783	0,1861	0,1921
T5	0,1984	0,2044	0,1905	0,1921
T6	0,2244	0,2291	0,1929	0,1892
T7	0,1963	0,1957	0,1869	0,1936
T8	0,2032	0,2042	0,1692	0,1740
T9	0,2081	0,1857	0,1761	0,1915

Nestas condições, a compactação do solo tem sua manifestação reduzida, visto que a resistência do solo à penetração apresentou correlação inversa com o teor de água no solo. Segundo PEDROTTI et al. (2001) a manutenção de valores mais elevados de água na camada superficial do solo, principalmente, na presença contínua de cobertura vegetal em tratamentos sob plantio direto pode contribuir para a obtenção de menores valores de resistência do solo à penetração.

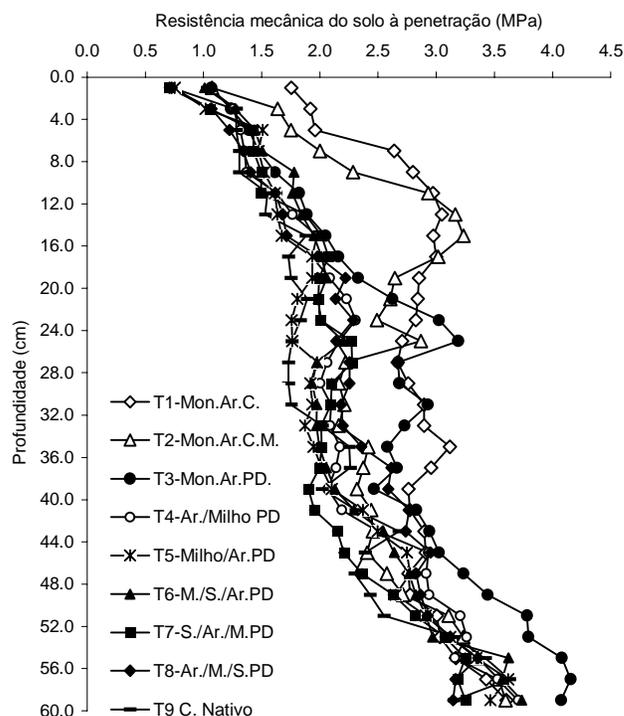


Figura 1 - Resistência do solo à penetração em função dos sistemas de cultivo.

CONCLUSÕES

1. A maior resistência à penetração, na camada superficial do solo (0,0 – 20,0 cm), ocorreu no sistema de monocultivo do arroz com preparo convencional e cultivo mínimo;
2. Nos tratamentos com plantio direto a resistência a penetração foi semelhante ao solo mantido sem cultivo;
3. Todos os tratamentos apresentaram aumento da resistência à penetração a partir de 40,0 cm de profundidade.

ABSTRACT

Soil compaction is a problem that affects the majority of the crops and influences both growth and productivity of the plants, as well as soil and water conservation. It was carried out an experiment to evaluate the compacting of a Typical Endoaqualf involving continuous rice systems (conventional, minimum tillage and no tillage) and crop rotation systems with different cover crops in no tillage, through the resistance of the soil to the penetrometer, in the "Centro Agropecuário da Palma" Federal University of Pelotas, during three years starting from the 95/96 agricultural crop year. It was made 20 determinations per cultivation system using the impact penetrometer. The results show that the largest resistance of the soil to the penetrometer in the 0.0-20.0 cm layer occurred in the conventional and minimum tillage

continuous rice systems. In the continuous rice and crop rotation no tillage systems the results were similar to the non-cultivated soil. All treatments presented increasing soil resistance to penetration below 40.0 cm depth.

Key words: compaction, crop rotation, wetland soil.

REFERÊNCIAS

- CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 132p.
- CANARACHE, A. Penetrometer: a generalized semi-empirical model estimating soil resistance to penetration. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v.16, p.51-70. 1990.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212p.
- GOMES, A.S.; CUNHA, N.S.; PAULETTO, E.A.; et al. Solos de várzea: Uso e Manejo. In: MARCANTONIO, G. **Solos e irrigação**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 1992. p.64-79.
- PAULETTO, E.A.; GOMES, A.S.; SOUSA, R.O.; et al. Manejo de solos de várzea. IN: GOMES, A.S.; PAULETTO, E.A. **Manejo do solo e da água em áreas de várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p.61-87.
- PEDROTTI, A.; PAULETTO, E.A.; CRESTANA, S.; et al. Resistência mecânica à penetração de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.521-529. 2001.
- SEVERO, C.R.S. **Caracterização dos solos do Centro Agropecuário da Palma**. Pelotas, 1999. 97p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.
- SILVA, V.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Suscetibilidade à compactação de um Latossolo Vermelho-Escuro e de um Podzólico Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.239-249. 2000.
- STOLF, R. Teorias e testes experimentais de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p.229-235. 1991.