

Compactação superficial de Latossolos sob integração lavoura – pecuária de leite no noroeste do Rio Grande do Sul

Surface compaction of oxisols with crops- dairy cattle production in northwest of Rio Grande do Sul, Brazil

Gilberto Loguércio Collares^I Dalvan José Reinert^{II} José Miguel Reichert^{II}
Douglas Rodrigo Kaiser^I

-NOTA-

RESUMO

Em sistemas de integração lavoura-pecuária, o solo sofre pressões pelo pisoteio animal e tráfego de máquinas, alterando sua estrutura. Neste trabalho, avaliaram-se a densidade, a porosidade e a resistência do solo à penetração em cinco propriedades rurais que adotam o sistema de integração lavoura-pecuária. Os resultados indicaram um aumento da compactação pelo pisoteio animal na camada superficial do solo (0,10m). Os valores de densidade estavam acima de 1,4Mg m⁻³, a macroporosidade abaixo de 0,10m³ m⁻³ e a resistência à penetração acima de 2MPa na umidade de 0,26kg kg⁻¹, o que indica degradação física do solo. Assim, é necessário adotar práticas de manejo adequadas para a recuperação desses solos e evitar o aumento da compactação.

Palavras-chave: compactação do solo, pisoteio animal, integração lavoura-pecuária.

ABSTRACT

In crop and livestock integration system, pressure applied by animal trampling and farm-machinery wheeling changes soil structure. In this study soil bulk density, porosity and soil penetration resistance were evaluated in five farms which adopt the crop and livestock integration system. The results indicated an increase in soil compaction by cattle trampling in the surface soil layer (0.10m). The bulk density was above 1.4Mg m⁻³, the porosity is below 0,10m³m⁻³ and soil penetration resistance is above 2MPa at 0.26kg kg⁻¹ soil moisture, which characterize soil physical degradation. Thus, adoption of management practices suitable for the soil physical amelioration and prevent further increase in the state of compaction is necessary.

Key words: soil compaction, cattle trampling, integrated livestock farming.

A integração lavoura-pecuária é uma alternativa para a diversificação de muitas propriedades rurais no Rio Grande do Sul, mas o pisoteio animal e o tráfego de máquinas levam à degradação do solo, principalmente em períodos em que o mesmo apresenta alto conteúdo de água. A compactação superficial do solo reduz a infiltração de água e aumenta a resistência do solo (LANZANOVA et al., 2007), o que prejudica o crescimento radicular das plantas (KAISER et al., 2009).

Com base nesses fatos, este estudo objetivou avaliar o estado de compactação do solo em cinco propriedades rurais com produção de grãos e leite, nos municípios de Ijuí, Coronel Barros e Catuípe, região noroeste do RS. As pastagens adotadas eram compostas de leguminosas (trevo e cornichão) e gramíneas (aveia, azevém e tifton (Tabela 1)). Os solos das áreas investigadas são argilosos e classificados como Latossolos Vermelhos.

Para avaliar a qualidade física do solo, coletaram-se amostras com estrutura preservada com anéis metálicos, em três locais por glebas, nas camadas de 0,0 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a 0,15; 0,15 a 0,20 e 0,20 a 0,30m. A determinação da densidade seguiu a metodologia descrita em EMBRAPA (1997) e a porosidade foi determinada em mesa de tensão. A resistência mecânica do solo à penetração (RP) foi

^ICentro de Desenvolvimento Tecnológico (CDTec), Universidade Federal de Pelotas (UPel), Av. Ildefonso Simões Lopes, 2791, 96060-290, Pelotas, RS, Brasil. Email: gilbertocollares@gmail.com. Autor para correspondência

^{II}Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

Tabela 1 – Propriedades, glebas, tipo de pastagem e densidade do solo.

Propriedade	Gleba	Pastagens	Densidade do solo (Mg m ⁻³)				
			Camadas (m)				
			0-0,05	0,05-0,10	0,10-0,15	0,15-0,20	0,20-0,30
A	A1-Dois dias após pastejo	Trevo branco + cornichão	1,55	1,52	1,49	1,52	1,47
	A2-Catorze dias após pastejo	Trevo branco + aveia	1,45	1,54	1,46	1,42	1,47
	A3-Vinte e oito dias após pastejo	Trevo branco + aveia/azevém	1,50	1,55	1,47	1,49	1,44
B	B1-Dois dias após pastejo	Trevo branco + tifton	1,45	1,43	1,39	1,35	1,33
	B2-Dez dias após pastejo	Aveia + azevém	1,38	1,44	1,32	1,28	1,22
	B3-Trinta dias após pastejo	Trevo branco + tifton	1,39	1,46	1,42	1,38	1,28
C	C1-Não escarificado	Trevo branco + tifton	1,46	1,53	1,48	1,52	1,50
	C2-escarificado	Cornichão + tifton	1,42	1,44	1,44	1,55	1,51
	C3-Zero dia após pastejo	Cornichão + Azevém	1,77	1,57	1,52	1,56	1,54
	C4-Dez dias após pastejo	Trevo branco + tifton	1,56	1,56	1,65	1,66	1,51
D	D1-Um dia após pastejo	Tifton	*	1,44	1,36	1,28	1,29
	D2-Vinte e oito dias após pastejo	Tifton	*	1,46	1,38	1,33	1,35
E	E1-Um dia após pastejo	Tifton	1,48	1,50	1,44	1,40	1,40
	E2-Dez dias após pastejo	Trevo branco + aveia/azevém	1,33	1,41	1,47	1,39	1,39
	E3-Trinta dias após pastejo	Tifton baixo	1,42	1,48	1,41	1,39	1,33

* amostras perdidas.

medida até a profundidade de 0,55m, com o uso de um penetrômetro portátil.

As médias dos valores das propriedades físicas avaliadas foram comparadas através de contrastes ortogonais, utilizando-se o pacote estatístico SAS (SAS, 1991). A interpretação dos dados e a definição do grau de degradação física foram definidas com base em estudos experimentais realizados em anos anteriores nos solos argilosos daquela região (GENRO JUNIOR et al., 2004; REICHERT et al., 2009; KAISER et al., 2009).

A densidade do solo, na maioria das glebas, foi superior a 1,45Mg m⁻³ (Tabela 1), valor este considerado restritivo ao crescimento adequado das culturas agrícolas em solos argilosos (REINERT et al., 2001; REICHERT et al., 2009). O aumento da densidade é atribuído ao pisoteio, pois o casco animal provoca

um rearranjo na estrutura à medida que se aprofunda no perfil do solo (TREIN et al., 1991). O pisoteio e o tráfego de máquinas reduziram a quantidade de macroporos presentes no solo (Tabela 2). Os valores de microporosidade são maiores que os normalmente encontrados em áreas naturais, enquanto os valores de macroporosidade são inferiores àqueles considerado adequados para o pleno desenvolvimento das plantas (DREWRY et al., 2008).

As glebas que haviam sido pastejadas há menos de 10 dias apresentaram maiores valores de densidade em relação às áreas pastejadas há mais tempo (Tabela 1), sendo os contrastes significativos (Tabela 3). Nas glebas com gramíneas, a densidade do solo foi menor nas camadas de 0,05 a 0,20m. A escarificação teve efeito maior na camada de 0,05 a 0,10m, pela redução na densidade e microporosidade do solo e aumento na porosidade total (Tabela 3). Dessa

Tabela 2 – Macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo nas cinco propriedades com sistemas de integração lavoura-pecuária.

Propriedade	Gleba	-----Camada (mm)-----				
		0 - 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,15	0,15 – 0,20	0,20 – 0,30
-----Macroporosidade (m ³ m ⁻³)-----						
A	A1	0,07	0,06	0,08	0,08	0,07
	A2	0,10	0,07	0,10	0,11	0,06
	A3	0,06	0,05	0,09	0,07	0,06
B	B1	0,05	0,05	0,05	0,11	0,07
	B2	0,10	0,06	0,07	0,09	0,10
	B3	0,08	0,05	0,05	0,05	0,09
C	C1	0,08	0,07	0,07	0,04	0,07
	C2	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05
	C3	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06
D	C4	0,06	0,07	0,06	0,06	0,05
	D1	*	0,08	0,05	0,10	0,09
	D2	*	0,07	0,06	0,09	0,07
E	E1	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08
	E2	0,09	0,06	0,06	0,10	0,12
	E3	0,05	0,06	0,07	0,05	0,06
-----Microporosidade (m ³ m ⁻³)-----						
A	A1	0,45	0,43	0,44	0,41	0,45
	A2	0,44	0,43	0,41	0,43	0,45
	A3	0,44	0,42	0,43	0,44	0,46
B	B1	0,51	0,51	0,50	0,48	0,55
	B2	0,47	0,48	0,49	0,48	0,46
	B3	0,50	0,51	0,50	0,52	0,50
C	C1	0,46	0,45	0,45	0,47	0,45
	C2	0,46	0,46	0,48	0,49	0,47
	C3	0,45	0,44	0,45	0,44	0,45
D	C4	0,46	0,41	0,38	0,39	0,48
	D1	*	0,46	0,48	0,48	0,48
	D2	*	0,49	0,49	0,49	0,49
E	E1	0,48	0,46	0,48	0,49	0,47
	E2	0,46	0,46	0,45	0,48	0,49
	E3	0,56	0,47	0,49	0,49	0,51
-----Porosidade Total (m ³ m ⁻³)-----						
A	A1	0,52	0,49	0,52	0,49	0,52
	A2	0,54	0,50	0,51	0,54	0,51
	A3	0,50	0,47	0,52	0,51	0,52
B	B1	0,56	0,56	0,55	0,59	0,62
	B2	0,57	0,54	0,56	0,57	0,56
	B3	0,58	0,56	0,55	0,57	0,59
C	C1	0,54	0,52	0,52	0,51	0,52
	C2	0,55	0,54	0,55	0,55	0,52
	C3	0,52	0,50	0,52	0,50	0,51
D	C4	0,52	0,48	0,44	0,45	0,53
	D1	*	0,54	0,53	0,58	0,57
	D2	*	0,56	0,55	0,58	0,56
E	E1	0,54	0,52	0,54	0,56	0,55
	E2	0,55	0,52	0,51	0,58	0,61
	E3	0,61	0,53	0,56	0,54	0,57

* amostras perdidas.

forma, o pisoteio animal pode ser considerado o principal responsável pela degradação da estrutura desses solos, o que é evidenciado pelo aumento da densidade e da microporosidade e redução da macroporosidade e porosidade total, principalmente nas camadas superficiais. Os altos valores de resistência à penetração na superfície refletem o aumento do estado

de compactação (Figura 1), o que é um reflexo do aumento da densidade e redução da porosidade nessa camada.

Os solos das propriedades estudadas apresentam, dessa forma, degradação da estrutura do solo pelo pisoteio animal e tráfego de máquinas agrícolas, o que é evidenciado por valores de densidade

Tabela 3 – Significância dos contrastes entre as propriedades físicas do solo nas diferentes condições de uso e pastejo.

Contrastes	-----Camadas (m)-----				
	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,15	0,15-0,20	0,20-0,30
	-----Densidade (Mg m ⁻³)-----				
A1 x A2 A3	*	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
B1 x B2 B3	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
C3 x C1 C2 C4	<i>ns</i>	<i>ns</i>	**	*	**
C2 x C1 C3 C4	<i>ns</i>	<i>ns</i>	**	*	**
D1 x D2	-	**	*	*	<i>ns</i>
E1 x E2 E3	<i>ns</i>	*	**	<i>ns</i>	<i>ns</i>
F x G ²	<i>ns</i>	*	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
H x I ³	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	**
J x K ⁴	<i>ns</i>	**	**	*	<i>ns</i>
	-----Macroporosidade (m ³ m ⁻³)-----				
A1 x A2 A3	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
B1 x B2 B3	*	<i>ns</i>	*	<i>ns</i>	<i>ns</i>
C3 x C1 C2 C4	*	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	*
C2 x C1 C3 C4	*	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	*
D1 x D2	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
E1 x E2 E3	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
F x G ²	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
H x I ³	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
J x K ⁴	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
	-----Microporosidade (m ³ m ⁻³)-----				
A1 x A2 A3	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	*
B1 x B2 B3	*	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
C3 x C1 C2 C4	<i>ns</i>	*	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
C2 x C1 C3 C4	<i>ns</i>	*	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
D1 x D2	<i>ns</i>	**	<i>ns</i>	*	*
E1 x E2 E3	<i>ns</i>	**	**	**	<i>ns</i>
F x G ²	<i>ns</i>	**	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
H x I ³	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
J x K ⁴	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
	-----Porosidade total (m ³ m ⁻³)-----				
A1 x A2 A3	*	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
B1 x B2 B3	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
C3 x C1 C2 C4	<i>ns</i>	**	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
C2 x C1 C3 C4	<i>ns</i>	*	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
D1 x D2	<i>ns</i>	**	<i>ns</i>	<i>ns</i>	*
E1 x E2 E3	<i>ns</i>	**	**	**	<i>ns</i>
F x G ²	<i>ns</i>	**	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
H x I ³	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
J x K ⁴	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	**	<i>ns</i>

*: Significativo a 5%, ** Significativo a 1%; ^{ns}: não significativo, ²FxG=C2 (Escarificado) x A1A2A3B1B2B3C1C3C4D1D2E1E2 (Plantio Direto); ³ H x I= B2D1D2E1E2 (Pastejado a menos de 10 dias) x A1A2A3B1B3C1C2C3C4 (Pastejado a mais de 20 dias); ⁴ JxK= B2D1D2E1E3 (Gramíneas) x A1A2A3 B1B2B3C1C2C3E2 (consórcio entre gramíneas e leguminosas).

acima do limite considerado adequado ao desenvolvimento das culturas agrícolas (>1,4Mg m⁻³) e por valores de macroporosidade abaixo de 0,10m³m⁻³ e altos valores de resistência à penetração na camada superficial do solo (0,10m). Essas condições físicas

indicam que, em curtos períodos de seca, o desenvolvimento das plantas poderá ser limitado por prejudicar o desenvolvimento radicular das plantas e dificultar o acesso à água armazenada nas camadas mais profundas.

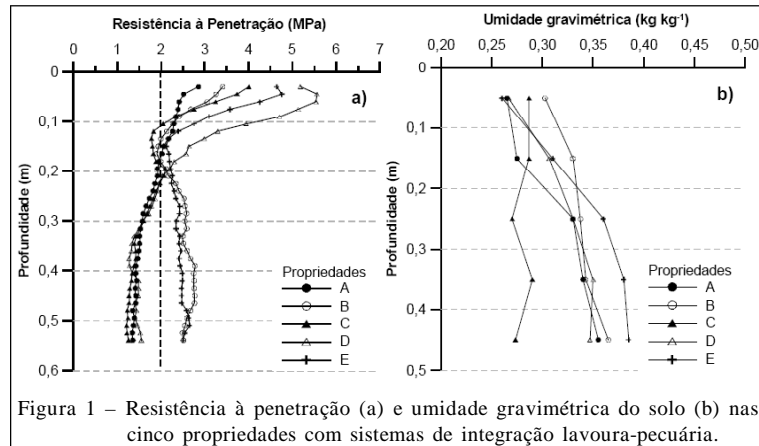


Figura 1 – Resistência à penetração (a) e umidade gravimétrica do solo (b) nas cinco propriedades com sistemas de integração lavoura-pecuária.

REFERÊNCIAS

DREWRY, J.J. et al. Pasture yield and soil physical property responses to soil compaction from treading and grazing- a review. **Australian Journal of Soil Research**, v.46, p.237-256, 2008. Disponível em: <<http://www.publish.csiro.au/paper/SR07125.htm>>. Acesso em: 13 dez. 2010. doi: 10.1590/S0100-06832009000400009.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

GENRO JÚNIOR, S.A. et al. Variabilidade temporal da resistência à penetração de um Latossolo argiloso sob semeadura direta com rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.477-484, 2004. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01006832004000300009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 13 dez. 2010. doi: 10.1590/S0100-06832004000300009.

KAISER, D.R. et al. Intervalo hídrico ótimo no perfil explorado pelas raízes de feijoeiro em um Latossolo sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.845-855, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01006832009000400009&lng=pt&nrm=iso>. Acessos em: 13 dez. 2010. doi: 10.1590/S0100-06832009000400009.

LANZANOVA, M.E. et al. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto.

Revista Brasileira de Ciência do solo, v.31, p.1131-1140, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100683200700050028&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 13 dez. 2010. doi: 10.1590/S0100-06832007000500028.

REICHERT, J.M. et al. Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop, production in subtropical highly weathered soils. **Soil & Tillage Research**, v.102, n.2, p.242-254, 2009. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TC6-4TC8JOP1&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docranchor=&view=c&_searchStrId=952824364&_rerunOrigin=google&acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=7d9806d993fd455167129ff0ad90d9f>. Acesso em: 15 abr. 2009. doi: 10.1016/j.still.2008.07.002.

REINERT, D.J. et al. Propriedades físicas de solos em sistema de plantio direto irrigado. In: CARLESSO, R. et al. (Ed.). **Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 2001. p.114-133.

SAS INSTITUTE. Statistical Analysis System Institute. **SAS/STAT Procedure guide for personal computers**. Version 5. Cary, NC, 1991. 552p.

TREIN, C.R. et al. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo, na rotação aveia+trevo/milho, após pastejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, p.105-111, 1991.