



QUALIDADE FÍSICA DO SOLO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO MUNICÍPIO DE SANTA VITÓRIA DO PALMAR-RS

João Alberto Aldávio Loeck- joao.loeck@hotmail.com
Universidade Federal de Pelotas
Rua Gomes Carneiro 1,
Cep-96010.610, Pelotas, Rio Grande do Sul

Roberta Jeske Kunde- roberta_kunde@hotmail.com
Universidade Federal de Pelotas

Thaís Wacholz Kohler- thaiskohler@hotmail.com.br
Universidade Federal de Pelotas

Jamir Luís Silva da Silva- jamir.silva@embrapa.br
Embrapa Clima Temperado

Adilson Luís Bamberg- adilson.bamberg@embrapa.br
Embrapa Clima Temperado

Resumo: O conhecimento do impacto do uso e do manejo do solo sobre a qualidade física são fundamentais na adoção de sistemas de produção agrícola sustentáveis. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade física do solo sob o sistema de Integração lavoura-pecuária através de indicadores como a densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total, em uma propriedade agrícola familiar localizada no Município de Santa Vitória do Palmar. Foram avaliados dois sistemas de uso do solo: campo nativo pastejado e uma pastagem de azevém+cornichão (*Lolium multiflorum* L. +*Lotus corniculatus* L). Em cada um dos sistemas de uso foram coletadas amostras indeformadas de solo nas camadas de 0,00-0,05m; 0,05-0,10m e de 0,10-0,20m. Com base nos resultados, conclui-se que o sistema de Integração lavoura-pecuária quando comparado ao campo nativo pastejado afeta a qualidade física do solo (especialmente à macroporosidade), porém não atinge níveis limitantes ao crescimento e desenvolvimento das plantas.

Palavras-chave: Sistemas integrados, Densidade do solo, Porosidade do solo, Atributos físicos do solo.



SOIL PHYSICAL QUALITY UNDER INTEGRATED CROP- LIVESTOCK SYSTEM IN THE MUNICIPALITY OF SANTA VITÓRIA DO PALMAR- RS

Abstract: *The knowledge of the impact of the use and soil management on the physical quality are fundamental in the adoption of sustainable agricultural production systems. This study aimed to evaluate the physical quality of the soil under integrated crop-livestock systems through indicators such as soil density, macroporosity, microporosity and total porosity in a family farm in the Municipality of Santa Vitória do Palmar-RS. Were evaluated two land use systems: grazed native field and ryegrass + birdsfoot trefoil (*Lolium multiflorum* L. + *Lotus corniculatus* L) pasture. In each of the systems use, undisturbed soil samples were collected in layers from 0.00 to 0.05m; 0.05-0.10m and 0.10-0.20m. Based on the results, it is concluded that the integrated crop-livestock system when compared to the grazed native field affects the soil physical quality (especially the macroporosity), but does not reach levels limiting the growth and development of plants.*

Keywords: *Integrated systems, Soil density, Soil porosity, Soil physical attributes.*



1. INTRODUÇÃO

Atualmente, são impostos à agricultura desafios como a produção de alimentos em elevada quantidade e qualidade, garantindo segurança alimentar, produção de energia, fibras, madeira e, ainda, auxiliar na mitigação de gases causadores de efeito estufa. O grande desafio tem sido, portanto, a produção de bens que a humanidade demanda de forma crescente, devido ao aumento populacional e de renda per capita, com reduzido impacto ambiental e, ao mesmo tempo, permitir que os agricultores familiares consigam viver com dignidade no meio rural (BALBINOT JUNIOR *et al.*, 2009).

Para intensificar esta produção de alimentos, fibras e energia, os sistemas agrícolas são constantemente reformulados para aumentar a eficiência na produção, proteger o meio ambiente e/ou promover a recuperação ambiental. Com a expansão do cultivo da soja, a consequente degradação de largas áreas devido à criação de gado e a baixa produtividade da pecuária (especialmente durante o inverno), sistemas como os que integram a produção de grãos e a produção animal podem ser considerados vantajosos tanto para os agricultores quanto para o meio ambiente (CARVALHO *et al.*, 2010; SULC & TRACY, 2007).

Nesse sentido, uma das alternativas mais apropriadas é a adoção de sistemas integrados de produção como a integração lavoura-pecuária (ILP) que alternam na mesma área o cultivo de forrageiras anuais ou perenes, destinadas à produção animal e culturas destinadas à produção vegetal, sobretudo grãos (BALBINOT JUNIOR *et al.*, 2009). A ILP é um sistema de produção em que vários fatores biológicos, econômicos e sociais se inter-relacionam e determinam a sua sustentabilidade e, nas últimas décadas, as áreas agrícolas utilizadas com este sistema vêm se tornando mais expressivas no Brasil, em virtude dos inúmeros benefícios que podem ser obtidos com o seu uso (MACEDO, 2009).

A ILP é uma das tecnologias que compõem os compromissos voluntários assumidos pelo Brasil na COP-15, realizada em Copenhague, e que prevêem a redução das emissões de gases do efeito estufa (GEE) projetadas para 2020, entre 36,1% e 38,9%, estimando assim uma redução da ordem de um bilhão de toneladas de gás carbônico (CO₂) equivalente. Esses compromissos foram ratificados na Política Nacional sobre Mudanças do Clima (Lei no 12.187/09) e regulamentados pelo Decreto no 7390/10. Para efeito desta regulamentação, no caso específico da agricultura, foi estabelecido o “Plano Setorial para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura”, o que se convencionou chamar de “Plano ABC”. Desta forma, a contribuição da ILP na mitigação de GEE se dará pela expansão de sua área de adoção em quatro milhões de hectares até 2020. As outras tecnologias previstas neste plano são: recuperação de pastagens degradadas, sistema plantio direto, fixação biológica de nitrogênio, florestas plantadas e tratamento de dejetos animais (BRASIL, 2011).

Nos sistemas de ILP, a manutenção de resíduos culturais na superfície somado à ausência de revolvimento do solo, reduzem a emissão de CO₂, aumentam o estoque de carbono no solo (GUARESCHI *et al.*, 2012; LOSS *et al.*, 2011) e a diversidade microbiana, além de melhorar a fertilidade e os atributos físicos do solo (SILVA *et al.*, 2011).

Apesar de sua crescente adoção, ainda há dúvidas e questionamentos sobre possíveis impactos negativos ligados à degradação do ambiente, sobretudo à degradação física do solo (FLORES *et al.*, 2007). A perda de qualidade física dos solos em sistemas com ILP pode comprometer a produtividade de grãos e da pastagem, especialmente sob condições climáticas adversas (MOREIRA *et al.*, 2012).

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade física do solo sob sistema de ILP por meio da densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total, em uma propriedade agrícola familiar localizada no Município de Santa Vitória do Palmar-RS.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em Março de 2015 em uma propriedade agrícola familiar, localizada no Município de Santa Vitória do Palmar-RS. O solo da propriedade é classificado como um Planossolo Háptico (EMBRAPA, 2013) de classe textural variando de Franco-arenosa a Areia-franca (Tabela 1).

Tabela 1 – Percentual (%) de argila, silte, areia e classe textural dos sistemas de uso avaliados nas camadas de 0,00-0,05m, de 0,05-0,10m e de 0,10-0,20m.

Sistema de uso	Argila	Silte	Areia	Classe Textural
		0,00-0,05m		
Pastagem	8,01	15,06	76,93	Franco-arenosa
Campo Nativo	5,60	16,40	78,00	Areia Franca
		0,05-0,10m		
Pastagem	9,24	13,30	77,46	Franco-arenosa
Campo Nativo	7,01	13,20	79,79	Areia Franca
		0,10-0,20m		
Pastagem	8,55	13,60	77,85	Franco-arenosa
Campo Nativo	8,05	12,30	79,65	Areia Franca

Fonte: Roberta Jeske Kunde

Foram avaliados dois sistemas de uso do solo: pastagem de azevém e campo nativo pastejado (Figuras 1A e 1B, respectivamente). Os sistemas de uso avaliados localizam-se entre as coordenadas geográficas: 32°77'S e 52°63'O. O clima da região, de acordo com a classificação climática de Wilhelm Köppen, é subtropical úmido do tipo Cfa (C: clima temperado quente, com temperatura média do mês mais frio entre 3 e 18°C; f: em nenhum mês a precipitação é inferior a 60 mm; a: temperatura do mês mais quente é superior a 22°C).



Figura 1. Vista dos sistemas de uso avaliados: pastagem azevém + cornichão (A) e campo nativo pastejado (B).

Fotos: Roberta Jeske Kunde

Anteriormente à pastagem, a área foi cultivada com arroz sistema clearfield por três anos (safras 2011/12, 12/13 e 13/14). Após a colheita de arroz em 2014, foram desmanchadas as marachas com grade e semeados azevém anual (*Lolium multiflorum*) e cornichão São Gabriel (*Lotus corniculatus*). No outono de 2015 a área recebeu 2,5 t/ha de calcário dolomítico da faixa B e 300 kg/ha de fertilizante mineral da fórmula NPK 05-30-15 e foi semeados 20 kg/ha de azevém cv. BRS Ponteio e 3 kg/ha de trevo branco cv. Zapicán sobre o cornichão. A área foi preparada com grade leve e o

pastejo com terneiros iniciou em julho, sendo a carga animal ajustada para manter 10-12% de peso vivo em oferta de forragem. O campo nativo encontra-se em pousio há mais de 20 anos, e é pastejado em carga média a alta ao longo do ano.

Em cada um dos sistemas de uso avaliados, foram coletadas amostras indeformadas de solo nas camadas de 0,00-0,05m, de 0,05-0,10m e de 0,10-0,20m (5 pontos x 3 camadas x 3 repetições), totalizando dessa forma, 45 amostras em cada sistema de uso avaliado. As amostras indeformadas de solo foram coletadas com o auxílio de anéis volumétricos de 0,030m por 0,048m (Figura 2), envolvidas em papel alumínio a fim de conservar a umidade e a estrutura original da amostra durante o transporte, e posteriormente encaminhadas ao laboratório de Física do Solo da Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS.



Figura 2. Coleta de amostras indeformadas de solo nas camadas de 0,00-0,05m, 0,05-0,10m e 0,10-0,20m com o auxílio de anéis volumétricos.

Fotos: Roberta Jeske Kunde

As amostras foram utilizadas para a determinação da densidade do solo (D_s), macroporosidade (M_a), microporosidade (M_i) e porosidade total (P_t) segundo metodologia descrita em Embrapa (2011). Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando diferenças significativas foram observadas, as médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade através do software Winstat 2.0 (MACHADO & CONCEIÇÃO, 2003).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados, verificamos que para a variável D_s na camada 0,00-0,05m, os menores valores foram observados no campo nativo (Tabela 2). Esse menor valor de D_s no campo nativo pode ser explicado pela ausência de revolvimento do solo nesta área, mesmo ele sendo pastejado há alguns anos. Nas camadas de 0,05-0,10m e de 0,10-0,20m não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos para este parâmetro.

Assim como constatado neste estudo, Lanzasova *et al.* (2007) avaliando atributos físicos de um Argissolo Vermelho em sistemas de ILP sob plantio direto no Município de Jari - RS, também observaram diferenças significativas para os valores de D_s somente na camada de 0,00-0,05m. Adicionalmente, Carvalho *et al.* (2011) em um experimento de longa duração em um Latossolo Vermelho de São Miguel das Missões - RS, também constataram alterações na D_s somente na camada de 0,00-0,05m, mesmo em condições de pastejo intenso.

Reinert *et al.* (2008) e Reichert *et al.* (2009) propuseram valores de D_s críticos para algumas classes texturais: 1,30 a 1,40g cm⁻³ para solos argilosos; 1,40 a 1,50g cm⁻³ para os franco-argilosos e de 1,70 a 1,80g cm⁻³ para os franco-arenosos e de 1,80 a 1,85g cm⁻³ para os arenosos. Portanto, de acordo com a pesquisa desenvolvida por estes autores e considerando a classe textural do



solo nos sistemas de uso em estudo (Tabela 1), os valores de Ds observados neste estudo não são considerados críticos para as três camadas avaliadas.

Tabela 2 – Densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total em diferentes sistemas de uso do solo nas camadas de 0,00-0,05m, de 0,05-0,10m e de 0,10-0,20m.

Tratamento	Ds	Ma	Mi	Pt
0,00-0,05m				
Pastagem	1,29a	14,61b	30,44 ^{ns}	45,05b
Campo Nativo	1,05b	19,77a	30,38	50,16a
0,05-0,10m				
Pastagem	1,40 ^{ns}	12,11b	27,34a	39,46 ^{ns}
Campo Nativo	1,40	15,64a	24,51b	40,16
010-0,20m				
Pastagem	1,48 ^{ns}	11,35b	25,28a	36,64 ^{ns}
Campo Nativo	1,44	15,13a	22,64b	37,78

Com relação aos valores de Ma, o campo nativo foi superior à pastagem em todas as camadas avaliadas. Dessa forma, cabe ressaltar que o sistema de ILP teve efeitos negativos sobre os macroporos na pastagem, visto a sua redução em relação ao campo nativo. Diferentemente ao encontrado nesse estudo, de acordo com Andreolla *et al.* (2014) o pastejo controlado durante o inverno não afeta a qualidade física do solo (especialmente os macroporos) e desmistifica que a presença dos animais em áreas de ILP causa problemas para a cultura em sucessão.

Para garantir a difusão do ar no solo e, uma aeração adequada ao desenvolvimento das plantas, o volume de macroporos não deve ser inferior a 10% do volume total do solo (TAYLOR & ASHCROFT, 1972; FERREIRA, 2010). Observa-se que em todas as camadas avaliadas, o percentual de macroporos foi superior a 10%, não limitando, dessa forma, o crescimento e desenvolvimento radicular das plantas.

Com relação a variável Mi, não foram verificadas diferenças estatísticas entre os sistemas de uso na camada de 0,00-0,05m. Entretanto, nas camadas de 0,05-0,10m e de 0,10-0,20m os maiores valores foram observados na pastagem. Diferentemente à este estudo, Carvalho *et al.* (2015) avaliando atributos físicos e químicos de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de uso do solo no município de Ribas do Rio Pardo-MS, não encontraram diferenças significativas nas camadas de 0,05- 0,10 e de 0,10-0,20m para a variável Mi entre as áreas de ILP avaliadas, encontrando diferenças significativas somente na camada superficial de 0,00-0,05m.

Quanto aos resultados de Pt, na camada de 0,00-0,05m os maiores valores foram observados no campo nativo. De acordo com Abrão (2011), a maior Pt encontrada neste sistema pode estar relacionada à maior ocorrência de sistemas radiculares diversificados e possíveis canais (bioporos) resultantes da decomposição e renovação dessas raízes na superfície do solo.

Nas camadas de 0,05-0,10 m e 0,10-0,20 m não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Os resultados desse estudo, corroboram com os encontrados por Kunde (2016), que ao avaliar a qualidade do solo em um Neossolo Quartzarênico no Município de Rio Grande-RS sob diferentes sistemas de uso do solo, observou diferenças significativas somente na camada de 0,00-0,05m, sendo o campo nativo superior aos demais sistemas. Adicionalmente, Conte *et al.* (2011) estudando a evolução de atributos físicos de um Latossolo Vermelho em sistemas de ILP no Município de São Miguel das Missões -RS verificaram que não houve alterações significativas para os valores de Pt após 7 anos sob ILP.



3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de Integração lavoura-pecuária quando comparado ao campo nativo pastejado afeta a qualidade física do solo (especialmente à macroporosidade), porém não atinge níveis limitantes ao crescimento e desenvolvimento das plantas.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Embrapa Clima Temperado pela infraestrutura disponibilizada para o desenvolvimento desse estudo; À família agricultora pela participação no estudo e por disponibilizar os sistemas de uso avaliados; Aos bolsistas de Iniciação Científica e de pós-graduação da UFPel pelo auxílio nas coletas de solo e pela colaboração na execução das análises laboratoriais.

4. REFERÊNCIAS

- ABRÃO, S. F. **Alterações físicas e químicas de um cambissolo húmico em povoamentos de Pinus taeda L. com diferentes**. Santa Maria, 97 p. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Santa Maria.
- ANDREOLLA, V. R. M.; MORAES, A.; BONINI, A. K.; DEISS, L.; SANDINI, I. E. Soil physical attributes in integrated bean and sheep system under nitrogen levels. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 45, n. 5 (Especial), p. 922-930, 2014.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1925-1933, 2009.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRÍCOLTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Plano agrícola e pecuário 2010-2011**. Brasília: Mapa/SPA, 2011. 48 p.
- CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; SOUZA, E. D.; SULC, R. M.; LANG, C. R.; FLORES, J. P. C.; TERRA LOPES, M. L.; SILVA, J. L. S.; CONTE, O.; LIMA WESP, C.; LEVIEN, R.; FONTANELI, R. S.; BAYER, C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystem**, Holanda, v. 88, n. 2, p. 259-273, 2010.
- CARVALHO, P. C. F.; BARRO, R. S.; KUNRATH, T. R.; SILVA, F. D.; NETO, A. B.; SAVIAN, J. V.; PFEIFER, F. M.; TISCHLER, M. R.; ANGHINONI, I. Experiências de Integração Lavoura-Pecuária no Rio Grande do Sul, **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco, v. 6, n. 2, 2011.
- CARVALHO, R. P.; OMAR, D.; DAVIDE, A. C.; SOUZA, F. R. Atributos físicos e químicos de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 148-159, 2015.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 353 p.
- FERREIRA, M. M. Caracterização Física do Solo. In: VAN LIER, Q. J. (Ed). **Física do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p.1-27.
- FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 771-780, 2007.
- GUARESCHI, R. F.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A. Deposição de resíduos vegetais, matéria orgânica leve, estoques de carbono e nitrogênio e fósforo remanescente sob diferentes sistemas de manejo no cerrado goiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 1-10, 2012.



- LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T.; ELTZ, F. L. F.; AMADO, T. J. C.; REINERT, D.J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.4, p.1131-1140, 2007.
- LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1269-1276, 2011.
- MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 133-146, 2009.
- MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. **Sistema de análise estatística para Windows. WinStat. Versão 2.0.** UFPel, 2003.
- MOREIRA, W. H.; BETIOLI JUNIOR, E.; PETEAN, L. P.; TORMENA, C. A.; ALVES, S. J.; COSTA, M. A. T.; FRANCO, H. H. S. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférrico em sistema de Integração Lavoura-Pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 389-400, 2012.
- REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J.; HORN, R.; HAKANSSON, I. Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop production in subtropical highly weathered soils. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 102, n. 2, p. 242-254, 2009.
- REINERT, D. J.; ALBUQUERQUE, J. A.; REICHERT, J. M. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1795-2215, 2008.
- SILVA, R. F.; GUIMARÃES, M. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M. Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1277-1283, 2011.
- SULC, R. M.; TRACY, B. F. Integrated crop-livestock systems in the U.S. corn belt. **Agronomy Journal**, v.99, p. 335-345, 2007.
- TAYLOR, S. A.; ASHCROFT, G. L. **Physical edaphology-The physics of irrigated and nonirrigated soils.** San Francisco: W.H. Freeman, 1972. 532 p.