

# XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

## “Atributos físicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado”

**ADRIANA MONTEIRO DA COSTA<sup>1</sup>, JOÃO HERBERT VIANA<sup>2</sup>, MIGUEL MARQUES GONTIJO NETO<sup>3</sup>, RAMON COSTA ALVARENGA<sup>4</sup> & DERLI PRUDENTE SANTANA<sup>5</sup>**

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do sistema de integração lavoura-pecuária sobre atributos físicos do solo comparados à área de Cerrado e pastagem nativa. O estudo foi realizado na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. Amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm. Foram avaliados os atributos densidade de partículas, densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total. A densidade de partículas e densidade do solo não foram influenciadas pelos sistemas de uso e manejo do solo. A macroporosidade foi a variável mais influenciada pelos sistemas avaliados, sendo os maiores valores observados nos sistemas de Cerrado e pastagem nativa. A microporosidade apresentou pouca variação em função dos tipos de uso e manejo do solo.

**Palavras-Chave:** (qualidade do solo; densidade do solo; porosidade do solo.)

### Introdução

O grande aumento das áreas de pastagens degradadas na região do Cerrado traz como conseqüências alterações na estrutura do solo.

O uso de sistemas intensivos de exploração pecuária sem utilização de práticas de manejo adequadas tem levado à perda de qualidade dos solos com reflexos na produtividade das pastagens e conseqüentemente na rentabilidade do produtor.

Atualmente estima-se que cerca de 70 a 80% das pastagens cultivadas apresentam algum tipo de degradação [1].

Dentre as propriedades físicas do solo que sofrem reflexos diretos do manejo inadequado em áreas com pastagem destacam-se as relacionadas à estrutura do solo. O pisoteio animal pode promover compactação do solo levando à redução do espaço poroso e aumento da densidade do solo.

Vários autores têm relatado a degradação de propriedades físicas do solo em sistemas de pastagem quando comparadas à mesma área mantida sob vegetação natural de Cerrado. Figueiredo et al. [2] observaram que a área com pastagem de braquiária sob pastejo animal promoveu compactação do solo na camada superficial, com redução da macroporosidade, aumento da microporosidade e da densidade do solo.

Marchão et al. [1] observaram incremento na resistência à penetração e na densidade do solo em todos os sistemas em comparação ao Cerrado nativo.

Por outro lado áreas sob pastagens bem manejadas também se apresentam como alternativa importante na melhoria físico-hídrica dos solos [2]. Desta forma, a adoção de sistemas de manejo que levem à manutenção da qualidade do solo e conseqüentemente à sustentabilidade dos agrossistemas torna-se necessária.

Os sistemas de integração lavoura-pecuária tem se mostrado uma alternativa para a recuperação de pastagens degradadas, integração de diferentes sistemas de rotação de cultura, produção animal e diversificação da renda do produtor.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do sistema de integração lavoura-pecuária sob sistema de plantio direto em atributos físicos do solo.

### Material e Métodos

O estudo foi realizado na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, cujas coordenadas geográficas são latitude 19°28'S, longitude 44°15'W e altitude de 732 m. O solo é classificado com Latossolo Vermelho Distrófico, textura muito argilosa, relevo suave ondulado. O clima é Aw (Köppen), ou seja, típico de Savana, com inverno seco e temperatura média do ar do mês mais frio superior a 18 °C.

Os estudos foram realizados na área de Sistema de integração lavoura-pecuária de corte (SILP) sob rotação de lavouras de milho e soja grãos e sorgo para silagem com pastagem de capim tanzânia e animais de três grupos sanguíneos para corte (nelore, cruza industrial e girolando) em pastejo rotacionado nos piquetes (Tabela 1). As

<sup>1</sup> Primeira Autora é Pós-doutoranda da Embrapa Milho e Sorgo, Rodovia MG 424, Km 45, Sete Lagoas, MG, Caixa Postal 285 - CEP 35701-970. Bolsista FAPEMIG. [adriana@cnpms.embrapa.br](mailto:adriana@cnpms.embrapa.br).

<sup>2</sup> Segundo Autor é pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Rodovia MG 424, Km 45, Sete Lagoas, MG, Caixa Postal 285 - CEP 35701-970. [jherbert@cnpms.embrapa.br](mailto:jherbert@cnpms.embrapa.br).

<sup>3</sup> Terceiro Autor é pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Rodovia MG 424, Km 45, Sete Lagoas, MG, Caixa Postal 285 - CEP 35701-970. [miguel@cnpms.embrapa.br](mailto:miguel@cnpms.embrapa.br).

<sup>4</sup> Quarto Autor é pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Rodovia MG 424, Km 45, Sete Lagoas, MG, Caixa Postal 285 - CEP 35701-970. [ramon@cnpms.embrapa.br](mailto:ramon@cnpms.embrapa.br).

<sup>5</sup> Quinto Autor é pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Rodovia MG 424, Km 45, Sete Lagoas, MG, Caixa Postal 285 - CEP 35701-970. [derli@cnpms.embrapa.br](mailto:derli@cnpms.embrapa.br).

lavouras de milho e sorgo para silagem são implantadas anualmente em plantio consorciado com capim Tanzânia no sistema de plantio direto (Sistema Santa-Fé). Anteriormente à implantação do sistema ILP a área de 24 ha foi cultivada com milho e sorgo para silagem por vários anos, permanecendo, posteriormente em pousio por 6 anos, até dezembro de 2005, quando da implantação do sistema ILP.

Em março de 2006 os animais foram introduzidos nos sistemas. Até a entrada dos animais as glebas foram roçadas por duas vezes. Após a colheita da soja e do sorgo e depois da rebrota do tanzânia e de colônio (*Panicum maximum*) remanescente na gleba da soja, estas glebas também passaram a ser utilizadas no pastejo rotacionado. Assim, durante o período da seca (entre março e agosto) os animais pastejaram as quatro glebas, recebendo apenas suplementação mineral. No período das águas (entre setembro e março), os animais permanecem pastejando apenas a gleba 3, que foi subdividida por meio de cerca elétrica em 5 piquetes, em um sistema rotacionado com 7 dias de ocupação e 28 de descanso. No mês de setembro de 2006 e de 2007, as glebas onde seriam cultivadas as lavouras foram vedadas, dessecadas em outubro e novo plantio foi feito no início de novembro/dezembro. Depois da colheita das lavouras, as glebas voltaram a ser ocupadas pelos animais. Os demais sistemas de uso e manejo consistiram em Cerrado e pastagem nativa adjacente à área.

A amostragem de solo foi realizada em janeiro de 2009, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm.

Determinou-se a densidade do solo pelo método do anel volumétrico utilizando-se amostras de solo com estrutura indeformada. A densidade de partículas foi determinada pelo método do balão volumétrico. A porosidade total ( $P_t$ ) ou volume total de poros expressos em  $\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$ , foi calculado conforme a equação 1.

$$P_t = 1 - \frac{(D_s)}{(D_p)}$$

Onde:  $D_s$  é densidade do solo e  $D_p$  é a densidade de partículas do solo, ambas expressas em  $\text{g cm}^{-3}$ .

A microporosidade do solo foi determinada pelo espaço poroso ocupado com água a uma tensão de 6 kPa. A macroporosidade foi obtida pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

Ambas análises foram realizadas conforme metodologia proposta pela Embrapa [3].

Os dados foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando-se o software Sisvar 4.0.

## Resultados e discussão

Na Tabela 2 são apresentados os resultados de densidade de partículas ( $D_p$ ), densidade do solo ( $D_s$ ), porosidade total ( $P_t$ ), macroporosidade ( $Mac$ ) e microporosidade ( $Mic$ ).

Para ambos tratamentos e profundidades não observou-se diferença estatística ( $p > 0,05$ ) para a densidade de partículas. Este resultado era esperado visto que a densidade de partículas consiste numa característica intrínseca do solo sendo praticamente inalterada pelas práticas de manejo.

A densidade do solo também não diferiu entre os tratamentos e profundidades avaliadas. Os valores encontrados para o cerrado nativo (S6) são superiores e os para pastagem nativa (S5) semelhantes aos observados por Marchão et al. [1] para estes mesmos sistemas.

Segundo Spera as mobilizações realizadas no solo, quando da implantação do sistema de integração lavoura-pecuária (SILP), promovem mudanças na estrutura do solo levando a um aumento na resistência à penetração e na densidade do solo. No presente estudo este efeito após 4 anos de implantação do experimento não foi observado, mostrando que este tempo foi suficiente para recuperação da estrutura do solo.

O maior valor de macroporosidade para a profundidade de 0-10 cm foi observado para a pastagem nativa (S5). Os demais tratamentos não diferiram entre si. Para a profundidade de 10-20 cm o maior valor foi observado para o cerrado nativo ( $p < 0,05$ ).

Na profundidade de 20-40 cm os maiores valores foram observados para a pastagem nativa e para o cerrado. Excetuando-se os sistemas sob pastagem nativa e cerrado os demais tratamentos apresentaram valores muito baixos de macroporosidade corroborando com os resultados obtidos por Marchão et al. [1] para um Latossolo Vermelho sob sistema de integração lavoura-pecuária no Cerrado. Estes autores observaram para todos os sistemas sob pastagem valores de macroporosidade inferiores a  $0,1 \text{ cm}^3\text{cm}^{-3}$ , segundo os mesmos críticos ao desenvolvimento radicular.

Também Figueiredo et al. [2] avaliando propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo, obtiveram para o sistema sob pastagem valores semelhante aos do presente trabalho. Giarola et al. [4] observaram uma redução do volume ocupado por macroporos da floresta ( $0,14 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$ ) para  $0,04 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$  na forragem no horizonte A de um Latossolo Vermelho, o que segundo os mesmos decorre do processo de compactação ocasionado pelo tráfego de máquinas.

A microporosidade não diferiu entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ) para as profundidades de 0-10 e 20-40 cm. Na profundidade de 10-20 cm, o menor valor foi observado para o sistema sob cerrado (S6) e o maior para a pastagem nativa (S5), não diferindo entre os demais tratamentos. Os valores são altos, superiores aos observados por Marchão et al. [1] e semelhantes aos obtidos por Figueiredo et al. [2] e por Giarola et al. [4] para Latossolos Vermelhos sob pastagens. A pouca diferença entre os tratamentos sugere que esta variável é pouco influenciada pelo manejo.

Na camada superficial do solo há uma tendência à menor porosidade total no sistema sob cerrado (S6), não apresentando, porém, diferença entre os tratamentos na profundidade de 10-20 cm.

Na camada subsuperficial do solo (20-40 cm) a maior porosidade total foi observada para o sistema 4 (S4). Os

**Tabela 1.** Sistemas de uso e manejo do solo da área estudada – 2005 a 2009.

| Sistemas | 2005/2006             | 2006/2007             | 2007/2008             | 2008/2009             |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| S1       | Soja                  | Sorgo silagem + capim | Pastagem              | Soja                  |
| S2       | Milho grão + capim    | Pastagem              | Soja                  | Milho grão + capim    |
| S3       | Pastagem              | Soja                  | Milho grão + capim    | Sorgo silagem + capim |
| S4       | Sorgo silagem + capim | Milho grão + capim    | Sorgo silagem + capim | Pastagem              |
| S5       | Pastagem nativa       | Pastagem nativa       | Pastagem nativa       | Pastagem nativa       |
| S6       | Cerrado nativo        | Cerrado nativo        | Cerrado nativo        | Cerrado nativo        |

**Tabela 2.** Densidade de partículas, densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade do solo, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm de profundidade em diferentes sistema de uso e manejo do solo.

| Tratamento                   | Densidade de partículas <sup>(1)</sup> | Densidade do solo <sup>(1)</sup> | Porosidade total <sup>(1)</sup> | Macroporosidade <sup>(1)</sup> | Microporosidade <sup>(1)</sup> |
|------------------------------|--|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <b>Profundidade 0-10 cm</b>  |  |                                  |                                 |                                |                                |
| S1                           | 2,48 <sup>ns</sup>                     | 1,18 <sup>ns</sup>               | 0,52 ab                         | 0,06 a                         | 0,45 <sup>ns</sup>             |
| S2                           | 2,39                                   | 1,17                             | 0,51 ab                         | 0,06 a                         | 0,43                           |
| S3                           | 2,47                                   | 1,10                             | 0,56 ab                         | 0,06 a                         | 0,46                           |
| S4                           | 2,40                                   | 1,09                             | 0,55 ab                         | 0,09 a                         | 0,46                           |
| S5                           | 2,45                                   | 1,01                             | 0,59 ab                         | 0,13 b                         | 0,41                           |
| S6                           | 2,42                                   | 1,20                             | 0,50 a                          | 0,08 a                         | 0,44                           |
| <b>Profundidade 10-20 cm</b> |  |                                  |                                 |                                |                                |
| S1                           | 2,54 <sup>ns</sup>                     | 1,11 <sup>ns</sup>               | 0,56 <sup>ns</sup>              | 0,06 ab                        | 0,45 abc                       |
| S2                           | 2,46                                   | 1,18                             | 0,52                            | 0,06 ab                        | 0,42 ab                        |
| S3                           | 2,45                                   | 1,07                             | 0,56                            | 0,04 a                         | 0,48 bc                        |
| S4                           | 2,45                                   | 1,07                             | 0,56                            | 0,09 b                         | 0,44 abc                       |
| S5                           | 2,55                                   | 1,11                             | 0,57                            | 0,04 a                         | 0,49 c                         |
| S6                           | 2,52                                   | 1,09                             | 0,57                            | 0,14 c                         | 0,41 a                         |
| <b>Profundidade 20-40 cm</b> |  |                                  |                                 |                                |                                |
| S1                           | 2,53 <sup>ns</sup>                     | 1,08 <sup>ns</sup>               | 0,58 ab                         | 0,09 a                         | 0,45 <sup>ns</sup>             |
| S2                           | 2,53                                   | 1,17                             | 0,53 ab                         | 0,10 a                         | 0,43                           |
| S3                           | 2,44                                   | 1,19                             | 0,51 a                          | 0,07 a                         | 0,47                           |
| S4                           | 2,50                                   | 1,01                             | 0,60 b                          | 0,07 a                         | 0,46                           |
| S5                           | 2,49                                   | 1,02                             | 0,59 ab                         | 0,16 b                         | 0,39                           |
| S6                           | 2,37                                   | 1,07                             | 0,55 ab                         | 0,16 b                         | 0,41                           |
| C.V. (%)                     | 6,30                                   | 7,32                             | 6,15                            | 17,67                          | 5,74                           |

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo a 5% de probabilidade.

valores obtidos no presente trabalho são semelhantes ao obtidos por Figueiredo et al. [2], Spera et al. [5], Giarola et al. [4] e Marchão et al. [1].

Um espaço poroso considerado como ideal para desenvolvimento de plantas e trocas gasosas deve apresentar um equilíbrio entre os valores de macroporosidade e microporosidade. No presente trabalho observa-se que há um desequilíbrio entre os valores dessas variáveis. Observa-se também que estas pouco foram influenciadas pelos sistemas de uso e manejo avaliados, podendo-se inferir que os resultados são fortemente influenciados por características intrínsecas do próprio solo.

O sistema de integração lavoura-pecuária, mesmo que inicialmente possa ter promovido uma modificação na estrutura do solo, devido à necessidade de operação de preparo para implantação do sistema plantio direto, ao longo do tempo vem proporcionando melhorias na sua estrutura observadas pela semelhança entre os atributos em ambos sistemas de uso e manejo do solo.

Espera-se que com o decorrer do tempo, o desenvolvimento do sistema radicular das gramíneas e a rotação de culturas contribuam para maior aporte de matéria orgânica no solo e maior atividade microbiana levando à melhorias progressivas nos atributos físicos do solo.

### Conclusões

Os sistemas de integração promoveram alterações na estrutura física do solo em comparação ao sistema sob Cerrado e pastagem nativa.

A densidade de partículas e densidade do solo não foram influenciadas pelos sistemas avaliados.

A macroporosidade foi a variável mais influenciada pelos sistemas de uso e manejo do solo.

### Agradecimentos

À EMBRAPA E FINEP pelo apoio financeiro e à FAPEMIG pela concessão da bolsa de estudos da Primeira autora.

### Referências

- [1] MARCHÃO, R. L.; BALBIBO, L.C.; SILVA, E.M da.; SANTOS JÚNIOR, J de D. G dos.; SÁ, M.A.C de.; VILELA, L & BECQUER, T. 2007. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 6: 873-882.
- [2] FIGUEIREDO, C de.; SANTOS, G. G.; NASCIMENTO, J. L do & ALVES JÚNIOR, J. 2009. Propriedades físico-hídricas em Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2: 146-151.
- [3] EMBRAPA. 1997. *Manual de métodos de análise de solo*. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA -CNPS. 212p
- [4] GIAROLA, N. F.B.; TORMENA, C.A & DUTRA, A.C. 2007. Degradação física de um Latossolo Vermelho utilizado para produção intensiva de forragem. 2007. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:863-873.

- [5] SPERA, S.T.; SANTOS, H. P dos.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G.O. 2009. Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejados sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:129-136.