

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
CAMPUS JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM AGRONOMIA

**ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM SISTEMA DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA SUBMETIDO A
INTENSIDADES DE PASTEJO NO CERRADO**

João de Andrade Bonetti

Engenheiro Agrônomo

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL

Fevereiro de 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
CAMPUS JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM AGRONOMIA

**ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM SISTEMA DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA SUBMETIDO A
INTENSIDADES DE PASTEJO NO CERRADO**

João de Andrade Bonetti

Orientador: Prof. Dr. Helder Barbosa Paulino

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Goiás – UFG, Campus Jataí, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL

Fevereiro de 2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

B712a Bonetti, João Andrade.

Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária submetido à intensidade de pastejo no Cerrado [manuscrito] / João Andrade Bonetti. - 2013.

xvi, 58 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Helder Barbosa Paulino

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí, 2013.

Bibliografia.

Anexos.

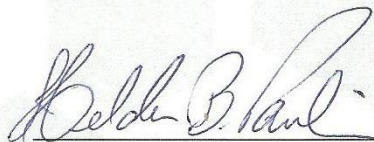
1. Solo – Cerrado. 2. Plantio Direto - Rotação de Cultivos. 3. Soja. I. Título.

CDU: 631.582

JOÃO DE ANDRADE BONETTI

TÍTULO: “Atributos Físicos do Solo em Sistemas de Integração Lavoura Pecuária Submetido a Intensidades de Pastejo no Cerrado”,

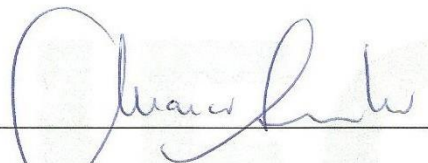
Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 16 de fevereiro de 2013, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:



Prof. Dr. Helder Barbosa Paulino
Presidente – CAJ/UFG



Prof. Dr. Edicarlos Damacena de Souza
Membro – CAJ/UFG



Prof. Dr. Marco Aurélio Carbone Carneiro
Membro Externo– UFLA

Jataí - Goiás
Brasil

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JOÃO DE ANDRADE BONETTI – Filho de Fernandes Bonetti e Mariana de Andrade Bonetti, nascido no dia 11 de setembro de 1984 no município de Mundo Novo – MS. Iniciou a graduação na Universidade Federal do Mato Grosso em janeiro de 2007, recebendo o título de Engenheiro Agrônomo em agosto de 2011. Ingressou no mestrado em agosto de 2011 no Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás, obtendo o título de mestre em produção vegetal em fevereiro de 2013.

EPÍGRAFE

*“Devemos ter como hábito o desejo
de ser grande para que os grandes
percebam e nos incluam em seus
projetos.”*

DEDICATÓRIA

Aos meus pais e irmãos pelo apoio
prestado à minha formação profissional e
pessoal.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida.

Aos meus pais Fernandes Bonetti e Mariana de Andrade Bonetti pelo incentivo, apoio e compreensão na minha ausência.

Aos meus irmãos Madalena de Andrade Bonetti, Ronaldo de Andrade Bonetti e Sergio de Andrade Bonetti pelo apoio e pela compreensão na minha ausência.

Ao professor Helder Barbosa Paulino pela amizade, orientação, incentivo aos estudos e conselhos prestados.

Ao professor Edicarlos Damacena de Souza pelo apoio, incentivo nos estudos e amizade.

Ao professor Marco Aurélio Carbone Carneiro pelo auxílio nos estudos e amizade.

Aos Professores Paulo César Timossi, Jeander Oliveira Caetano e Alexandre Gomes Costa pela colaboração nos trabalhos.

Aos colegas de Pós-Graduação e Graduação, Flávio Araújo Pinto, Diego Oliveira Ribeiro, Leonardo Ricardo Rotta, Geanderson Nascimento da Silva, Franciane Lemes dos Santos, Flávia Dias Terra, Dorotéia Alves Ferreira, Alex Sandro Massing, Marcos Humberto Silva de Assis e Josué Guimaraes Evangelista Barcelos pelo apoio nos trabalhos e amizade.

Aos colegas de Pós-graduação, Larissa de Assis Lima, Josilene da Silva Trindade, Ariadna Mendes da Abadia, Dieimisson Paulo Almeida, Udenys Cabral Mendes, Luis Lins, Paulino Taveira e Nayra Thaís Ferreira Batista pela amizade.

Em especial aos meus queridos amigos José André Rodrigues da Silva, Maria Elda Ramos do Nascimento Silva, Uadson Ramos da Silva, Andreia Rodrigues

Ramos, Andreâne Rodrigues Ramos e Jaqueline Rodrigues da Silva por me acolher em sua família.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo e ao CNPq pelo apoio financeiro.

A Universidade Federal de Goiás Campus de Jataí pela oportunidade de obtenção do título de Mestre em Agronomia.

E a todos que prestigiarem esse trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	XIV
ABSTRACT	XVI
1 INTRODUÇÃO	1
2 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO NO BRASIL	3
3 PISOTEIO ANIMAL, ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E PRODUTIVIDADE DE SOJA EM ILP-PD	7
4 MATERIAL E MÉTODOS	9
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5.1 Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária no Cerrado	14
5.1.1 Conclusões.....	21
5.2 Evolução dos atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária no Cerrado.....	22
5.2.1 Conclusões.....	29
6 REFERÊNCIAS.....	31
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
8 ANEXOS	39

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Média de dados climatológicos dos anos de 2009 a 2012 da área experimental em integração lavoura-pecuária no Sudoeste de Goiás 9
- Figura 2 Croqui da área experimental de integração lavoura-pecuária no Sudoeste de Goiás. 10
- Figura 3 Resistência à penetração na camada de 0 a 55 cm em um Latossolo Vermelho distroférico sob sistema de integração lavoura-pecuária no Sudoeste de Goiás 19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos químicos do solo, em quatro safras sob sistema de integração lavoura-pecuária no sudoeste de Goiás.....	10
Tabela 2. Manejo da altura de pastejo, de <i>Brachiaria ruziziensis</i> , unidade animal (UA) em pastejo e estande de soja, safra 2011/12 em sistema de integração lavoura-pecuária no Sudoeste de Goiás....	14
Tabela 3. Densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), macroporosidade (Ma) e microporosidade (Mi) em sistema de integração lavoura-pecuária em Latossolo Vermelho distroférico no Sudoeste de Goiás	15
Tabela 4. Diâmetro médio ponderado (DMP) de agregados em sistema de integração lavoura-pecuária em Latossolo Vermelho distroférico no Sudoeste de Goiás	17
Tabela 5. Produtividade de soja, massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR) de <i>Brachiaria ruziziensis</i> e soja em sistema de integração lavoura-pecuária em Latossolo Vermelho distroférico no Sudoeste de Goiás	20
Tabela 6. Densidade do solo (Ds) em diferentes safras sob sistema de integração lavoura-pecuária em Latossolo Vermelho distroférico no Sudoeste de Goiás	22
Tabela 7. Porosidade total (Pt) do solo em diferentes safras sob sistema de integração lavoura-pecuária em Latossolo Vermelho distroférico no Sudoeste de Goiás	23

Tabela 8. Macroporosidade (Ma) do solo em diferentes safras sob sistema de integração lavoura-pecuária em Latossolo Vermelho distroférico no Sudoeste de Goiás	25
Tabela 9. Microporosidade (Mi) do solo em diferentes safras sob sistema de integração lavoura-pecuária em Latossolo Vermelho distroférico no Sudoeste de Goiás	26
Tabela 10. Diâmetro médio ponderado (DMP) em sistema de integração lavoura-pecuária em diferentes safras no Sudoeste de Goiás	27
Tabela 11. Resistência mecânica à penetração (RP) do solo em diferentes safras sob sistema de integração lavoura-pecuária em Latossolo Vermelho distroférico no Sudoeste de Goiás.	28

LISTA DE ABREVIATURAS

cm: Centímetros

cv: Cultivar

CV%: Coeficiente de variação em porcentagem

DMP: Diâmetro médio ponderado

Ds: Densidade do solo

g cm^{-3} : Grama por centímetro cúbico

g kg^{-1} : Grama por quilograma

i.a: Ingrediente ativo

ILP-PD: Integração lavoura-pecuária em sistema de plantio direto

kg ha^{-1} : Quilograma por hectare

Kg: Quilogramas

kPa: Quilopascal

$\text{m}^{-3} \text{ m}^{-3}$: Metro cúbico por metro cúbico

m^{-3} : Metro cúbico

Ma: Macroporosidade

Mg: Megagrama

Mi: Microporosidade

mm: Milímetro

MPa: Megapascal

MSPA: Massa seca da parte aérea

MSR: Massa seca de raiz

NPK: Nitrogênio, fosforo e potássio

P1: Pastejo a 25 cm

P2: Pastejo a 35 cm

P3: Pastejo a 45 cm

p.c: Produto comercial

PRNT: Poder relativo de neutralização total

Pt: Porosidade total

RP: Resistência mecânica a penetração

SP: Sem pastejo

SPD: Sistema de plantio direto

UA: Unidade animal

ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA SUBMETIDO A INTENSIDADES DE PASTEJO NO CERRADO

RESUMO – A agricultura moderna exige a adoção de sistemas de cultivo que proporcionem a manutenção da qualidade do solo. Sendo assim, os estudos sobre a ciência do solo são direcionados para a identificação desses sistemas. A integração lavoura-pecuária em plantio direto está neste contexto e o seu estudo, no que concerne aos efeitos no solo, tem indicado alto potencial como sistema conservacionista. O sistema pode ser inserido em diversas regiões, sendo utilizados animais e forrageiras adaptadas. Sua sustentabilidade é obtida em função dos benefícios como recuperação de pastagem extensiva e com baixa capacidade de produção, além de recuperação física e química em áreas de produção de grãos. Isso se deve a maior estabilidade de agregados, aumento de porosidade, macro e microporosidade, redução de erosão e perda de solo por escoamento superficial, manutenção da umidade do solo, maior infiltração de água e grande aporte de palhada sobre o solo. Esses benefícios são importantes, principalmente em solos de Cerrado onde a baixa atividade das argilas e a baixa capacidade de troca de cátions são observadas. Isso torna esses solos dependentes de adição de matéria orgânica, fato proporcionado pelas braquiárias tanto em superfície quanto em subsuperfície. Entretanto, para obter esses benefícios da integração lavoura-pecuária ainda são necessários estudos para identificar o manejo adequado, principalmente quanto à reposição de matéria orgânica para a manutenção do plantio direto, efeitos na estrutura do solo e rendimentos das culturas graminíferas e forrageiras. O objetivo deste estudo foi o de avaliar os atributos físicos do solo em pós-soja e pós-pastejo em áreas submetidas a diferentes intensidades de pastejo, o efeito do pisoteio animal em profundidade, rendimento de soja e braquiária além de analisar a evolução dos atributos físicos do solo após quatro anos de cultivo, através da comparação de épocas de amostragens e intensidade de pastejo, em um Latossolo Vermelho ditroférrico no Cerrado. O experimento foi instalado na safra de 2008/09 e se estendeu até a safra 2011/12. O sistema consiste em soja na safra de verão (outubro a fevereiro) e segunda safra com cultivo de braquiária (março a setembro) e posterior pastejo. Os tratamentos

foram compostos pelo manejo da altura do pasto a 25, 35 e 45 cm e área sem pastejo, disposto em delineamento em blocos ao acaso. O pisoteio animal proporcionou alterações apenas na profundidade de 0 a 5 para a porosidade total em pós-pastejo, não alterando a densidade do solo, a macro e microporosidade. Foi verificado aumento do diâmetro médio ponderado na camada de 0 a 5 cm após quatro anos de cultivo e com maior agregação nas áreas pastejadas. A maior intensidade de pastejo proporcionou maior resistência mecânica à penetração na camada de 0 a 5 cm, porém com valores abaixo dos considerados críticos ao desenvolvimento das plantas. Entretanto, não houve alterações significativas entre as épocas estudadas. Pode ser observado ainda que após quatro anos da instalação do experimento a estrutura do solo retornou a valores próximos ao estado inicial de pastagem extensiva por 20 anos, não sendo verificada redução de produtividade de soja em 2011/2012, última safra analisada.

Palavras-chave: Lavoura-pecuária, agregação do solo, braquiária, produtividade de soja.

SOIL PHYSICAL ATTRIBUTES IN INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEM GRAZING INTENSITIES SUBMITTED TO THE CERRADO

ABSTRACT - Modern agriculture requires the adoption of cropping systems that provide the maintenance of soil quality. Thus, studies of soil science are directed to the identification of these systems. The crop-livestock integration in this context that tillage and its study regarding the effects on soil, has shown great potential as a conservation system. The system can be inserted in different regions, animals being used and adapted forage. Its sustainability is achieved according to the recovery of benefits such as extensive grazing and low production capacity, and physical and chemical recovery in grain production areas. This is due to greater stability of aggregates, increased porosity, macro and micro, reduced erosion and soil loss by runoff, maintenance of soil moisture, greater water infiltration and large input of straw on the ground. These benefits are important, especially in Cerrado soils where low activity clays and low cation exchange capacity are observed. This makes these soils dependent on addition of organic matter, fact brachiarias provided by both surface and subsurface. However, to obtain these benefits of crop-livestock integration studies are needed to identify the management suiting, especially regarding the replacement of organic matter for maintenance of tillage effects on soil structure and crop yields and fodder graníferas. The aim of this study was to evaluate the soil physical properties and soybean in post-post-grazing in areas subjected to different grazing intensities, the effect of animal trampling in depth, soybean yield and pasture in addition to analyzing the evolution of attributes physical soil after four years of cultivation, by comparing sampling dates and grazing intensity in a Red ditroférico the Cerrado. The experiment was installed in the harvest of 2008/09 and lasted until the 2011/12 harvest. The system consists of the soybean growing season (October-February) and second crop cultivation with Brachiaria (March to September) and subsequent grazing. The treatments were made by the management of the sward height of 25, 35 and 45 cm and ungrazed area, arranged in randomized block design. The animal trampling provided only changes in the 0 to 5 for total porosity in post-grazing, not by changing the density of the soil, macro and micro. It was found from the average diameter increased in the 0 to 5 cm after four years of cultivation and

higher aggregation areas grazed. The highest intensity of grazing provided greater penetration resistance in the 0 to 5 cm, but with lower values considered critical to plant development. However, no significant changes between the periods studied. It can be observed that even after four years of the experiment the soil structure returned to values close to the initial extensive grazing for 20 years, not being verified reduction of soybeans in 2011/2012, the last crop analyzed.

Keywords: Crop-livestock, soil aggregation, *Brachiaria*, soybean yield.

1 INTRODUÇÃO

A degradação que os sistemas de produção têm proporcionado aos solos no Cerrado, em função do mau uso dos recursos naturais, tem se tornado objeto de estudos para que esses problemas sejam minimizados. Assim, faz-se necessário o entendimento da melhor forma de manejo e uso desses solos tendo em vista que, mesmo com a aplicação de altas doses de fertilizantes, as respostas quanto à produtividade e, principalmente, a manutenção da qualidade do solo, não está sendo atendida.

Dentre os sistemas de cultivo utilizados o plantio direto (SPD) é aceito entre os produtores de grãos, onde não ocorre movimentação do solo. Esse sistema quando bem manejado, com rotação de culturas, tem obtido excelentes resultados no Brasil. Contudo as áreas de pastagens tem demonstrado ineficiência na manutenção da qualidade do solo.

A degradação das pastagens é, atualmente, o principal fator que compromete a sustentabilidade da pecuária, principalmente em razão do manejo animal inadequado e da falta de reposição de nutrientes, resultando em baixa produtividade das culturas forrageiras. No Cerrado, a produção pecuária, particularmente a do gado de corte, passou rapidamente do manejo de forrageiras nativas para pastagens cultivadas. Esse sistema perde a capacidade produtiva depois de alguns anos de exploração, ao se adotar um modelo extensivo de produção. Porém, os estudos já existentes deixam claro que a pecuária no Cerrado é uma atividade produtiva quando bem manejada. Assim, tem-se estudado os sistemas conservacionistas visando indicar alternativas para recuperar áreas degradadas e manter a lucratividade dos produtores.

A integração lavoura-pecuária em plantio direto (ILP-PD) pode ser definida como um sistema de produção que alterna, na mesma área, o cultivo de pastagens anuais ou perenes, destinadas à produção animal, e culturas destinadas à produção vegetal, sobretudo grãos (Balbinot Junior et al., 2009). A ILP-PD tem sido estudada e utilizada nos últimos anos em função de seu caráter conservacionista quando comparados aos sistemas de cultivos tradicionais.

Portanto a ILP-PD com manejo adequado atende aos requisitos principais do SPD, como a manutenção da cobertura do solo, fornecimento de palha para a cultura de verão, incremento de MO em subsuperfície pelo alto aporte de raízes de gramíneas e leguminosas. Desta forma podem-se elencar inúmeras vantagens desse sistema, como a maior agregação do solo, manutenção ou aumento da produtividade de culturas de grãos, com recuperação física, química e biológica do solo, redução de pragas e de doenças, com consequentemente redução no uso de produtos fitossanitários além de controle da erosão.

Entretanto os resultados experimentais ainda são contraditórios. Alguns estudos mostram que o sistema de ILP-PD proporciona mudanças nos atributos físicos e químicos do solo, com efeito, principalmente na camada de 0 a 5 cm (Tirloni et al., 2012; Balbinot Junior et al., 2009) sendo este um dos fatores que carecem de estudos a longo prazo. Marchão et al. (2007), comentam que todos os sistemas de ILP-PD provocam impacto na qualidade físico-hídrico do solo, na profundidade de 0 a 5 cm, em relação à condição original observada no Cerrado nativo.

Já Silva et al. (2008) avaliaram o efeito do pisoteio animal em áreas de Cerrado com 0,3 UA ha⁻¹ (unidade animal) em 8 meses/ano e cultivo de pastagens com 1 UA ha⁻¹ em 10 meses/ano e observaram que o pisoteio de animais, nessas duas áreas, promoveu alterações mais severas nos atributos físicos-hídricos da camada do solo de 5 a 10 cm.

No entanto Conte et al. (2011) e Moreira et al. (2012) observaram que não há alterações significativas na densidade e na porosidade do solo após sete e oito anos, respectivamente, em sistema de ILP-PD. Outros estudos mostram que as possíveis mudanças na estrutura física do solo não alteram a produtividade de culturas de verão, como a soja (Flores et al., 2007) nem as condições ideais para a produção vegetal (Spera et al., 2010).

2 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO NO BRASIL

O uso de sistemas integrados de produção no Brasil é uma alternativa para atenuar as alterações proporcionadas pelo uso inadequado do solo. A integração lavoura-pecuária (ILP-PD) surgiu como uma alternativa viável dentro do contexto da agricultura sustentável. Esse sistema de cultivo pode ser implantado em áreas cujo objetivo é recuperar as pastagens ou também em áreas de cultivos de grãos. A ILP-PD ganhou maior importância devido à necessidade de manutenção da cobertura do solo e melhoria da qualidade do solo no plantio direto. Quando implantado adequadamente, pode possibilitar a recuperação e a preservação da estrutura do solo (Spera et al., 2010), e com a introdução da forrageira e dos animais essas melhorias são mais evidentes (Souza et al., 2005; LanzaNova et al., 2007; Marchão et al., 2007; Spera et al., 2010).

Na região Sul do Brasil já vem sendo estudado há várias décadas o sistema de pastagens com culturas de verão nas regiões de relevo mais plano ou nas áreas de várzeas em rotação com a cultura do arroz irrigado (Conte, 2007). Geralmente utilizam-se culturas adaptadas, como o azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.). Um fator importante nesse sistema é o manejo adequado da forrageira, evitando assim efeito negativo sobre a qualidade física do solo e consequentemente das culturas sucessoras. Segundo LanzaNova et al. (2007) a redução do intervalo entre pastejo, em sistema ILP-PD pós-soja, reduziu a taxa de infiltração de água no solo indicando que a qualidade física do solo pode ter sido afetada com o aumento da intensidade de pastejo. Flores et al. (2007) estudando o sistema de ILP-PD em Latossolo Vermelho distroférrico no Sul do Brasil verificaram que no segundo ciclo de pastejo não houve alterações na densidade, na porosidade e na compressibilidade do solo submetido a alturas da pastagem variando de 10 a 40 cm. No entanto, a densidade e a compressibilidade foram maiores e a porosidade menor nas áreas pastejadas, em relação às não-pastejadas.

Na região Centro Oeste do Brasil, onde concentra em maior parte a vegetação de Cerrado e diferentes classes de solos, a ILP-PD ganha novas características. O Cerrado foi ocupado inicialmente por uma pecuária de baixo

custo e rentabilidade e mesmo com a introdução de culturas adaptadas com grande potencial de produção, como os gêneros *Brachiaria*, *Andropogon* e *Panicum*, não se tem verificado a sustentabilidade do sistema. Isso se deve ao pouco conhecimento do manejo adequado dessas culturas, incluindo como fator primordial a ideia cultural dos agricultores de não adubar o sistema e também a superlotação dos piquetes.

Maciel (2008) afirma que a prática de adubação em pastagens, que sempre foi desconsiderada, pode ser intensificada em função da adoção de sistemas com rotação de forrageiras com culturas de grãos o que proporcionam uma ótima rentabilidade. Nesse sentido Marchão (2007) cita que a exploração isolada de lavoura ou da pecuária no Cerrado tem apresentado sinais de instabilidade, com reflexos negativos também nos âmbitos social e ambiental.

A utilização da ILP-PD pode proporcionar benefícios tanto para a pecuária quanto para a lavoura em um contexto social, ambiental e econômico. Segundo Balbinot Junior et al. (2009) o sistema de ILP-PD pode ser utilizado com sucesso tanto em pequenas como em grandes propriedades rurais. Dentre estas variações desse sistema com aplicabilidade na região de Cerrado está o sistema Barreirão, Santa Fé e o que intercala culturas anuais no verão ou período das águas com braquiárias no inverno ou período seco.

O sistema Barreirão é utilizado para recuperação de pastagem degradada onde são cultivados culturas de grãos e forrageiras em consórcio. No Cerrado geralmente se cultiva como culturas anuais o arroz de terras altas e o milho em consórcio com braquiárias. Inicialmente o sistema foi desenvolvido, para substituição de pastagens de *Brachiaria decumbens* por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, que aproveitaria o efeito residual da adubação de arroz na renovação de pastagem. Segundo Macedo & Zimmer (1993), o principal benefício desse sistema seria a produção de forragem de melhor qualidade possibilitando uma maior lotação das áreas e amortizar os custos com a venda de grãos de arroz.

Já o sistema Santa Fé consiste na produção, em consórcio, de culturas de grãos como milho, soja, arroz e milheto com forrageiras do gênero *Brachiaria*. É caracterizado por não alterar o cronograma produtivo e produzir forragem para o período seco e com a grande vantagem de cobertura do solo

no final do ciclo. Após a colheita dos grãos ocorre um pastejo controlado para estímulo de rebrote e já com a pastagem formada o pastejo é contínuo até o período das águas onde o processo se repete.

Nos últimos anos a ILP-PD no Cerrado é praticada com uso intensivo de braquiárias para pastejo no período seco em sucessão a soja ou milho. Portanto, cultiva-se uma cultura de grãos no período das águas e em seguida a forrageira, tornando o sistema rotativo, podendo utilizar diferentes culturas. Vale lembrar que desde a década de 70 as braquiárias já eram utilizadas em áreas de Cerrado, sendo, portanto uma cultura amplamente adaptada às condições da região. Nesse novo contexto esta inserido também como vantagem a manutenção do cronograma de cultivo dos agricultores, com ganho em produção de carne no período de seca e melhoria no rendimento da cultura após o ciclo de pastejo.

Muito se discute sobre as consequências da introdução do fator animal, sendo importante manejar de forma adequada a cultura forrageira sem proporcionar danos à qualidade do solo e nem comprometer a quantidade de cobertura que restará no solo ao final do ciclo. Segundo Marchão et al. (2007) a rotação de culturas anuais e pastagens é uma das alternativas para o manejo sustentável dos solos e dos recursos hídricos nos trópicos, pois as pastagens, quando bem manejadas, são mais eficientes na ciclagem de nutrientes, reestruturação do solo, no armazenamento da água e na produção de matéria orgânica do que as culturas anuais, obtendo efeitos positivos na qualidade do solo.

Souza et al. (2009) citam que as intensidade de pastejo moderadas (20 a 40 cm) na ILP-PD promovem aumento nos estoques de carbono orgânico total, carbono orgânico particulado, nitrogênio total e nitrogênio na matéria orgânica particulada no solo, semelhante ao plantio direto sem pastejo, proporcionando ganhos na qualidade do solo. Já na alta intensidade de pastejo (10 cm) ocorrem perdas nos estoques desses elementos a partir do terceiro ano de ILP-PD, com destaque para perda de qualidade do manejo do solo.

A intensidade de pastejo deve ser estudada não só em função da compactação proporcionada pelo pisoteio animal, mas sim por todos os fatores proporcionados pelo maior ou menor porte de manutenção da forrageira. Souza et al. (2008) afirmam que o manejo influencia no crescimento radicular da

forrageira e da cultura de grãos, sendo que altas intensidades de pastejo acarreta em maior crescimento das raízes, com alterações no aporte de matéria orgânica em profundidades.

Fato importante foi observado por Marchão et al. (2007) onde o cultivo de *Panicum maximum* e *Brachiaria brizantha* em rotação com soja proporcionou um aumento de densidade solo nas camadas superficiais e decréscimo em profundidade, fato não observado nos sistema de lavoura. Ainda, segundo Balbinot Junior et al. (2009), a correta adoção do sistema de ILP-PD propicia melhorias na qualidade do solo, por meio de aumento da incorporação de carbono orgânico e da ciclagem de nutrientes, sem que ocorra a compactação do solo. Maciel (2008) estudando ILP-PD no Cerrado verificou que os possíveis danos à física do solo em função de elevadas taxas de lotação 5,67 UA ha⁻¹ pastejado durante 68 dias na seca e 7,07 UA ha⁻¹ pastejado durante 28 dias nas águas, foram completamente recuperados.

Portanto esse sistema quando bem manejado proporciona melhorias na física do solo (Flores et al., 2007; Souza et al., 2008; e Spera, et al., 2009), porém a visualização dos efeitos do sistema sobre o solo demanda tempo e diversos fatores a serem levados em consideração, como clima da região, regime hídrico, culturas utilizadas dentre outros. Aratani et al. (2009) afirmam que a utilização da ILP-PD, no seu primeiro ano de inclusão no sistema, não melhorou a qualidade física do solo, possivelmente em função da não expressão dos benefícios em função do pouco tempo de adoção.

3 PISOTEIO ANIMAL, ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E PRODUTIVIDADE DE SOJA EM ILP-PD

Há vários estudos e discussões sobre as consequências da introdução de animais para pastejo em áreas de cultivo de grãos. Os questionamentos estão relacionados ao pisoteio animal, fato que é definido pela intensidade de pastejo. Esses questionamentos são embasados na pressão proporcionada pelos cascos dos animais, que pode ocasionar aumento de densidade, da resistência mecânica a penetração e redução da porosidade total, (Marchão et al., 2007; Silva et al., 2008), principalmente em áreas superpastejadas, tendo como consequência a redução de produtividade das culturas de verão (Nicoloso et al., 2006).

Estudos tem demonstrado que um animal de 400 kg sem movimento, proporciona uma pressão 350 a 400 kPa podendo duplicar essa pressão quando em movimento (Proffitt et al., 1993; Silva et al., 1997; Betteridge et al., 1999). Nesse sentido, Balbinot Junior et al. (2009) citam que para o bom funcionamento do sistema ILP-PD alguns fundamentos devem ser atendidos. Entre eles estão: o uso de rotação de culturas e o sistema plantio direto, a correção da acidez e da fertilidade do solo, o emprego de genótipos melhorados, bem como o manejo correto da pastagem, em especial no que tange à sua fertilização e manutenção de altura adequada de pastejo.

Albuquerque et al. (2001) observaram que o aumento na densidade do solo imposta pela ILP-PD reduziu os macroporos e, conseqüentemente, a condutividade hidráulica saturada, e aumentou a resistência mecânica à penetração. Esses problemas inerentes a ILP-PD nem sempre causam prejuízos às culturas sucessoras. Esse fato é confirmado por Flores et al. (2007) onde as alterações nos atributos físicos do solo verificadas nas áreas pastejadas e não-pastejadas não influenciaram o estabelecimento e rendimento de grãos da cultura da soja, mostrando a viabilidade do sistema. As deformações, em função do pisoteio animal, na maioria dos solos atingi somente o ponto de elasticidade, sendo, portanto retornável ao seu estado de origem (Silva et al., 2010).

Lunardi et al. (2008) verificaram que a soja cultivada após pastagem de inverno apresentou rendimento de grãos superior à soja cultivada após

cobertura do solo, sem pastejo, sendo esse pastejo realizado de forma leve com ovinos. Jesus (2006) estudando o sistema de ILP-PD sobre trigo sucedido de por soja com lotação bovina de 4 UA ha⁻¹ e pastejo a cada 15, 30 e 45 dias, observou que a intensidade de pastejo alterou a macroporosidade, a porosidade total, estabilidade dos agregados, a densidade e a resistência mecânica do solo a penetração, em relação a área não pastejada, sendo mais evidentes nas camadas de 5 a 10 cm. Entretanto, o autor cita que essas alterações não afetaram a produtividade de soja, evidenciando que os atributos físicos do solo estavam em condições satisfatórias para desenvolvimento das plantas.

Em contrapartida Nicoloso et al. (2006) verificaram que a redução de rendimento de soja em sucessão à pastagem de inverno só ocorre quando a frequência de pastejo é elevada, com pastoreio a cada 14 dias. Nas áreas que não receberam pastoreios durante o inverno o rendimento de grãos de soja e milho foi de 3,2 e 7,8 Mg ha⁻¹, respectivamente, sendo que não foi verificado diferença em relação ao pastejo a cada 28 dias. Já o pastejo a cada 14 dias, houve a redução no rendimento destas culturas da ordem de 0,78 e 1,29 Mg ha⁻¹, respectivamente, em relação ao não pastejado.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico de textura argilosa com 419 g kg⁻¹ de argila, 355 g kg⁻¹ de silte e 226 g kg⁻¹ de areia, relevo levemente ondulado, localizado a 17° 56' 57" S e 51° 43' 18" W a 800 m de altitude. O clima é tropical chuvoso do tipo Aw de acordo com classificação de Köppen apresenta duas estações bem definidas, sendo a estação chuvosa (novembro a maio) e a seca (abril a outubro). A temperatura média é de 22° C e precipitação média anual de 1600 mm, podendo ocorrer veranicos (Figura 1).

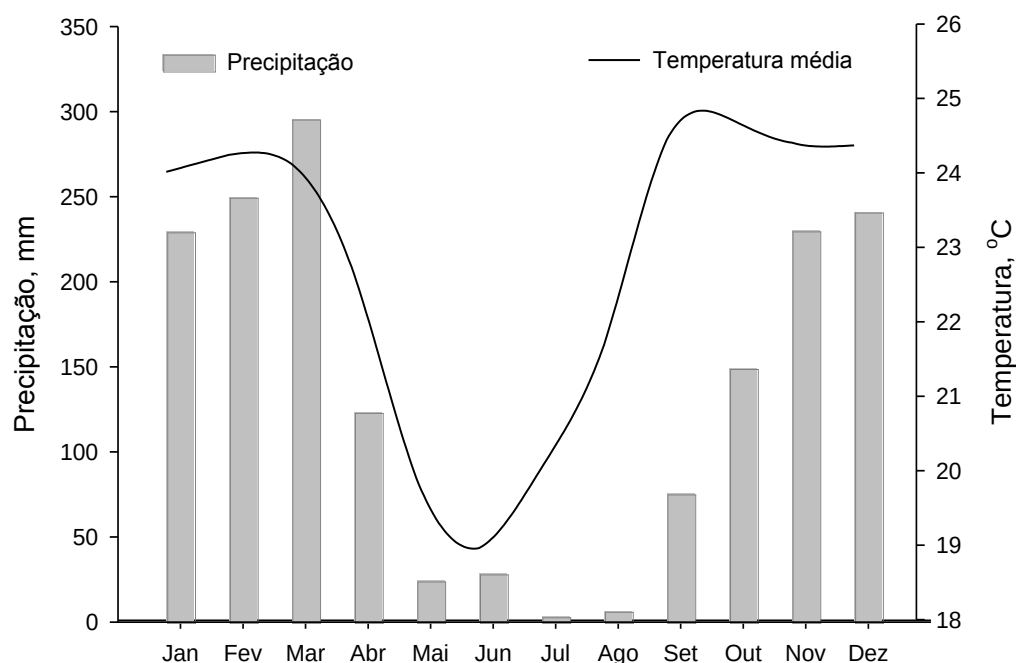


Figura 1. Média de dados climatológicos dos anos de 2009 a 2012 da área experimental em integração lavoura-pecuária no Sudoeste de Goiás. Fonte: INMET, 2013. Estação Meteorológica da UFG, Campus Jataí.

A área em que o experimento foi instalado vinha sendo conduzida por vinte anos com pastagem de *Brachiaria decumbens*, a qual não recebia correção do solo e adubação, sendo pastejada com bovinos sob alta intensidade de pastejo. Por ocasião da instalação do presente trabalho a pastagem apresentava uma redução da produção vegetal e a presença de

plantas invasoras. Os atributos químicos do solo, na camada de 0 a 20 cm, são observados na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos do solo, em quatro safras sob sistema de integração lavoura-pecuária no sudoeste de Goiás.

Safras	pH	mgkg ⁻¹		cmolc dm ⁻³					%	
		-----		-----					-----	
		P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	SB	CTC (t)	V	
Início (2008-09)	5,2 ⁽¹⁾	(2)	0,19	1,38	1,64	-	3,21	9,35	36,60	
Pastejo (2010-11)	5,00	5,15	0,23	0,84	0,50	0,10	1,57	1,67	26,84	
Soja (2011-12)	5,48	5,44	0,26	1,03	0,58	0,06	1,87	1,93	32,08	
Pastejo (2011-12)	5,63	6,71	0,12	0,98	0,49	0,09	1,60	1,69	19,76	

⁽¹⁾ Média dos tratamentos. ⁽²⁾ Dados não disponíveis.

A área total do experimento é de aproximadamente 22 hectares, a qual foi dividida em nove piquetes (parcelas experimentais) cujo tamanho é de aproximadamente 2,0 hectares, além de duas faixas sem pastejo totalizando 11 piquetes (Figura 2).

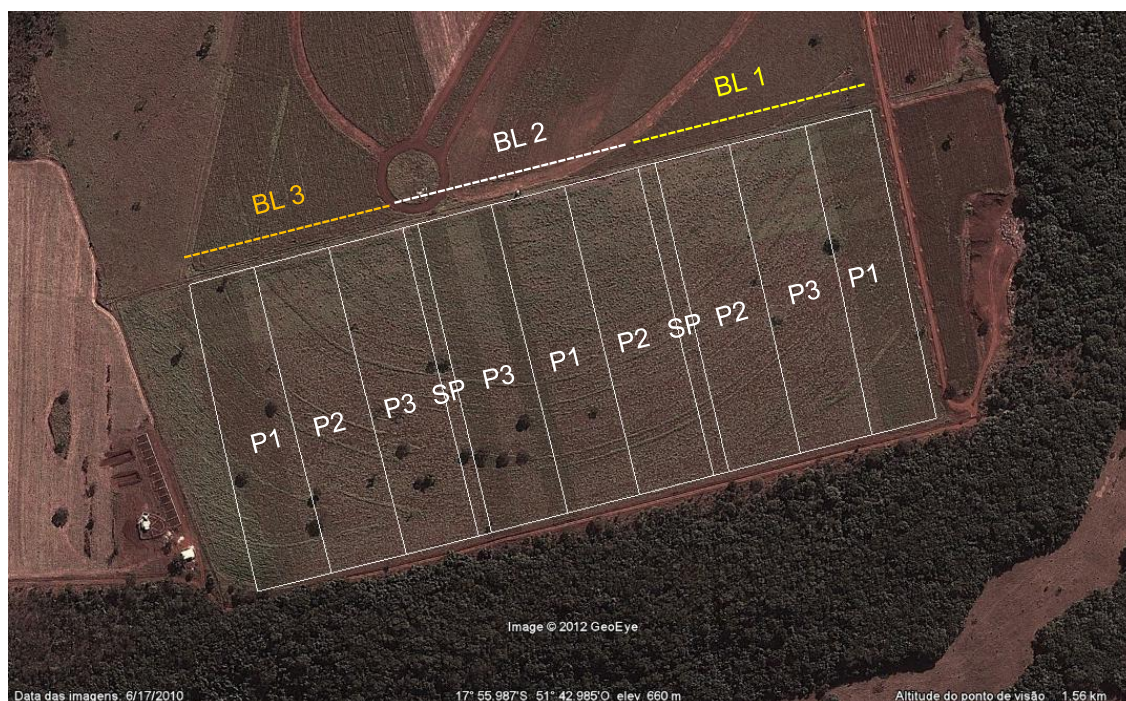


Figura 2. Croqui da área experimental de integração lavoura-pecuária no sudoeste de Goiás. (Fonte: www.googleearth.com). P1: Pastejo a 25 cm. P2: Pastejo a 35 cm. P3: Pastejo a 45 cm.

Os tratamentos constam de diferentes alturas de manejo da pastagem a 25 (P1), 35 (P2) e 45 (P3) cm de altura, além de duas áreas-controle (sem pastejo) entre os blocos.

O experimento iniciou-se no ano de 2009 (safra 2008/2009), com a realização de calagem, aplicando a lanço 2,5 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico com PRNT de 80% e incorporado ao solo com uma aração e duas gradagens. Anualmente, desde outubro de 2009, a cultura da soja de ciclo precoce é semeada com a aplicação de 350 kg ha⁻¹ de adubo formulado NPK 02-18-18, em espaçamento de 45 cm e população aproximada de 340.000 plantas por ha. Após o plantio foram realizados os tratamentos fitossanitários com aplicação de inseticidas, herbicidas e fungicidas de acordo com as necessidades da cultura. O solo para análise desse estudo foi coletado na safra 2008/2009 (início do experimento), 2010/11 (pós-pastejo) e 2011/12 (pós-soja e pós-pastejo).

A colheita ocorre, geralmente, no início do mês de fevereiro de cada ano, sendo posteriormente semeado, em linha, *Brachiaria ruziziensis* (10 kg ha⁻¹ – VC 65%). Cerca de 45 dias após a emergência das plantas foi realizada a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de uréia. Essa cultura é conduzida até o início da próxima estação chuvosa, em outubro sendo dessecada com a aplicação de glifosato no dose de 4,0 L p.c. por ha. Na safra 2011/12 foi aplicado em área total 2,3 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico, PRNT de 80%, em superfície, de acordo com análise química.

Para o ciclo de pastejo foi instalada a cerca elétrica no mês de junho, em média 95 dias após a emergência da braquiária com início de pastejo em julho, se estendendo até meados de outubro, totalizando 120 dias de pastejo. O sistema de pastejo foi contínuo, realizado por bovinos adultos sem padrão racial definido, sendo que o manejo da altura de pastejo foi realizado com a adição ou retirado dos animais em função da altura desejada. Os animais entraram na área quando a pastagem atingiu um acúmulo médio em torno de 4000 kg de MS ha⁻¹.

Na entrada dos animais a altura da pastagem nos diferentes tratamentos era semelhante, sendo a partir de então, acompanhada a cada 14 dias com bastão a graduado “sward stick” (Bircham, 1981), com leituras em 50 pontos por parcela totalizando 150 para cada tratamento. A diferença entre as

alturas de pastejo desejadas foi obtida aproximadamente 20 dias após a introdução dos animais, sendo adicionada ou retirada a quantidade de animais respeitando essas diferenças na altura de pastejo até o final do ciclo de pastejo. No início de outubro de cada ano os animais foram retirados da área, com posterior dessecação da gramínea.

Nas safras 2011/12, pós-soja e pós-pastejo, foi determinada a massa seca da parte aérea (MSPA) e de raízes (MSR) da soja e de braquiária. Na cultura da soja foi coletado em pleno florescimento e na cultura da braquiária no final do pastejo. Para MSPA foi coletado 1 m², em 4 pontos por parcela, em ambas culturas, e posteriormente as amostras foram secas em estufa por 72 horas a uma temperatura de 65°C e com resultados expressos em kg ha⁻¹.

Já as amostras MSR, da soja e da braquiária, foram coletadas com trado tipo Uhland nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm, em anéis com volume conhecido, coletando em quatro pontos cada parcela. Após as amostras foram levadas para laboratório dispersas em 1 mol de NaOH por uma hora e lavadas, sendo em seguida secas em estufa a 65°C e os resultados expressos em Mg ha⁻¹.

No final do ciclo da cultura da soja, safra 2011/12 foi avaliado o rendimento de grãos, colhendo uma área de 4,8 m² em quatro amostras por parcela. As amostras foram trilhadas, limpas e secas (130 g kg⁻¹) para obtenção do rendimento de grãos em Kg ha⁻¹. Foi determinado também o estande de plantas, 30 dias após a emergência, em uma área de 4,5 m² em quatro repetições por parcela.

Para determinar a densidade do solo, porosidade do solo, macroporosidade e microporosidade do solo foram coletadas amostras indeformadas de solos nas safras 2008/09 (início), 2010/11 (pós-pastejo) e 2011/12 (pós-soja e pós-pastejo), nas camadas de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm, todas no mesmo dia, em cada safra, utilizando um trado tipo Uhland com anéis metálicos com 0,043 m de diâmetro e 0,03 m de altura, em quatro pontos por parcela. Após a coleta as amostras foram acondicionadas em papel alumínio e sacos de plástico e lacrados sendo enviados para análises em laboratório. A densidade do solo foi determinada pela relação massa de solo seco e volume coletado e as análise de porosidade total, macroporosidade e microporosidade realizadas na mesa de tensão a 6 kPa (Embrapa, 1997).

Amostras indeformadas de solo foram coletadas para determinação da estabilidade de agregados do solo através do diâmetro médio ponderado na camada de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm, nas safras 2010/11 (pós-pastejo) e 2011-12 (pós-soja e pós-pastejo). As amostras foram acondicionadas em plástico filme, mantidas indeformadas até o laboratório, onde foram quebradas respeitando os pontos de fraqueza e secas ao ar livre. Em seguida foi determinada a agregação via úmida seguindo metodologia proposta por Kemper & Chepil (1965), com alterações propostas por Carpenedo & Mielniczuk (1990) e Silva & Mielniczuk (1997) para obtenção dos agregados e determinação da estabilidade destes.

A resistência mecânica do solo à penetração foi determinada segundo Manor et al. (1991) e Machado et al. (1998), com penetrômetro digital modelo PLG1020, ponta número 2 (12,83 mm de diâmetro), cone com ângulo de 30° e área da base 130 mm, para solos considerados “duros” seguindo o que determina a normativa ASAE S 313.3 (2004). Foram coletados 220 pontos (camada de 0 a 55 cm), espaçados por 25 m de um ponto para o outro, sendo 22 pontos por parcela para as alturas de pastejo e 11 pontos em cada faixa sem pastejo. Foi determinada a umidade do solo no momento da coleta.

Foram comparadas médias para a safra 2011/12 pós-soja e pós-pastejo quanto à altura de manejo do pasto e as camadas amostradas dentro da mesma safra para os atributos físicos do solo densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade, agregação e resistência mecânica à penetração. Nessas mesmas safras foram analisados à MSPA, MSR e produtividade de soja e braquiária foram comparadas as diferentes alturas de manejo do pasto nas respectivas safras.

Analizou também a evolução dos atributos físicos do solo. Os dados iniciais, pós-pastejo 2010/11 e pós-soja e pós pastejo 2011/12 foram comparados entre si quanto às épocas de amostragens e altura de pastejo para densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade. Foi comparado também resistência à penetração e a agregação (camada de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm) entre as épocas 2010/11 (pós-pastejo), 2011/12 pós-soja e pós-pastejo.

As médias foram submetidas à análise de variância e as comparações realizadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (SISVAR 2.0).

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária no Cerrado

Os dados referentes ao manejo da altura do pasto, unidade animal e estande de plantas de soja da safra 2011/12 mostram que o manejo foi adequado, mantendo as diferenças desejadas entre os tratamentos estudados, mesmo não sendo atingida a altura desejada de 25, 35 e 45 cm (Tabela 2).

Tabela 2. Manejo da altura de pastejo, de *Brachiaria ruziziensis*, unidade animal (UA) em pastejo e estande de soja, safra 2011/12 em sistema de integração lavoura-pecuária no Sudoeste de Goiás.

Trat.	Altura de pastejo em dias					Estande Soja Plantas/m	UA/ha
	0	20	50	80	120		
P1	103,0	64,8	43,0	38,7	36,5 c	15,8 a	3,5
P2	102,3	77,1	54,7	50,5	48,3 b	14,9 a b	2,5
P3	104,0	87,5	63,2	57,9	54,3 b	15,6 a b	1,0
SP	103,8	99,0	101,7	95,4	95,4 a	14,7 b	0,0

⁽¹⁾ UA: Bovino de 400 kg peso vivo. P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo.

Não foi verificada diferença estatística para a densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), macroporosidade (Ma) e microporosidade (Mi) entre os tratamentos altura de pastejo no sistema de ILP-PD, na coleta em pós-soja (Tabela 3).

Esse resultado mostra que o cultivo de soja no verão em áreas pastejadas no inverno, nas condições desse experimento, não proporcionaram alterações na estrutura do solo. A não alteração na macro e a microporosidade na comparação entre áreas pastejadas com não pastejadas mostra que a pressão proporcionada pelo pisoteio animal não foi suficiente para reduzir o espaço poroso, não interferindo na taxa de difusão do ar no solo em longo período.

Esses atributos do solo são sensíveis ao manejo e sua importância está na drenagem e armazenamento de água e aeração do solo, sendo importante em regiões com ocorrência de frequentes veranicos, como a deste experimento.

Tabela 3. Densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), macroporosidade (Ma) e microporosidade (Mi) em sistema de integração lavoura-pecuária em Latossolo Vermelho distroférrico no sudoeste de Goiás.

Atributo	Trat.	Pós-soja (2011-12)			Pós-pastejo (2011-12)		
		Profundidade (cm)					
		0 a 5	5 a 10	10 a 20	0 a 5	5 a 10	10 a 20
Ds ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	P1	1,12 ⁽¹⁾ b ^{ns}	1,25 a ^{ns}	1,14 b ^{ns}	1,24 a ^{ns}	1,28 a ^{ns}	1,14 b ^{ns}
	P2	1,14 b	1,25 a	1,13 b	1,22 ^{ns}	1,27	1,18
	P3	1,17 a b	1,28 a	1,11 b	1,21 ^{ns}	1,29	1,19
	SP	1,17 b	1,27 a	1,15 b	1,16 ^{ns}	1,25	1,20
CV (%)		1 = 3,00; 2 = 5,16			1 = 5,17; 2 = 2,79		
PT ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	P1	0,60 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,56 ^{ns} B	0,56 ^{ns}	0,58 ^{ns}
	P2	0,60	0,58	0,59	0,58 ^{ns} A B	0,56	0,57
	P3	0,59	0,56	0,57	0,62 ^{ns} A	0,60	0,60
	SP	0,57	0,58	0,57	0,62 ^{ns} A	0,61	0,61
CV (%)		1 = 5,14; 2 = 3,51			1 = 4,44; 2 = 2,79		
Ma ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	P1	0,21 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,17 a ^{ns}	0,18 ab ^{ns}	0,25 b ^{ns}
	P2	0,18	0,17	0,21	0,17 ^{ns}	0,16	0,22
	P3	0,23	0,20	0,24	0,19 ^{ns}	0,15	0,18
	SP	0,20	0,18	0,24	0,21 ^{ns}	0,18	0,20
CV (%)		1 = 15,60; 2 = 9,77			1 = 22,83; 2 = 11,06		
MI ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	P1	0,38 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,39 ^{ns} ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,33 B
	P2	0,41	0,41	0,38	0,40 ^{ns}	0,39	0,35 A B
	P3	0,36	0,36	0,32	0,43 ^{ns}	0,45	0,42 A
	SP	0,36	0,40	0,33	0,41 ^{ns}	0,43	0,41 A B
CV (%)		1 = 12,74; 2 = 7,28			1 = 9,79; 2 = 6,13		

⁽¹⁾ Média seguida de mesma letra minúscula na linha compara (profundidade) e maiúscula na mesma coluna compra (pastejo) pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. ^{ns} Não significativo. P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. CV%1: Coeficiente de variação para profundidade. CV% 2: Coeficiente de variação para altura de pastejo.

Apenas a Ds entre camadas de 5 a 10 cm aumentaram em comparação às demais profundidades, nas áreas onde foi realizado o pastejo. Esse fato não está relacionado ao trânsito de animais, pois a possível compactação do casco dos animais se restringe a camada superficial do solo (Tirlone et al., 2012).

Comportamento semelhante foi verificado na coleta após o pastejo, não havendo diferença estatística entre as alturas (P1, P2 e P3) e verificadas diferenças entre as profundidades apenas na maior intensidade de pastejo (P1). Os resultados para manejo das alturas de pastejo estão de acordo com Conte et al. (2011), onde em estudos sobre atributos físicos do solo em ILP-PD

no Sul do Brasil, não verificaram interferência da intensidade de pastejo nesses atributos do solo em pós-pastejo.

O aumento de Ds em áreas pastejadas (P1), na camada de 5 a 10 cm, na coleta em pós-pastejo em relação às demais profundidades estudadas pode estar relacionado ao trânsito de maquinários, como comenta Conte et al. (2008). Porém, os valores de Ds não atingiram os limites críticos ao desenvolvimento radicular das plantas de acordo com Spera et al. (2010) e Conte et al. (2011) em sistema de ILP-PD.

Para porosidade total (Pt) não foi verificado diferença estatística entre o manejo da pastagem e profundidade na coleta após o cultivo da soja. Esse resultado mostrou que possíveis alterações na estrutura do solo em função de pisoteio animal não se prolongam após o ciclo da soja, não interferindo também na produtividade dessa cultura.

Nas análises de Pt em pós-pastejo verifica-se redução desse atributo do solo, camada de 0 a 5 cm, comparando-se as alturas de pastejo. As áreas com maiores intensidades de pastejo, conseqüentemente menor altura da pastagem, apresentaram redução de Pt, fato que não ocorreu após o cultivo de soja. Esse resultado está de acordo com Flores et al. (2007), o qual observou menor Pt nas áreas pastejadas em relação a não pastejadas. No entanto os autores citam que essas alterações não proporcionam redução de produtividade de culturas subsequentes.

A macroporosidade (Ma) e microporosidade (Mi) também não foram afetadas após a coleta em pós-soja. Esse resultado é importante, pois esses atributos são responsáveis por manter os índices adequados para que ocorra a drenagem da água do solo, reduzindo assim o escoamento superficial e a erosão do solo e o armazenamento de água para as plantas.

Entretanto, após o pastejo foi verificada alteração na Ma, na comparação entre camadas e Mi na comparação entre alturas de pastejo na camada de 10 a 20 cm. A Ma foi menor na camada de 0 a 5, em comparação as camadas de 5 a 10 e 10 a 20 cm, na coleta em após o período de pastejo. Esses resultados estão de acordo com Flores et al. (2007) os quais observaram menores valores de Ma na camada superficial do solo em ILP-PD. No entanto os valores deste estudo estão superiores aos considerados críticos de $0,1 \text{ cm}^{-3} \text{ cm}^{-3}$ por Greenland (1981). Já a alteração na Mi na camada de 10

a 20 cm, pós-pastejo, mostrou que P1 reduziu a quantidade de microporos em comparação ao manejo da pastagem na maior altura e a área não pastejada.

Na camada de 0 a 5 cm, na coleta de pós-soja, as áreas que foram pastejadas no inverno apresentaram maior tamanho de DMP em comparação à área não pastejada (Tabela 4). Esse resultado mostra que a presença de maior quantidade de raízes de braquiária e o pisoteio animal podem proporcionar a aproximação das partículas do solo, aumentando a estabilidade de agregados.

Tabela 4. Diâmetro médio ponderado (DMP) de agregados em sistema de integração lavoura-pecuária em Latossolo Vermelho distroférrico no Sudoeste de Goiás.

Manejo	Pós-soja safra 2011-12			Pós-pastejo safra 2011-12		
	DMP (mm)			DMP (mm)		
	Profundidade (cm)			Profundidade (cm)		
	0 – 5 cm	5 - 10	10 - 20	0 – 5 cm	5 - 10	10 - 20
P1	1.94 b A B	2.38 a ^{ns (1)}	2.33 a ^{ns}	2.23 ^{ns} A	2.27 A B	2.27 ^{ns}
P2	2.14 ^{ns} A B	2.27	2.39	2.10 b B	2.23 a B	2.17 a b
P3	2.20 ^{ns} A	2.49	2.40	2.15 ^{ns} A B	2.25 A B	2.19
SP	1.85 b B	2.18 a b	2.27 a	2.20 b A B	2.36 a A	2.26 a b
CV 1 (%) = 7.55; CV 2 (%) = 5.79			CV 1 (%) = 2.15; CV 2 (%) = 2.43			

(1) Média seguida de mesma letra minúscula na linha compara (profundidade) e maiúscula na mesma coluna compra (pastejo) pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. ^{ns} Não significativo. P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. CV%1: Coeficiente de variação para profundidade. CV% 2: Coeficiente de variação para altura de pastejo.

Quanto à profundidade em pós-soja pode ser observado que a maior intensidade de pastejo na fase de pecuária proporcionou aumento no tamanho de DMP de agregados nas camadas de 5 a 20 cm em relação à camada de 0 a 5 cm. Esses resultados corroboram, em parte, com a pesquisa de Souza et al. (2009), os quais observaram maior agregação do solo na camada de 0 a 20 cm em áreas de ILP-PD na coleta de pós-soja. Os autores justificam esse fato pelo uso desse sistema há seis anos, onde os benefícios da presença dos animais são prolongados ao período de cultura de verão.

Mesmo com o curto tempo de adoção do sistema esse resultado mostra que a presença dos animais influencia na aproximação das partículas através do pisoteio dos animais, como observado também por Conte et al. (2011). Segundo Salton et al. (2008) os agregados estáveis de maior diâmetro são

encontrados, de forma constante em todo o perfil, em sistemas com pastagem em rotação com soja.

Na área sem pastejo também foi verificado maior DMP na camada de 5 a 20 cm, porém com valores inferiores as áreas pastejada. Esse resultado indica que as gramíneas possuem grande produção de raízes e que essas podem contribuir para a agregação do solo em subsuperfície, mesmo na ausência de pastejo. Esse fato ocorre através da retirada de água do solo aumentando as forças de coesão entre as partículas, associado ao efeito ligante dos exsudados ou pelo próprio crescimento da raiz através da aproximação de partículas.

Blainski et al. (2012) citam que o suprimento contínuo de restos culturais fornece substrato e energia para a atividade microbiana do solo, formando agregados de maior estabilidade. Outro fator atuante na agregação em solos de Cerrado, como os desse experimento são as argilas e os óxidos, sendo a argila predominante a caulinita e os óxidos e hidróxidos o de ferro e de alumínio. Dufranc et al. (2004) observaram que em Latossolo Vermelho distroférico o teor de argila pode influenciar na estabilidade de agregados no solo.

Na análise em pós-pastejo o DMP da área com maior intensidade de pastejo (P1) foi superior à área com pastejo intermediário (P2) e não diferiu das demais áreas (P3 e SP). Na área mantida sem pastejo, o fato de o DMP não ser diferente estatisticamente às áreas pastejadas pode ter relação com a maior quantidade de raízes de soja e principalmente de *Brachiaria ruziziensis*, tanto na profundidade de 0 a 10 quanto 10 a 20 cm. Segundo Vezzani & Mielniczuk (2011), o uso de gramíneas com sistema radicular agressivo pode proporcionar benefícios para a agregação do solo, em função da maior adição de carbono orgânico e presença de hifas de fungos, o que a torna um dos principais agente atuante na agregação do solo.

Nota-se na profundidade, em pós-pastejo, aumento de DMP, o que pode ser devido maior presença de raízes. Souza et al. (2010), em estudos na região Sul do Brasil, verificaram a presença de agregados com maior diâmetro na camada superficial do solo em função do tempo e das culturas utilizadas, aveia-preta e azevém, apresentaram sistema radicular superficial.

Os resultados mostraram aumento de resistência à penetração (RP) com aumento da intensidade de pastejo, em pós-soja apenas na camada de 0 a 5 cm e na camada de 50 a 55 cm (Figura 3).

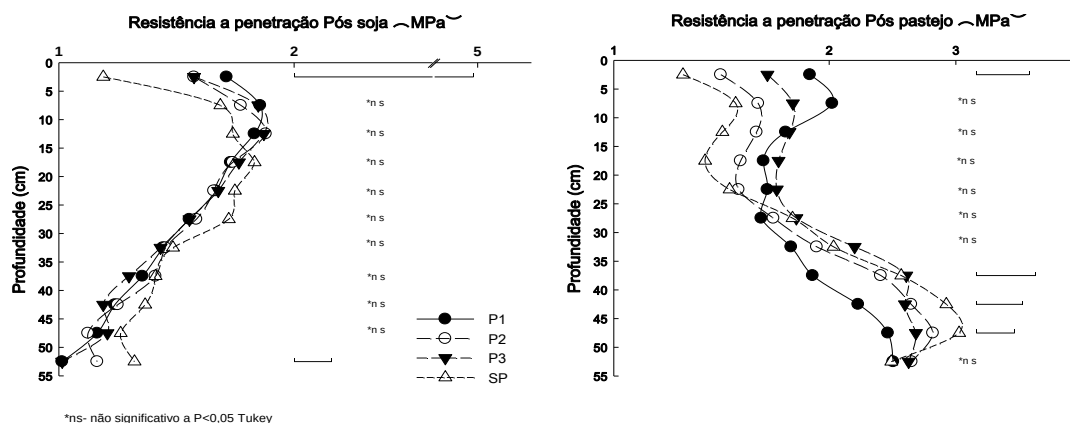


Figura 3. Resistência à penetração na camada de 0 a 55 cm em um Latossolo Vermelho distroférrico sob sistema de integração lavoura-pecuária no Sudoeste de Goiás. P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Umidade (%) média (0 a 55 cm) em pós-soja: 17,6; Umidade (%) média (0 a 55 cm) em pós-pastejo: 22,4.

Esse fato é citado por Moreira et al. (2012), onde a RP apresentou maior sensibilidade na detecção de alterações físicas entre diferentes intensidade de pastejo em sistema de ILP-PD. No entanto, nas demais profundidades o manejo da altura de pastagem com diferentes intensidades não interferiu na estrutura do solo, mostrando que a pressão exercida pelo casco animal é superficial.

As maiores diferenças em relação à RP foram observadas nas áreas analisadas após o pastejo. A maior intensidade de pastejo apresentou maior RP na camada de 0 a 5 cm e menor em subsuperfície, 35 a 50 cm na coleta após o pastejo. Costa et al. (2012) observaram em ILP-PD sob Argissolo Vermelho distrófico típico que a RP variou em função da intensificação do pastejo. Uma maior RP também foi observado por Conte et al. (2008) em sistema de ILP-PD em Latossolo Vermelho distroférrico, com manejo da altura de pastejo, onde a RP medida nas profundidades de 6 e 12 cm diminuiu de forma linear e significativa com o aumento da altura da pastagem. Segundo os autores, esse resultado pode ser atribuído à compactação do solo ocasionada pelo pisoteio animal.

Lanzanova et al. (2007) observaram que a compactação em Argissolo Vermelho-Amarelo, provocada pelo pisoteio animal, ocorreu entre a profundidade de 5 a 8 cm em áreas pastejadas a cada 28 e 14 dias, atingindo valores superiores aos 2 MPa, considerados como restritivos ao desenvolvimento das plantas (Taylor et al., 1966). Para a comparação entre as alturas de pastejo, os autores citam que essa diferença pode estar relacionada à umidade do solo, pois áreas com maior intensidade de pastejo tendem a apresentar menor cobertura de solo e consequentemente menor retenção de umidade. Nesse estudo essa diferença não foi verificada estatisticamente.

Os resultados mostram que não foi verificada diferença estatística para a massa seca da parte aérea (MSPA) de soja e massa seca de raízes de soja e *Brachiaria ruziziensis* além de produtividade de soja (Tabela 5).

Já a massa seca remanescente de *Brachiaria ruziziensis* apresentou diferença estatística ($p \leq 5\%$) com menor valor de massa seca na maior intensidade de pastejo (P1), aumentando em função da redução da carga animal para a manutenção das alturas de pastejo desejada.

Tabela 5. Produtividade de soja, massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR) de *Brachiaria ruziziensis* e soja em sistema de integração lavoura-pecuária em Latossolo Vermelho distroférico no sudoeste de Goiás.

Manejo	MSPA	MSR Soja	MSR Soja	Prod. de soja	MSPA ⁽²⁾		MSR	MSR
	⁽¹⁾ Soja				Braquiária		Braquiária	
	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm		10-20 cm			
Kg ha ⁻¹								
P1	6103 ^{ns}	2384,9 ^{ns}	515,2 ^{ns}	3476,8 ^{ns}	6942,8 ⁽²⁾	d	5588.4 ^{ns}	2220,6 ^{ns}
P2	6108	1950,6	537,3	3425,0	8865,4	c	5447.1	2161,1
P3	6057	2186,2	588,8	3767,1	11215,8	b	6406.9	2555,7
SP	6190	1954,3	585,1	3676,1	13661,3	a	6006.5	2402,6
CV (%)	6,97	27,53	17,82	7,63	3,84		21.92	23,00

(¹) Médias seguidas de mesma letra na coluna (pastejo) não difere pelo teste Tukey a 5 %. ^{ns} Não significativo. P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. (²) Coletado no final de cada ciclo.

Nunes et al. (2006) citam que os melhores resultados de produtividade de leguminosa (feijão) foram obtidos nos tratamentos de gramíneas com destaque para *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu (MS de 6200 kg ha⁻¹) *Brachiaria decumbens*, cv. Basilisk (MS de 11173 kg ha⁻¹).

Observa-se também bom desenvolvimento de raízes e da planta de soja e *Brachiaria ruziziensis* tanto em áreas pastejadas como não pastejadas. Conte et al. (2007) e Souza et al. (2010) que estudaram um Latossolo Vermelho distroférico em ILP-PD sob manejo de altura de pastagem e observaram que o pastejo aumentou a massa por área de raízes de aveia e azevém. Este fato se deve, dentre outros fatores, provavelmente ao comportamento da espécie utilizada e do clima da região.

Mesmo não sendo verificada diferença estatística para massa seca de raízes de *Brachiaria ruziziensis*, os dados mostram que as áreas sem pastejo e com menor intensidade de pastejo (P3 e SP) apresentaram 1377,9 kg ha⁻¹ (11%) a mais de raízes, em comparação as duas maiores intensidade de pastejo (P1 e P2) até 10 cm. Esse resultado justifica a boa agregação verificada nessas áreas na coleta após o pastejo.

Em relação à produtividade de grãos de soja também não se verificou diferença estatística. Esse resultado está de acordo com Flores et al. (2007) que verificaram alterações nos atributos físicos do solo nas áreas pastejadas em diferentes alturas e naquelas não pastejadas não influenciaram o estabelecimento da soja e o rendimento de grãos.

5.1.1 Conclusões

O pisoteio animal proporcionou alterações apenas na profundidade de 0 a 5 para a porosidade total em pós-pastejo, fato não verificado em pós-soja.

Há efeito do pisoteio animal sobre o DMP na profundidade de 0 a 5 e 5 a 10 cm, sendo verificada maior agregação em áreas pastejadas.

A maior intensidade de pastejo proporcionou maior RP na camada de 0 a 5 cm, porém com valores abaixo de 2 MPa. No entanto nas demais profundidades não houve alterações em função do pisoteio animal.

Não houve interferência das diferentes intensidades de pastejo na produtividade de soja.

O sistema de ILP-PD, nas condições estudadas pode ser utilizado já que não afetou negativamente os atributos físicos do solo.

5.2 Evolução dos atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária no Cerrado

Após o revolvimento do solo obteve-se aumento de Ds em todas as profundidades estudadas, após os sucessivos cultivos (Tabela 1). Os dados iniciais, coletados em 2009, antes do revolvimento para a incorporação de calcário, estão próximos aos dados coletados no final do ano de 2012. Esse resultado está de acordo com Magalhães et al. (2001), onde verificaram que houve aumento progressivo, ao longo dos anos, na Ds da camada 0 a 10 cm em razão do pastejo, contudo, esse incremento na densidade não prejudicou a produção de massa de matéria verde de *Brachiaria brizantha*.

Tabela 6. Densidade do solo (Ds) em diferentes safras sob sistema de integração lavoura-pecuária em Latossolo Vermelho distroférrico no Sudoeste de Goiás.

Manejo	Épocas			
	Dados Iniciais	Pós-pastejo (2010-	Pós-soja	Pós-pastejo (2011-
	(2008-09)	11)	(2011-12)	12)
	Densidade (m ⁻³ m ⁻³)			
	Profundidade 0 a 5 cm			
P1	1,22 b a ^{ns (1)}	1,03 c ^{ns}	1,12 c b ^{ns}	1,24 a ^{ns}
P2	1,23 a	1,10 b	1,14 a b	1,22 a b
P3	1,23 a	1,00 b	1,17 a	1,21 a
SP	1,20 ^{ns}	1,10	1,17	1,16
CV 1 (%) = 5,15; CV 2 (%) = 4,26				
Profundidade 5 a 10 cm				
P1	1,20 a b ^{ns}	1,11 b ^{ns}	1,25 a ^{ns}	1,28 a ^{ns}
P2	1,19 a b	1,14 b	1,25 a	1,27 a
P3	1,20 a b	1,12 b	1,28 a	1,29 a
SP	1,18 ^{ns}	1,17	1,27	1,25
CV 1 (%) = 5,26; CV 2 (%) = 3,28				
Profundidade 10 a 20 cm				
P1	1,13 ^{ns ns}	0,92 ^{ns}	1,14 ^{ns}	1,14 ^{ns}
P2	1,08 ^{ns}	0,98	1,13	1,18
P3	1,12 ^{ns}	0,98	1,11	1,19
SP	1,17 a	0,98 a b	0,81 b	1,20 a
CV 1 (%) = 10,70; CV 2 (%) = 14,31				

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras minúsculas na linha compara época e maiúscula na coluna compara manejo, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo. P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. CV%1: Coeficiente de variação para época. CV% 2: Coeficiente de variação para altura de pastejo.

Na camada de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm a média das Ds na coleta inicial de 2008/09 ($1,22 \text{ m}^{-3} \text{ m}^{-3}$), foi superior a coleta após o pastejo 2010/11 ($1,05 \text{ m}^{-3} \text{ m}^{-3}$), retornando ao estado inicial no pós-soja 2011/12 ($1,15 \text{ m}^{-3} \text{ m}^{-3}$) e no pós-pastejo 2011/12 ($1,20 \text{ m}^{-3} \text{ m}^{-3}$). Spera et al. (2010) citam que o manejo do solo a vários anos sob ILP-PD proporcionou redução da compactação superficial do solo. Porém, os autores citam que essa redução é dependente da presença de matéria orgânica em alto nível e que esses valores podem variar com o tipo e a profundidade do solo e, também com o sistema de rotação de culturas.

A porosidade total do solo (Pt) foi inferior na coleta inicial em comparação aos cultivos posteriores (Tabela 7).

Tabela 7. Porosidade total do solo (Pt) em diferentes safras sob sistema de integração lavoura-pecuária em Latossolo Vermelho distroférrico no Sudoeste de Goiás.

Manejo	Épocas				
	Dados Iniciais	Pós-pastejo	Pós-soja	Pós-pastejo	
	(2008-09)	(2010-11)	(2011-12)	(2011-12)	
	Porosidade total (cm ⁻³ cm ⁻³)				
	Profundidade 0 a 5 cm				
P1	0,48 b ^{ns} (1)	0,61 a ^{ns}	0,60 a ^{ns}	0,56 a B	
P2	0,50 b	0,60 a	0,60 a	0,58 a A B	
P3	0,51 b	0,61 a	0,59 a	0,62 a A	
SP	0,48 b	0,61 a	0,57 a	0,62 a A	
CV 1 (%) = 4,92; CV 2 (%) = 4,29					
	Profundidade 5 a 10 cm				
	P1	0,49 b A B	0,58 a ^{ns}	0,56 a ^{ns}	0,56 a ^{ns}
	P2	0,46 b B	0,58 a	0,58 a	0,56 a
	P3	0,53 b A	0,57 a b	0,56 a b	0,60 a
	SP	0,45 b B	0,56 a	0,60 a	0,61 a
CV 1 (%) = 5,27; CV 2 (%) = 4,61					
	Profundidade 10 a 20 cm				
	P1	0,52 ^{ns} A B	0,57 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,58 ^{ns}
	P2	0,58 ^{ns} A	0,59	0,59	0,57
	P3	0,51 b B	0,61 a	0,57 a b	0,60 a
	SP	0,49 b B	0,54 a b	0,60 a	0,61 a
CV 1 (%) = 5,73; CV 2 (%) = 5,62					

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras minúsculas na linha compara época e maiúscula na coluna compara manejo, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo. P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. CV%1: Coeficiente de variação para época. CV% 2: Coeficiente de variação para altura de pastejo.

Nota-se que após o revolvimento houve aumento da Pt, sendo mantidos próximos a esses valores mesmo após três safras. Esse resultado mostra que o manejo da área, mesmo com pisoteio animal, o espaço poroso não foi afetado nas diferentes safras, fato que contribui para a boa drenagem e aeração do solo. Spera et al. (2010) observaram em ILP-PD que ao longo dos anos não houve diferença quanto à Pt entre os diferentes manejos da pastagem.

Nas três safras (pós-pastejo 2010/11, pós-soja e pós-pastejo 2011/12) não foi verificado diferença estatística, mostrando que o cultivo manteve os índices de porosidade, mesmo após três anos do revolvimento do solo. Santos et al. (2011) citam que a manutenção da porosidade do solo na área sob pastagem contínua ocorre, provavelmente, por não ter havido revolvimento contínuo do solo, bem como em razão do sistema radicular da gramínea e de invertebrados edáficos, que podem ter contribuído para melhoria da sua estruturação física.

Segundo Marcolan e Anghinoni (2006), com o passar dos anos, a porosidade total do solo com sistema plantio direto pode aumentar parcialmente, resultando em melhoria da estrutura física do solo cultivados em ILP-PD.

A macroporosidade do solo antes da instalação do experimento, na camada de 0 a 5 e 5 a 10 cm, pode ser considerada abaixo da adequada para o desenvolvimento das raízes ($0,10 \text{ m}^{-3} \text{ m}^{-3}$), de acordo com Marcolan & Anghinoni (2006). Após o revolvimento do solo pode ser verificado aumento da mesma na coleta pós-pastejo (2010/11), voltando a reduzir novamente com os sucessivos cultivos (Tabela 8).

Spera et al. (2010) em estudos sobre sistemas integrados de lavoura-pecuária observaram que a Ma foi afetada e que a redução da Ma tende a se refletir, significativamente ou não, na porosidade total e no aumento de densidade de solo, como verificado neste estudo. Resultado semelhante foi observado por Conte et. al. (2011), que observaram compactação resultante do pisoteio animal, interferindo nos atributos físicos do solo, reduzindo a Ma na fase pastagem, porém, sem atingir níveis capazes de causar a degradação do solo.

Tabela 8. Macroporosidade do solo (Ma) em diferentes safras sob sistema de integração lavoura-pecuária em Latossolo Vermelho distroférico no Sudoeste de Goiás.

Manejo	Épocas				
	Dados Iniciais	Pós-pastejo	Pós-soja	Pós-pastejo	
	(2008-09)	(2010-11)	(2011-12)	(2011-12)	
	Macroporosidade (cm ³ cm ⁻³)				
	Profundidade 0 a 5 cm				
P1	0,09 c ^{ns (1)}	0,29 a ^{ns}	0,21 b ^{ns}	0,17 b ^{ns}	
P2	0,08 c	0,26 a	0,18 b	0,17 b	
P3	0,09 c	0,29 a	0,23 b	0,19 b	
SP	0,09 b	0,25 a	0,20 a	0,21 a	
CV 1 (%) = 6,21; CV 2 (%) = 14,75					
	Profundidade 5 a 10 cm				
	P1	0,12 b ^{ns}	0,25 a ^{ns}	0,18 b ^{ns}	0,18 b ^{ns}
	P2	0,07 c	0,24 a	0,17 a b	0,16 b
	P3	0,12 c	0,24 a	0,20 a b	0,15 b c
	SP	0,09 b	0,21 a	0,18 a	0,18 a
CV 1 (%) = 18,59; CV 2 (%) = 16,73					
	Profundidade 10 a 20 cm				
	P1	0,16 b A B	0,29 a ^{ns}	0,22 a b ^{ns}	0,25 a A
	P2	0,21 b A	0,30 a	0,21 b	0,22 b A B
	P3	0,12 b B	0,30 a	0,24 a b	0,18 b c B
	SP	0,12 b B	0,26 a	0,24 a	0,20 a A B
CV 1 (%) = 17,82; CV 2 (%) = 13,13					

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras minúsculas na linha compara época e maiúscula na coluna compara manejo, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo. P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. CV%1: Coeficiente de variação para época. CV% 2: Coeficiente de variação para altura de pastejo.

A redução de Ma, no entanto, mostra equilíbrio nas duas últimas safras, indicando que o sistema pode reestabelecer esses valores acima dos verificados na coleta inicial, em pastagem extensiva á 20 anos. Portanto a Ma foi mantida com valores adequados para o desenvolvimento das plantas, mesmo após os cultivos e a presença de animais.

Os resultados mostraram que após o revolvimento do solo houve a redução de Mi (pós-pastejo 2010/11) em relação aos dados iniciais, cujo manejo era de pastagem extensiva há 20 anos (Tabela 9). No entanto, nas duas próximas safras (pós-soja e pós-pastejo 2011/12) pode ser verificado novo aumento de microporos do solo em todas as camadas avaliadas.

Tabela 9. Microporosidade do solo (Mi) em diferentes safras sob sistema de integração lavoura-pecuária em Latossolo Vermelho distroférrico no Sudoeste de Goiás.

Manejo	Épocas			
	Dados Iniciais (2008-09)	Pós-pastejo (2010-11)	Pós-soja (2011-12)	Pós-pastejo (2011-12)
	Profundidade 0 a 5 cm			
P1	0,39 a ^{ns (1)}	0,32 b ^{ns}	0,38 a ^{ns}	0,39 a ^{ns}
P2	0,41 a	0,34 b	0,41 a	0,40 a b
P3	0,42 a b	0,32 c	0,36 b c	0,43 a
SP	0,38 ^{ns}	0,36	0,36	0,41
CV 1 (%) = 6,29; CV 2 (%) = 7,97				
Profundidade 5 a 10 cm				
P1	0,35 ^{ns ns}	0,33 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,38 ^{ns}
P2	0,38 a b	0,33 b	0,41 a	0,39 a b
P3	0,40 a b	0,33 c	0,36 b c	0,45 a
SP	0,35 b	0,35 b	0,40 a b	0,43 a
CV 1 (%) = 3,98; CV 2 (%) = 8,49				
Profundidade 10 a 20 cm				
P1	0,36 a ^{ns}	0,28 b ^{ns}	0,34 a b ^{ns}	0,33 a b B
P2	0,36 a b	0,30 b	0,38 a	0,35 a b A B
P3	0,38 a b	0,31 b	0,32 b	0,42 a A
SP	0,36 a b	0,28 b	0,33 a b	0,41 a A B
CV 1 (%) = 9,86; CV 2 (%) = 9,53				

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras minúsculas na linha compara época e maiúscula na coluna compara manejo, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo. P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. CV%1: Coeficiente de variação para época. CV% 2: Coeficiente de variação para altura de pastejo.

A Mi é importante no armazenamento de águas no solo, sendo, portanto de fundamental importância em áreas com frequentes veranicos, como a deste estudo. Flores et al. (2007) verificaram que após quatro meses de pastoreio contínuo, sob diferentes pressões não houve aumento de Mi na camada até 2,5 cm em relação a área sem pastejo, rejeitando a hipótese de que o aumento da intensidade de pastejo influencia de forma negativa na Mi do solo.

Entre os sistemas de manejo da altura do pasto, foi verificada diferença estatística apenas na camada de 10 a 20 cm no último período de pastejo (pós-pastejo 2011/12), onde as áreas com maior altura de pastejo apresentaram maior Mi. Esse resultado discorda de Lanzasova et al. (2007) onde observaram em sistema de ILP-PD que a Mi do solo não foi alterada significativamente pelos sistemas de manejo das pastagens em nenhuma das camadas de solo.

Nota-se que os valores do DMP demonstram ao longo das safras avaliadas alterações em seus valores (diferentes estatisticamente) apenas na camada 0 a 5 cm, o que pode ser reflexo do pisoteio animal, já que os dados de Ds refletem padrão similar (Tabela 10).

Tabela 10. Diâmetro médio ponderado (DMP) em sistema de integração lavoura-pecuária em diferentes safras no Sudoeste de Goiás.

Manejo	Épocas		
	Pós-pastejo (2010-11)	Pós-soja (2011-12)	Pós-pastejo (2011-12)
	0 a 5 cm		
Diâmetro Médio Ponderado (mm)			
P1	1,81 b A B	1,94 b ^{ns}	2,23 a ^{ns}
P2	1,67 b B	2,14 a	2,10 a
P3	1,83 ^{ns} A B	2,20	2,15
SP	2,18 ^{ns} A	1,85	2,20
CV 1 (%) = 9,38; CV 2 (%) = 9,32			
5 a 10 cm			
P1	2,11 ^{ns} ^{ns}	2,38 ^{ns}	2,27 ^{ns}
P2	2,11 ^{ns}	2,27	2,23
P3	2,14 b	2,49 a	2,25 a b
SP	2,08 ^{ns}	2,18	2,36
CV 1 (%) = 7,43; CV 2 (%) = 6,21			
10 a 20 cm			
P1	2,10 ^{ns} A B	2,33 ^{ns}	2,27 a ^{ns}
P2	1,97 b B	2,39 a	2,17 a b
P3	1,98 b A B	2,40 a	2,19 a b
SP	2,29 ^{ns} A	2,27	2,26
CV 1 (%) = 5,43; CV 2 (%) = 5,99			

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras minúsculas na linha compara época e maiúscula na coluna compara manejo, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo. P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. CV%1: Coeficiente de variação para época. CV% 2: Coeficiente de variação para altura de pastejo.

Esses resultados podem estar relacionados à maior aproximação das partículas do solo em função do pisoteio animal (Conte et al., 2011). Na camada de 5 a 10 e 10 a 20 cm o DMP mostrou diferença estatística apenas para as duas maiores intensidades de pastejo (P1 e P2) na safra 2011/12. A manutenção do DMP dos agregados estáveis, com valores semelhantes a áreas nativas, somente foi obtida com a rotação lavoura pastagem em ciclos de dois anos ou com pastagem permanente (Salton et al., 2008). Os autores

comentam ainda que a formação de agregados grandes pode estar relacionada à presença de raízes, que são mais abundantes sob pastagem de gramíneas.

Na análise de manejo da pastagem dentro da mesma época pode ser verificado na camada de 0 a 5 cm diferenças apenas na coleta de pós-pastejo (2010/11) para DMP. Salton et al. (2008) citam que a maior agregação do solo pode estar relacionada à quantidade de argila, aumentando assim a agregação do solo. Já Rozane et al. (2010) observaram que a influência da matéria orgânica na agregação do solo é um processo dinâmico em que os efeitos benéficos estão associados à atividade microbiana.

Foi verificada aumento de RP na comparação entre o manejo da altura de pastejo dentro de todas as safras estudadas (Tabela 11).

Tabela 11. Resistência mecânica à penetração do solo (RP) em diferentes safras sob sistema de integração lavoura-pecuária em Latossolo Vermelho distroférrico no Sudoeste de Goiás.

Manejo	Épocas		
	Pós-pastejo (2010-11)	Pós-soja (2011-12)	Pós-pastejo (2011-12)
	RP (MPa) 0 a 5 cm		
P1	1694 ^{ns} A ⁽¹⁾	1638 ^{ns}	1885 A
P2	1219 ^{ns} B	1490	1411 B C
P3	1477 ^{ns} A B	1491	1644 A B
SP	1306 ^{ns} B	1343	1250 C
CV 1 (%) = 9.32; CV 2 (%) = 9.00			
RP (MPa) 5 A 10 cm			
P1	1786 ^{ns} A	2020 A	1811 A
P2	1517 ^{ns} B	1591 C	1718 A B
P3	1760 ^{ns} A	1784 B	1805 A B
SP	1621 ^{ns} A B	1480 C	1614 B
CV 1 (%) = 10.49; CV 2 (%) = 4.80			
RP (MPa) 10 a 20 cm			
P1	1677 ^{ns ns}	1682 A	1726 ^{ns}
P2	1681 ^{ns}	1544 A B	1759
P3	1706 ^{ns}	1731 A	1771
SP	1648 a	1381 b B	1728 a
CV 1 (%) = 9.81; CV 2 (%) = 6.65			

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras minúsculas na linha compara época e maiúscula na coluna compara manejo, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo. P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. CV%1: Coeficiente de variação para época. CV% 2: Coeficiente de variação para altura de pastejo.

Na camada de 0 a 5 e 5 a 10 cm as áreas pastejadas, com exceção ao pastejo intermediário (P2), apresentaram aumento de RP do solo em comparação a área sem pastejo, principalmente na coleta em pós-pastejo 2011/12. Resultados estes que estão de acordo com Conte et al. (2011), onde a presença de animais nas áreas sob pastejo provoca aumento da RP na camada de 0 a 10 cm, imediatamente após o ciclo de pastejo. Tal fato pode estar relacionado não efetivamente à resistência que as partículas do solo imprimem, mas sim ao volume de raiz ainda não decomposto que precisa ser efetivamente rompido pelo aparelho ao ser inserido no solo.

A diferença estatística para RP entre alturas de manejo do pasto foi observada na área em pós-soja na profundidade de 5 a 10 e 10 a 20 cm (2011/12). Nota-se que as maiores variações para este atributo encontram-se na camada de 0 a 5 cm, provavelmente devido à presença de maior ou menor volume de palhada incorporada nessa profundidade. Além do que nas camadas inferiores os valores não apresentam diferenças entre os manejos, provavelmente pelo pouco efeito dos tratamentos em profundidade como demonstram os atributos anteriormente avaliados.

Nesse sentido, o tratamento P1 (menor altura de pastejo) apresenta nas camadas de 0 a 5 e 5 a 10 cm os maiores valores de RP, indicando ser este um tratamento que requer cuidados especiais. Flores et al. (2007) ressaltam que essa menor RP na fase de soja merece atenção, pois a cultura da soja não é capaz de recuperar áreas com compactação do solo. Entretanto, os valores encontrados estão dentro dos limites adequados para este atributo, que é de 2 MPa, segundo Taylor et al. (1966).

5.2.1 Conclusões

Após quatro anos da instalação do experimento a estrutura do solo retornou a valores próximos ao estado inicial de pastagem extensiva por 20 anos.

O pastejo de animais, nas condições desse estudo, aumentou o diâmetro médio ponderado na camada de 0 a 5 cm após quatro anos de cultivo.

No período avaliado não houve alterações significativas para a resistência mecânica à penetração entre as épocas estudadas.

Independentemente da época não há efeito das intensidades de pastejo em qualquer época ou profundidade nos atributos físicos do solo que atinja os limites críticos ao desenvolvimento das plantas.

6. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOI, L. & ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 25:717-723, 2001.
- ARATANI, R. G.; FREDDI, O. da S.; CENTURION, J. F. & ANDRIOLI, I. Qualidade física de um Latossolo Vermelho acriférrico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, Viçosa, 33: 677- 687, 2009.
- ASAE. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Soil Cone Penetrometer** -ASAE S313.3. St Joseph, 2004. 2 p.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A. DE; VEIGA, M. DA; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, 6:1925-1933, 2009.
- BETTERIDGE, K.; MACKAY, A.D.; SHEPHERD, T.G.; BARKER, D.J.; BUDDING, P.J.; DEVANTIER, B.P. & COSTALL, D.A. Effect of cattle and sheep treading on surface configuration of a sedimentary hill soil. **Australian Journal of Soil Research**, Australian, 37:743-760, 1999.
- BIRCHAM, J.S. **Herbage growth and utilization under continuous stocking management**. Edinburgh, University of Edinburgh, 1981. 384p. (Thesis Ph.D).
- BLAINSKI, E.; TORMENA, C. A.; GUIMARÃES, R. M. L.; NANNI, M. F. Qualidade física de um Latossolo sob plantio direto influenciada pela cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 36:79-87, 2012.
- CARPENEDO, V. & MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 14:99- 105, 1990.

CONTE, O. **Atributos físicos de solo e demanda de tração em semeadura direta de soja, com diferentes pressões de pastejo em sistema de integração lavoura-pecuária.** Porto Alegre, RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2007, 68p. (Dissertação de Mestrado).

CONTE, O.; FLORES, J. P. C.; CASSOL, L. C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; LEVIEN, R.; WESP, C. L. Evolução de atributos físicos de solo em sistema de integração lavoura pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 46:1301-1309, 2011.

CONTE, O.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; CEPIK, C. T. C.; DEBIASI, H. Demanda de tração em haste sulcadora na integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo e sua relação com o estado de compactação do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, 27:220-228, 2007.

CONTE, O.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; MAZURANA, M.; DEBIASI, H. Resistência mecânica do solo e força de tração em hastes sulcadoras de semeadoras adubadoras em sistema de integração lavoura-pecuária. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, 28:730-739, 2008.

COSTA, M. A. T.; TORMENA, C. A.; LUGÃO, S. M. B.; FIDALSKI, J.; NASCIMENTO, W. G.; MEDEIROS, F. M. Resistência do Solo à Penetração e Produção de Raízes e de Forragem em Diferentes Níveis de Intensificação do Pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 36:993-1004, 2012.

DUFRANC, G.; DECHEN, S. C. F.; FREITAS, S. S. & CAMARGO, O. A. Atributos físicos, químicos e biológicos relacionados com a estabilidade de agregados de dois Latossolos em plantio direto no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 28:505-517, 2004.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, Documentos, 1, 1997. 212p.

FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L. C.; CARVALHO, P. C. de F.; J. LEITE, G. D. B.; & FRAGA, T. I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, 31:771-780, 2007.

GREENLAND, D.J. Soil management and soil degradation. **Journal of Soil Science**, London, 31:301-322, 1981.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em:

http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/gera_serie_txt_mensal.php?&mRelEstacao=83464&btnProcesso=serie&mRelDtInicio=01/01/2003&mRelDtFim=31/12/2012&mAtributos. Acessado em 28 de fevereiro de 2013.

JESUS, D. P. **Atributos físicos do solo e produtividade de soja após um ano de integração lavoura-pecuária em área sob plantio direto**. Lages, SC, Universidade do Estado de Santa Catarina, 59 f. 2006. (Dissertação Mestrado).

KEMPER, W.D. & CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregation. In.: BLACK, C.A., eds. **Methods of soil analysis**. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p. 499-510.

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, 31:1131-1140, 2007.

LUNARDI, R.; CARVALHO, P. C. F.; TREIN, C. R.; COSTA, J. A.; CAUDURO, G. F.; BARBOSA, C. M. P.; AGUINAGA, A. A. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, 38:795- 801, 2008.

MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H. **Sistema Pasto-Lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária.** In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGEM, 2., Anais... Jaboticabal-SP. UNESP. p. 216-245, 1993.

MACHADO, A.L.T., TREIN, C.R., BICA, A.V.D. **Desenvolvimento de um penetrógrafo digital.** In: Congresso Latino Americano de Engenharia Rural, 2., La Plata. CD-ROM. La Plata: ALIA, 1998.

MACIEL, G. A. **Integração lavoura-pecuária e a qualidade física do solo na região do cerrado.** Lavras, SC, Universidade Federal de Lavras, 2008, 83p. (Tese de Doutorado).

MAGALHÃES, R.T. de; KLIEMANN, H.J.; OLIVEIRA, I.P. de. Evolução das propriedades físicas de solos submetidos ao manejo do sistema barreirão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, 31:7-13, 2001.

MANOR, G., H. WENG, S. DENG, C. CUSLEY, V. CHEN, K. BALAH-NAIR, F. DELARIA, T. JUMAK, and R. CALLENDER. **Biochemistry**, Woodbury, 30:10914-10920, 1991.

MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; SANTOS JUNIOR, J. D.G.; SÁ, M. A. C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 42:873-882, 2007.

MARCOLAN, A.L.; ANGHINONI, I. Atributos físicos de um Argissolo e rendimento de culturas de acordo com o revolvimento do solo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 30:163-170, 2006.

MOREIRA, W. H.; JUNIOR, E. B.; 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, 36:389-400, 2012.

NICOLOSO, R.S.; LANZANOVA, M. E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, 36:1799-1805, 2006.

NUNES, U, R. ANDRADE JUNIOR, V. C.; SILVA, E. B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento de feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 41:943-948, 2006.

PROFFITT, A.P.B.; BENDOTTI, S.; HOWELL, M.R. & EASTHAM, J. The effect of sheep trampling and grazing on soil physical properties and pasture growth for a Red – Brown earth. **Australian Journal of Soil Research**, 44:317-331, 1993.

ROZANE, D. E.; CENTURION, J. F.; ROMUALDO, L. M.; TANIGUCHI, C. A. K.; TRABUCO, M.; ALVES, A. U. Estoque de carbono e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho distroférico, sob diferentes manejos. *Bioscience Journal*, Uberlândia, 26:24-32, 2010

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M., CONCEIÇÃO, C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em mato grosso do sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 32: 11-21, 2008.

SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; MEDRADO, E.; SILVEIRA, P. M; BECQUER, T. Qualidade física do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 46: 1339-1348, 2011.

SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; DIAS JUNIOR, M.; IMHOFF, S.; KLEIN, V. A. Indicadores da qualidade física do solo. In: LIER, Q. J. **Física do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 241-281, 2010.

SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; MAZZA, J. A. Manejo físico de solos sob pastagens. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 25-37, 1997.

SILVA, G. J.; JUNIOR, D. D. V.; BIANCHINI, A.; AZEVEDO, E. C. MAIA, J. C. D. S. Variação de atributos físico-hídrico em Latossolo vermelho-amarelo do cerrado mato-grossense sob diferentes forma de uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 32:2135-2143, 2008.

SILVA, I.F. & MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 21:313-319, 1997.

SOUZA, E. D. de; COSTA, S. E. V. G. de A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. de F.; ANDRIGUETI, M.; CAO, E. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 33:1829-1836, 2009.

SOUZA, E. D. de; COSTA, S. E.V. G. de A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. de F.; OLIVEIRA, E. V. F. de; MARTINS, A. P.; CAO, E.; & ANDRIGHETTI, M. Soil aggregation in a crop-livestock integration system under no-tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 34:1365-1374, 2010.

SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C. & PAULINO, H. B. Atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico e um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 40:1135-1139, 2005.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; LIMA, C. V. S.; ANGHINONI, I.; MEURER, E. J.; CARVALHO, P. C. F. Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistema de integração agricultura-pecuária submetido a diferentes intensidades de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 32:1273-1282, 2008.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. & TOMM, G. O. Efeito de integração entre lavoura e pecuária, sob plantio direto, em alguns atributos físicos do solo após dez anos. **Bragantia**, Campinas, 69:695-704, 2010.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. & TOMM, G. O. Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, 33:129-136, 2009.

TAYLOR, H.M.; ROBERTSON, G.M. & PARKER, J.J. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. **Soil Science**, Baltimore, 102:18-22, 1966.

TIRLONI, C.; VITORINO, A. C. T.; BERGAMIN, A. C.; SOUZA, C. F. Physical properties and particle-size fractions of soil organic matter in crop-livestock integration. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 36:1299-1309, 2012.

VEZZANI, F. M. & MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 35:213-223, 2011.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração lavoura-pecuária mostrou ser uma alternativa viável para a região estudada. Isso se deve ao caráter conservacionista do sistema, onde ocorre a manutenção da produtividade nas áreas pastejadas comparado com as não pastejadas com ganho extra de produção de carne, além da melhoria da fertilidade e da estrutura física do solo ao longo dos anos.

A eficiência do sistema se deve também em função da grande produção de biomassa das braquiárias, onde mesmo nas áreas com maior intensidade de pastejo, a adição de palhada para o plantio direto não foi prejudicada nesse estudo.

No entanto, o papel da pesquisa é importante para que possíveis problemas sejam identificados e posteriormente ajustados. Na linha, alguns pontos ainda são deficientes e podem tornar o sistema de difícil manejo, podendo ser destacado a ineficiências das cercas elétricas em regiões com longo período de seca, falta de mão de obra adequada para atender tanto a pecuária como a lavoura e dificuldade de manejar os animais visando atingir a altura de pastejo adequada.

9 ANEXOS



