

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO EM
SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**

EVERTON CAIRES DA SILVA

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
07/2016**

ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

EVERTON CAIRES DA SILVA
Tecnólogo em Agronegócios

Orientador: Prof.^a Dr.^a ELAINE REIS PINHEIRO LOURENTE
Co-orientador: Prof. Dr. JÚLIO CÉSAR SALTON

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Mestre.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
07/2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S586a	Silva, Everton Caires da. Atributos físicos de um latossolo em sistemas de produção agropecuária. / Everton Caires da Silva. – Dourados, MS : UFGD, 2016. 42f. Orientadora: Prof. Dra. Elaine Reis Pinheiro Lourente. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados. 1. Agregação. 2. Água disponível. 3. Infiltração de água. I. Título.
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

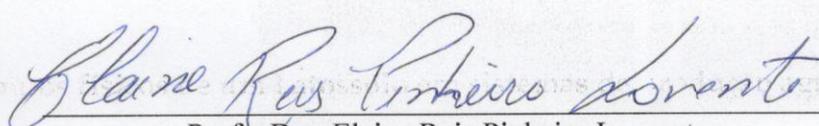
Atributos físicos de um Latossolo em sistemas de produção agropecuária

por

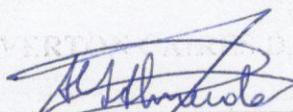
EVERTON CAIRES DA SILVA

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

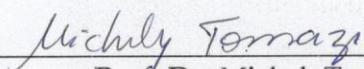
Aprovada em: 06/07/2016



Prof.ª Dra. Elaine Reis Pinheiro Lourente
Orientadora – UFGD/FCA



Prof. Dr. Alexandro Cláudio dos Santos Almeida
UFGD/FCA



Prof. Dr. Michely Tomazi
EMBRAPA

Dedicado à Deus e a minha Família.

AGRADECIMENTOS

À UFGD pela oportunidade de aprendizado.

À EMBRAPA por viabilizar a realização deste trabalho.

Aos professores Elaine Reis Pinheiro Lourente, Júlio Cesar Salton e Danilton Luiz Flumignan pelas orientações, ensinamentos, paciência e sugestões apresentadas.

Aos Funcionários da fazenda experimental da EMBRAPA em Ponta Porã, senhor "Dozinho" e Laércio Shimura Costa pela ajuda e paciência.

Ao colega de estudo Robson B. Soares pelo imenso auxílio na coleta das amostras.

Aos funcionários do Laboratório de Solos da EMBRAPA Dourados, Ilson França Soares, Luís Moreira de Moraes e Willian Marra Silva pelo auxílio nas análises.

Ao professor Rosinaldo Soncela (IFMS) pelo incentivo de ingresso na Pós-Graduação.

À minha esposa Roberta e ao meu filho Davi Lourenço pela compreensão nos momentos de ausência.

À Deus por me dar força de superar os desafios.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. Geologia e Clima	12
2.2. Solos Predominantes	12
2.3. Atributos Físicos dos Solos	12
2.3.1. Densidade do solo	13
2.3.2. Porosidade do solo	13
2.3.3. Agregação do solo	14
2.3.4. Infiltração de Água no Solo	15
2.4. Matéria orgânica	16
2.5. Manejo do Solo	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.1. Descrição do experimento	20
3.2. Coleta e análise do solo	21
3.3. Densidade e porosidade do solo	22
3.4. Índice de estabilidade de agregados do solo	22
3.5. Taxa de infiltração de água no solo	23
3.6. Granulometria	24
3.7. Matéria orgânica do solo	25
3.8. Análise estatística	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
5. CONCLUSÕES	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
7. ANEXOS	42

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Sequência de implantação das culturas nos sistemas de manejo do solo ao longo dos anos na fazenda experimental da Embrapa Agropecuária do Oeste no município de Ponta Porã – MS.....	22
Tabela 2. Valores médios de Densidade(Ds), Macroporosidade (MA), Microporosidade (MI), Porosidade Total (PT) e Matéria Orgânica (MO) nas profundidades 0 a 5, 5 a 15 e 15 a 30 cm apresentados nos sistemas de manejo em Ponta Porã – MS.....	27
Tabela 3. Valores Médios de textura do solo nas profundidades 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm apresentados nos sistemas de manejo em Ponta Porã – MS.....	28
Tabela 4. Distribuição do diâmetro médio ponderado de agregados (mm) para os tratamentos e profundidades estudadas, obtida por via seca (DMPs) e via úmida (DMPu) e índice de estabilidade de agregados (IEA).....	29
Tabela 5. Valores médios da umidade inicial do solo e valores médios de taxa de infiltração nos sistemas de manejo estudados em Ponta Porã - MS.....	32
Tabela 6. Correlação simples entre variáveis encontradas na profundidade 0 a 5 cm e infiltração de água no solo, sendo: Índice de estabilidade de agregados (IEA); Densidade do solo (Ds); Macroporosidade (MA); Microporosidade (MI); Porosidade total (PT); Infiltração de água no solo (INF); Matéria orgânica (MO) e Quantidade de areia (QA).....	34

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Disposição dos sistemas de manejo do solo na fazenda experimental da Embrapa Agropecuária do Oeste no município de Ponta Porã - MS.....	21
Figura 2. Sistema utilizado para aferir a taxa de infiltração de água no solo em Ponta Porã - MS.....	24
Figura 3. Taxa de infiltração de água no solo observada nos diferentes sistemas de manejo estudados.....	31

RELAÇÃO DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Distribuição relativa da massa de um Latossolo Vermelho textura argilosa em Ponta Porã, MS, quanto ao tamanho dos agregados estáveis em água, nas camadas de 0 a 5, 5 a 15 e 15 a 30 cm, submetido a diferentes sistemas de manejo.....	42

CAIRES-SILVA, E. **Atributos físicos de um latossolo em sistemas de produção agropecuária**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, 2016, 44f.

RESUMO

O estudo foi realizado na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, no município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brasil (22°32'56"S e 55°38'56"O), e teve como objetivo avaliar o efeito de sistemas de produção sobre a qualidade física de um Latossolo Vermelho Distroférrico típico, textura argilosa. Foi avaliado quanto a sua densidade, porosidade, tamanho e estabilidade dos agregados, teor de matéria orgânica e taxa de infiltração da água no solo. Os sistemas de manejo do solo avaliados foram: Plantio Direto (PD); Plantio Convencional (PC); Floresta formada por cultivo de eucalipto (F); Sistema de Integração Lavoura Pecuária com alternância entre lavoura e pastagem, em ciclos de dois anos e com pastagem no momento da avaliação (ILPp); e Sistema de Integração Lavoura Pecuária com alternância entre lavoura e pastagem, em ciclos de dois anos e com lavoura no momento da avaliação (ILPI). Os resultados obtidos demonstram influência dos sistemas de manejo sobre os atributos físicos, sendo que, os sistemas ILP e F obtiveram maiores valores de densidade do solo e menores para porosidade em comparação aos demais sistemas, além disso, favoreceram a formação e a estabilidade dos agregados, ao contrário do sistema de PC que obteve redução no índice de estabilidade. O sistema ILPp obteve uma das menores taxas de infiltração de água no solo entre os sistemas, contudo, esta redução foi revertida durante o ciclo agrícola. Os sistemas ILP obtiveram ainda os maiores teores de matéria orgânica. Observou-se que a taxa de infiltração de água no solo apresentou correlação positiva com as variáveis macroporosidade e porosidade total e negativa com a densidade do solo, também foi possível notar a correlação positiva apresentada entre a quantidade de areia e a densidade do solo.

Palavras chave: agregação; água disponível, infiltração de água.

CAIRES-SILVA, E. **Atributos físicos de um latossolo em sistemas de produção agropecuária**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, 2016, 44f.

ABSTRACT

The study was carried out at the experimental area of Embrapa Agropecuaria Oeste, in Ponta Porã city, Mato Grosso do Sul, Brazil (22°32'56"S 55°38'56"W), and aimed to evaluate the effect of production systems on soil physical quality of a Latosol Distroferric typical, clay texture. Was evaluated for its density, porosity, size and aggregate stability, organic matter content and water infiltration rate into the soil. Soil management systems evaluations were: No-tillage (PD); Conventional planting (PC); Forest formed by Eucalyptus cultivation (F); Integration Crop-livestock system with alternating crops and pasture in two-year cycles and pasture at the time of evaluation (ILPp); and Integration Crop-livestock system with alternating crops and pasture in two-year cycles and farming at the time of evaluation (ILPI). The results showed the influence of tillage systems on the physical attributes, in which the systems ILP and F had higher bulk density values and lower for the porosity, compared to other systems, moreover, they promoted the formation and stability of aggregates, unlike the PC system which has reduced the stability index. The ILPp system got one of the lowest water infiltration rates in soil between systems, however, this reduction was reversed during the agricultural cycle. The ILP systems still had the highest content of organic matter. Observed that water infiltration rate in soil showed a positive correlation with the macroporosity and total porosity variables and negative with soil density, it was also possible to observe a positive correlation shown between the amount of sand and soil density.

Keywords: aggregation; water available; water infiltration.

1. INTRODUÇÃO

De maneira geral, os solos desempenham um papel vital no funcionamento dos ecossistemas. No entanto, a degradação do solo é um grande problema ambiental (TAVARES FILHO et al., 2014). O desrespeito às condições mais favoráveis para o preparo do solo, como a consistência friável e o uso de máquinas cada vez maiores e pesadas para essas operações podem levar a degradação da sua estrutura, o que poderá reduzir sua produtividade (DE MARIA et al., 1999).

Tais modificações podem ainda causar prejuízos, como a redução da porosidade do solo, redução da capacidade de infiltração, da disponibilidade de água e aeração e aumento da resistência à penetração, fatores estes que podem afetar a produtividade das culturas e intensificar os processos de erosão do solo (TAVARES FILHO et al., 2012), ressalta-se que este último é a principal causa da degradação das áreas agrícolas em todo o mundo.

Desta forma, foram concebidos ao longo do tempo diversos sistemas de manejo do solo a fim de manter ou criar características físicas favoráveis ao cultivo sustentável (CARPENEDO e MIELNICZUK, 1990; TAVARES FILHO et al., 1999, 2001, 2012).

É importante sempre utilizar práticas de conservação que minimizem os efeitos dos dois principais processos erosivos, a desagregação e o transporte das partículas por meio do escoamento superficial, bem como conciliar a exploração econômica com a preservação dos recursos naturais do solo e da água (PRADO, 2014). De acordo com estes autores, o emprego de atividades voltadas para a conservação do solo visa diminuir o impacto ambiental gerado, e também as perdas de solo por erosão e sedimentação, garantindo assim a qualidade e quantidade do recurso hídrico na bacia hidrográfica e a manutenção das atividades nas propriedades rurais, maximizando o lucro sem diminuir a capacidade produtiva do solo.

Neste cenário, recentemente houve um acréscimo na adoção de sistemas integrados de produção agropecuária como sistema Integração Lavoura Pecuária (ILP) e sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF). Sistemas como de Plantio Direto são conhecidos pelo seu potencial preservativo, contudo, os sistemas de Integração Lavoura Pecuária ainda apresentam algumas dúvidas, principalmente quanto a influência do efeito do pastejo animal.

Mediante o fato de que os atributos dos solos estudados foram alterados ao longo dos anos, expõe-se a importância de se conhecer a contribuição de cada sistema de manejo do solo para com essas alterações, principalmente para que possamos preservar as características dos nossos solos. Deste modo, realizou-se o presente trabalho cujo objetivo foi avaliar o efeito dos sistemas de produção sobre a qualidade física do solo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Geologia e Clima

O substrato rochoso é constituído por rochas eruptivas básicas integrantes do derrame basáltico da Bacia Sedimentar do Paraná, conhecido como Formação Serra Geral, e por arenitos do Grupo Bauru (BRASIL, 1982). Dominante na porção centro-meridional do Estado de Mato Grosso do Sul, a Formação Serra Geral é constituída predominantemente por basaltos, rochas que se caracterizam por apresentar baixo teor de sílica e elevados teores de ferro e magnésio. Sobre elas, em ambiente fluvial e lacustre, depositaram-se os arenitos que constituem o Grupo Bauru. A distinta influência desses materiais reflete-se principalmente na granulometria e no teor de ferro total dos solos da área (AMARAL et al., 2000).

De acordo com a classificação de Koppen, as condições atmosféricas da região enquadram-se no tipo climático Cwa, definido como clima temperado com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média anual varia de 20 a 22°C, com as médias dos meses mais frio e mais quente, respectivamente, de 17°C e de 24,5°C. A precipitação média anual varia de 1.400 a 1.700mm, sendo novembro, dezembro e janeiro o trimestre mais chuvoso (AMARAL et al., 2000).

2.2. Solos Predominantes

O campo experimental de Ponta Porã situa-se em área de formas topográficas amplas, com encostas suavemente onduladas e topos aplainados, típicas do sudoeste de Mato Grosso do Sul. Predominam solos profundos, acentuadamente drenados e de alta permeabilidade, caracterizados pela baixa fertilidade natural. Na posição de topo, predominam solos de textura argilosa ou mesmo muito argilosa (AMARAL et al., 2000).

2.3. Atributos Físicos dos Solos

Tendo em vista que a qualidade física do solo envolve uma combinação de propriedades físicas, químicas e biológicas que fornecem meios para o

funcionamento do solo, o monitoramento adequado da qualidade do solo só poderá ser feito utilizando-se propriedades ou atributos que reflitam a capacidade de produção do solo e sua sustentabilidade. Para isso é necessário definir as funções do solo e identificar as propriedades e/ou atributos associados a estas (DORAN e PARKIN, 1994).

Para a avaliação da qualidade física do solo, também é adequado estudar a distribuição de tamanhos de partículas, resistência mecânica do solo a penetração, profundidade em que as raízes crescem, taxa de infiltração de água no solo, retenção e disponibilização de água às plantas (REICHERT et al., 2003; INGARAMO, 2003; DORAN e PARKIN, 1994).

2.3.1. Densidade do solo

De acordo com Reichert et al. (2007), a densidade e a porosidade do solo são propriedades relacionadas com alterações no volume de solo, portanto, altamente relacionadas com a compactação do solo que é responsável pela redução dos macroporos e, conseqüentemente, pela infiltração de água e aeração do solo.

Segundo Secco et al. (2005) alguns atributos físicos do solo como densidade e espaço poroso, podem ser utilizados como indicadores da qualidade física do solo, de acordo com o manejo a que o solo está sendo submetido. Uma contínua avaliação, no tempo, destes atributos físicos do solo permite monitorar a eficiência ou não destes sistemas de manejo do solo quando se objetiva estabilidade estrutural.

2.3.2. Porosidade do solo

Segundo Lanzasova et al. (2007), a porosidade do solo é um dos atributos mais frequentemente utilizados para avaliação da qualidade física do solo. Observando o manejo utilizado é possível verificar diferentes modificações na estrutura do solo, sendo principalmente decorrentes de compactação, alterando várias características do sistema poroso, afetando o tamanho, a distribuição, a continuidade, o volume e a geometria dos poros (LIMA et al., 2005).

Em sistemas de Integração Lavoura Pecuária, Lanzasova et al. (2007) constataram que após o pastejo ocorreu aumento de densidade e diminuição da macroporosidade, da porosidade total e da taxa de infiltração de água no solo. Albuquerque et al. (2001) também mostraram aumento da densidade do solo em Integração Lavoura Pecuária. Por outro lado, Flores et al. (2007) e Clark et al. (2004) não verificaram alterações na densidade e porosidade do solo em função do pisoteio causado pelos animais.

2.3.3. Agregação do solo

Campos et al. (1995) expõem que, entre os atributos físicos do solo já mencionados, a estrutura pode ser avaliada através da estabilidade de agregados, a qual indica o efeito do manejo sobre a qualidade do solo, e são de fácil mensuração e precisão.

A estrutura do solo é um dos indicadores mais importantes para o crescimento das plantas, uma vez que influi diretamente nas condições de adensamento, compactação, encrostamento, infiltração de água no solo e suscetibilidade do solo à erosão (CAMPOS et al.,1995). Solos considerados com boa estrutura devem apresentar adequados valores de porosidade, aeração, armazenamento e dinâmica da água e crescimento das raízes das plantas, entre outros aspectos (FERREIRA, 2010).

De acordo com Wohlenberg et al. (2004), observa-se a ação direta das culturas sobre o processo de formação e estabilização de agregados, ocorrendo maior estabilidade em sistemas que preservaram a cobertura vegetal durante o ano todo, principalmente os que apresentam culturas com sucessão de gramíneas com leguminosas. As gramíneas perenes através do seu sistema radicular, favorecem a agregação e também a estabilidade destes (SILVA e MIELNICZUK, 1998).

Da mesma forma, Salton et al. (2014) cita que em sistemas plantados com *B. decumbens* os agregados são maiores e mais estáveis, sendo resultado de um aumento da atividade biológica, incluindo o crescimento de raízes e hifas de fungos, presença de resíduos de plantas, insetos e outros organismos.

2.3.4. Infiltração de Água no Solo

A infiltração de água no solo é o processo superficial pelo qual a água penetra em seu perfil. É um processo de grande importância prática, pois sua taxa de infiltração determina o deflúvio superficial. A infiltração determina ainda, o balanço de água na zona das raízes, e por isso, o conhecimento do processo e suas relações com as propriedades do solo são de fundamental importância para o eficiente manejo do solo e da água (REICHARDT e TIMM, 2004).

Segundo Vieira e Klein (2007) dentre todos os componentes do manejo do solo, o preparo do solo é a atividade que mais influi no seu comportamento físico, atuando diretamente na sua estrutura. Além das modificações na porosidade e densidade, o manejo provoca alterações na estrutura do solo, que afetam a retenção de água e a resistência mecânica, entre outros efeitos.

Do ponto de vista do aumento da infiltração de água no solo é importante considerar o preparo do solo e sua influência sobre as propriedades físicas, já que há uma relação direta entre o teor de água e densidade do solo, de forma que à medida que aumenta a densidade do solo há um incremento no teor de água no solo (LOPES et al., 2007).

Uma qualidade estrutural adequada do solo determina, além de maior infiltração, uma redução do escoamento superficial e, em consequência, um melhor controle da erosão. Este aspecto é importante em função de que o aumento da reserva de água e da proteção ao solo por sistemas que mantenham uma cobertura sobre o solo também contribui para a redução da temperatura e aumento dos teores de matéria orgânica do solo, favorecendo conseqüentemente, a disponibilidade de nutrientes (SILVA et al., 2006).

Neste contexto, o conhecimento da taxa de infiltração da água no solo é fundamental para o planejamento e resolução de problemas relativos a irrigação, drenagem e conservação do solo e da água, e também o controle do escoamento superficial (SOUZA e ALVES, 2003).

Em florestas preservadas, a serapilheira produzida protege o solo dos impactos das gotas de chuva e ajudam a manter uma elevada capacidade de infiltração, dificultando a ocorrência de erosão em áreas não alteradas. Além do mais, as raízes das árvores ajudam a manter o solo coeso, reduzindo o perigo do transporte de sedimentos por enxurradas, mesmo em áreas de grande declividade

(MENDONÇA et al., 2009). O processo de infiltração é de alta relevância pois interfere principalmente no processo de escoamento superficial, grande responsável por erosões.

Para avaliação dos sistemas de manejo considera-se ainda como parâmetros importantes o escoamento superficial, sendo que a infiltração possui relação inversa ao escoamento superficial, o qual pode aumentar os riscos de perda de solo (ALVES e CABEDA, 1999).

A taxa de infiltração de água no solo reflete de forma eficaz as suas condições físicas internas, principalmente pelo fato de que a melhora da qualidade estrutural do solo favorece a distribuição de tamanho de poros, propiciando também o melhor crescimento das raízes e a capacidade de infiltração de água (ALVES e CABEDA, 1999).

2.4. Matéria orgânica

Como relatado por Machado et al. (2008), as modificações nos teores de C orgânico do solo e da densidade do solo podem explicar mudanças negativas na curva de retenção de água dos solos sob cultivo, fato que pode caracterizar o comprometimento da qualidade física e hídrica do solo.

A manutenção de cobertura e seus efeitos no teor de matéria orgânica do solo tem relação direta com a formação e estabilização de agregados. Como consequência a estruturação possibilita espaços porosos para desenvolvimento das raízes, fauna do solo e circulação de ar e água (SALTON et al., 2008). Em estudo realizado em área de plantio convencional e com sistema agroflorestal, Carvalho et al. (2004) constataram que, devido a presença de grande quantidade de restos vegetais em diferentes estágios de decomposição, houve maior estímulo à atividade biológica no sistema agroflorestal do que no plantio convencional, contribuindo para a formação de agregados mais estáveis.

Segundo Krzic et al. (2004), o aumento de 1% no teor de carbono orgânico no solo, independentemente de sua textura, poderá conferir uma redução de até 11% em sua densidade relativa máxima e ainda favorecer sua estruturação. Tais resultados ressaltam a importância de adoção de sistemas de cultivo que favorecem a manutenção ou incremento de matéria orgânica no solo.

2.5. Manejo do Solo

Especificidades existentes entre os sistemas de manejo podem produzir efeitos distintos nas propriedades físicas do solo. Efeitos como a compactação do solo podem surgir em consequência do uso de máquinas cada vez maiores e mais pesadas e do pisoteio animal, podendo reduzir a aeração, a taxa de infiltração de água e a condutividade hidráulica do solo, contribuindo para um incremento no escoamento superficial de água e redução no crescimento das plantas em virtude da diminuição da disponibilidade de água, restrição ao crescimento das raízes e aeração deficiente (REICHERT et al., 2007).

As operações de preparo do solo são realizadas a fim de criar condições favoráveis à germinação e ao crescimento radicular das culturas. Entretanto, as condições de umidade durante o preparo, o teor de argila e de matéria orgânica do solo, a profundidade de mobilização e o tipo de implemento utilizado podem levar a modificações da estrutura do solo, acarretando restrições ao crescimento das raízes (DE MARIA et al, 1999). O manejo do solo é responsável pela adequação ou manutenção do solo com suas características físicas, químicas e biológicas favoráveis ao desenvolvimento da cultura de interesse.

O uso intensivo de implementos agrícolas e o tráfego excessivo de máquinas pesadas, por exemplo, em condições inadequadas de umidade, provocam a degradação da estrutura do solo, levando à compactação sub superficial, fato que explica o aumento da densidade com a profundidade na área de cultura anual (CAVENAGE et al, 1999).

Além de tudo, Panachuki et al. (2011) cita que, a manutenção da cobertura vegetal sobre o solo exerce um papel muito importante, além de diminuir a energia cinética imposta pelas gotas da chuva, favorecer a infiltração da água, ainda diminui processos erosivos e a perda de nutrientes.

Em sistemas como Plantio Direto, mesmo na ausência de revolvimento do solo, mas devido a exposição do solo ao tráfego excessivo de máquinas pesadas, o solo acaba exposto a alterações de sua estrutura. O tráfego excessivo pode resultar em aumento da compactação, principalmente quando feito em condições inadequadas de umidade (COLLARES et al., 2006; TAVARES FILHO et al., 2012), levando à compactação sub superficial, fato que explica o aumento da densidade

(CAVENAGE et al., 1999) reduzindo a produtividade das culturas, a porosidade total, e a infiltração de água no solo (LOURENTE et al., 2011).

Em sistemas de integração Lavoura Pecuária, Lanzasova et al. (2007) demonstrou que a intensidade de pastejo influencia negativamente a taxa de infiltração de água, densidade e porosidade do solo.

Os sistemas Integração Lavoura Pecuária em Plantio Direto, foram eficientes para manutenção e até melhoria da fertilidade e dos estoques de carbono do solo. Os resíduos vegetais presentes na superfície do solo beneficiam as culturas semeadas em sucessão, proporcionando melhorias nas propriedades físicas (agregação das partículas e diminuição da compactação do solo), químicas (aumento nos teores de matéria orgânica na decomposição e mineralização dos resíduos vegetais) e biológicas (aumento da atividade de microrganismos) do solo (COSTA et al., 2015).

Apesar da presença de animais nas áreas sob pastejo provocarem o aumento da resistência mecânica do solo à penetração, na camada de 0–10 cm, imediatamente após o ciclo de pastejo (CONTE et al., 2012), essas alterações em poucos casos, refletiram-se negativamente no desempenho produtivo das culturas (FLORES et al., 2007; LOPES et al., 2009).

Outro aspecto favorável é a aparente melhoria na estrutura do solo, evidenciado no Sistema Integração Lavoura Pecuária. Segundo Conte et al. (2012), o diâmetro médio ponderado dos agregados estáveis em água é maior nas áreas sob pastejo, e a agregação do solo aumenta nas áreas pastejadas, independentemente da intensidade de pastejo.

Por outro lado, em sistemas com preparo de solo, em função do revolvimento (aração e gradagem) e incorporação dos resíduos de cultura, este fica exposto ao impacto direto das chuvas, o que favorece o rompimento dos agregados (WOHLENBERG et al., 2004), principalmente por contribuir para a redução do teor de matéria orgânica, devido a frequente movimentação do solo (ROTH et al., 1991; GRIEVE et al., 2005). A utilização do preparo convencional promove efeitos nas propriedades físicas do solo, aumentando sua densidade e diminuindo a sua porosidade, infiltração e condutividade hidráulica, quando comparados com o solo sob mata nativa (VASCONCELOS et al., 2014).

Segundo Panachuki et al. (2006) em preparos convencionais por exemplo, onde as condições físicas do solo são mais acentuadamente alteradas pela desagregação superficial, fica favorecido o aparecimento de crosta superficial

quando há incidência de chuvas, também pelo adensamento sub superficial, além de diminuir a infiltração de água e facilitar o processo erosivo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Descrição do experimento

A pesquisa foi realizada entre os anos de 2014 e 2015 em um experimento implantado em 2009, ocupando área de 16 ha de um Latossolo Vermelho Distroférico típico, textura argilosa (AMARAL, 2000), na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste (22°32'56"S 55°38'56"W) com altitude de 680 metros, no município de Ponta Porã - MS. Antes da implantação, a área vinha sendo cultivada com culturas anuais nos últimos 30 anos. Encontra-se no Bioma de transição entre Cerrado e Mata Atlântica, com clima classificado como Cwa (Köppen), mesotérmico úmido, com os verões quentes e invernos secos. Neste trabalho foram utilizados cinco sistemas de manejo do solo, dispostos em faixas (Figura 1), sendo: **Plantio Convencional – PC** (Lavoura de soja no verão com sucessão de milho no outono/inverno e preparo do solo utilizando grades de discos pesada + niveladora); **Plantio Direto - PD** (Lavoura em plantio direto, tendo no verão a soja e milho consorciado com forrageira *Brachiaria ruziziensis* no outono/inverno); **Floresta de Eucaliptos - F** (Floresta formada por cultivo de eucalipto de espécies variadas em espaçamento de 3 x 2, totalizando 1666 plantas/ha); **Integração Lavoura Pecuária ciclo pastagem - ILPp** (Integração Lavoura Pecuária com alternância entre lavoura soja/milho + *Brachiaria brizantha* em ciclos de dois anos, conduzida em plantio direto e que possuía pastagem no momento dos testes); e **Integração Lavoura Pecuária ciclo lavoura – ILPl** (Integração Lavoura Pecuária com alternância entre lavoura soja/milho + *Brachiaria brizantha* em ciclos de dois anos, conduzida em plantio direto e que possuía lavoura no momento dos testes).



Figura 1. Disposição dos sistemas de manejo do solo na fazenda experimental da Embrapa Agropecuária do Oeste no município de Ponta Porã – MS, sendo: Plantio Direto (PD), Plantio Convencional (PC), Floresta de Eucalipto (F), Integração Lavoura Pecuária ciclo pastagem (ILPp) e Integração Lavoura Pecuária ciclo lavoura (ILPI).

3.2. Coleta e análise do solo

Em cada sistema foram realizadas coletas de solo em seis pontos ao acaso, onde cada ponto constituiu uma repetição. Foram estudados atributos em três profundidades 0 a 5, 5 a 15 e 15 a 30 cm, sendo eles: granulometria, densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade, estabilidade de agregados do solo, matéria orgânica e taxa de infiltração de água no solo.

As amostras foram coletadas no período entre os meses de setembro e outubro de 2014, com exceção dos testes de infiltração, que ocorreram entre os meses de fevereiro e maio de 2015, considerando a sequência de cultivo nos sistemas (Tabela 1).

Tabela 1. Sequência de implantação das culturas nos sistemas de manejo do solo, ao longo dos anos na fazenda experimental da Embrapa Agropecuária do Oeste no município de Ponta Porã – MS.

Sistemas	Safras											
	2009/ 2010	2010	2010/ 2011	2011	2011/ 2012	2012	2012/ 2013	2013	2013/ 2014	2014	2014/ 2015	2015
PD	S	T	S	M+Br								
PC	S	A	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M
F	-	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
ILPp	S	X	X	X	S	M+Br	S	M+X	X	X	X	X
ILPI	S	T	S	M+X	X	X	X	X	S	M+Br	S	M+X

Sistemas: Plantio Direto (PD), Plantio Convencional (PC), Floresta de Eucalipto (F), Integração Lavoura Pecuária ciclo pastagem (ILPp) e Integração Lavoura Pecuária ciclo lavoura (ILPI). Culturas: Soja (S), Eucalipto (E), *B. brizantha* cv. Xaraés (X), Milho (M), *B. ruziziensis* (Br), Aveia(A) e Trigo (T).

3.3. Densidade e porosidade do solo

Para determinação da densidade do solo (Ds), porosidade total (PT), macroporosidade (MA) e microporosidade (MI), foi utilizado o método do anel volumétrico com dimensões de $\varnothing 50 \times 51$ mm de altura com volume de 100 cm³. A porosidade foi determinada a partir da quantidade de água retida nas amostras indeformadas de solo submetidas à tensão de 6 kPa, ao ponto de saturação e após a secagem do solo por 24 horas a 104°C, de acordo com Claessen (1997).

3.4. Índice de estabilidade de agregados do solo

Procedeu-se a coleta de monólitos com dimensões de 10x10x10 cm, para a realização de testes em laboratório de estabilidade de agregados. Com o auxílio de um equipamento quarteador, o volume total da amostra foi subdividido em operações repetidas, até que se atingiu um peso de aproximadamente 50 g, desta forma obteve-se uma sub amostra contendo agregados e terra solta, sendo esta, o mais representativo possível da amostra integral. Após obtenção da amostra (50 g), foi colocada em um conjunto de peneiras com aberturas de 4,76 mm, 2 mm, 1 mm; 0,5 mm, 0,25 mm, 0,105 mm e 0,053 mm e agitada em agitador mecânico vibratório, durante 1 minuto, com potência de 30%. A energia do equipamento foi necessária

apenas para separar os agregados e não para fragmentá-los. Em seguida, determinou-se a massa dos agregados retidos em cada peneira e posteriormente utilizou-se a mesma amostra reconstituída na etapa do peneiramento em água.

Para o peneiramento via úmida, foi utilizado o método descrito por Salton et al. (2013), que consiste em separar em classes de tamanho pela dispersão e peneiramento via úmido, o tempo de peneiramento das amostras foi de 15 minutos, em conjunto de peneiras com malhas de 4,76, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,105 e 0,053 mm, acopladas a um agitador com oscilações verticais. Após peneiramento, as amostras foram separadas em recipientes devidamente etiquetados e levadas ao forno para serem secas a 105°C por 24 h, posteriormente foram pesadas e organizadas em planilha para análise dos dados.

Para cálculo do diâmetro médio ponderado (DMP) seco e úmido foram utilizados os valores obtidos nos dois peneiramentos, de acordo com a equação:

$$DMP = \sum_{i=1}^n (X_i \times W_i)$$

W_i = proporção de cada classe em relação ao total;

X_i = diâmetro médio das classes de agregados (mm);

n = número total de classes de agregados;

i = número de classes.

A partir da relação entre o DMP obtido no peneiramento em água e o DMP obtido no peneiramento seco foi calculado o índice de estabilidade dos agregados (IEA), que indica a capacidade dos agregados resistirem à energia de desagregação. O IEA equivale à relação DMP_{Au}/DMP_A apresentada por Silva e Mielniczuk (1997b).

3.5. Taxa de infiltração de água no solo

A determinação da taxa de infiltração se deu pelo método do infiltrômetro de anéis concêntricos (Figura 2). Visando obter maior precisão nas leituras e maior praticidade na condução desses ensaios de campo utilizou-se um sistema automático

de recarga de água (válvula-haste-boia) no interior dos anéis, de modo a evitar indesejáveis variações do nível de água e facilitar a leitura da lâmina infiltrada.

O anel interno é conectado a um recipiente volumétrico de forma cilíndrica, cujo nível se visualizava externamente, sobre uma escala milimétrica. O anel externo (bordadura) foi abastecido por um sistema similar.

No início de cada teste de infiltração foram coletadas amostras de solo próximo ao anel externo, utilizando trado de rosca, e com a finalidade de quantificar a umidade gravimétrica do solo, nas profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 cm.

A taxa de infiltração é obtida através da relação entre a lâmina d'água infiltrada (mm) e o tempo (horas).



Figura 2. Sistema utilizado para aferir a taxa de infiltração de água no solo em Ponta Porã - MS.

3.6. Granulometria

As amostras foram caracterizadas quanto a granulometria utilizando o método da pipeta segundo Embrapa (1997).

3.7. Matéria orgânica do solo

As amostras foram caracterizadas quanto aos teores de C orgânico utilizando o equipamento analisador vario TOC cube (Elementar® - Alemanha). Para a determinação do teor de carbono orgânico total, as amostras foram incineradas a temperaturas maiores que 800°C, e os compostos produzidos pela combustão são conduzidos a catalisadores, assegurando-se de que todo carbono presente nos gases produzidos seja convertido em CO₂, o qual é arrastado pelo ar sintético e quantificado através de Espectroscopia de Absorção no Infravermelho.

3.8. Análise estatística

Todos os dados foram analisados considerando a fonte de variação entre os sistemas, sendo que cada ponto analisado correspondeu a uma repetição.

As médias dos tratamentos foram submetidos à análise de variância, utilizando o delineamento inteiramente casualizado e o teste de Duncan ($p < 0,05$). Para quantificar a associação entre as variáveis, submeteu-se os resultados à análise estatística de correlação e regressão. Os procedimentos estatísticos foram realizados com auxílio do Sistema para Análises Estatísticas ASSISTAT 7.7 (beta).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De maneira geral, observa-se na profundidade 0 a 5 cm que os sistemas ILPp e ILPI apresentaram Ds maior que os demais sistemas com agricultura e foram semelhantes a F (Tabela 2). A densidade do solo superior nos sistemas integrados pode ser resultado da pressão exercida pelas máquinas e equipamentos utilizados no ciclo agrícola do sistema, somado ao pisoteio animal proveniente do ciclo pecuária. Resultados semelhantes foram apontados por Lanzasova et al. (2007) em um Argissolo Vermelho-Amarelo alumínico típico e por Da Silva et al. (2012) em um Latossolo Vermelho distroférico típico. Entende-se que o fato do sistema F ter apresentado densidade semelhante aos sistemas integrados é devido principalmente à ausência de revolvimento do solo aliado aos tratos culturais utilizados no intuito de eliminar plantas espontâneas, assim como exposto por (CAVENAGE et al., 1999). Da Silva et al. (2009) verificaram aumento na densidade do solo nos plantios de eucalipto em relação à vegetação nativa, o que pode estar associado ao tráfego de máquinas neste sistema e a acomodação das partículas do solo ao longo do tempo.

Tabela 2. Valores médios de Densidade do solo (Ds), Macroporosidade (MA), Microporosidade (MI), Porosidade Total (PT) e Matéria Orgânica (MO) nas profundidades 0 a 5, 5 a 15 e 15 a 30 cm apresentados nos sistemas de manejo em Ponta Porã – MS.

Sistema	Ds (Mg m ³)	MA (m ³ m ³)	MI (m ³ m ³)	PT (m ³ m ³)	MO (g Kg ⁻¹)
----- prof. 0 a 5 cm -----					
PD	1,37 b	0,14 b	0,37 bc	0,51 a	37,01 bc
PC	1,28 b	0,20 a	0,34 d	0,54 a	33,79 c
F	1,56 a	0,09 c	0,35 cd	0,44 b	32,96 c
ILPp	1,56 a	0,05 c	0,40 a	0,45 b	49,86 a
ILPl	1,48 a	0,09 c	0,38 ab	0,48 b	44,94 ab
----- prof. 5 a 15 cm -----					
PD	1,56 ^{ns}	0,06 ab	0,38 ab	0,45 ^{ns}	26,43 ^{ns}
PC	1,56 ^{ns}	0,05 b	0,39 a	0,44 ^{ns}	28,40 ^{ns}
F	1,57 ^{ns}	0,08 a	0,36 c	0,44 ^{ns}	26,08 ^{ns}
ILPp	1,62 ^{ns}	0,07 ab	0,36 c	0,43 ^{ns}	25,36 ^{ns}
ILPl	1,55 ^{ns}	0,08 a	0,37 b	0,45 ^{ns}	28,48 ^{ns}
----- prof. 15 a 30 cm -----					
PD	1,49 c	0,07 ^{ns}	0,40 a	0,47 a	22,52 ^{ns}
PC	1,47 c	0,06 ^{ns}	0,40 a	0,46 ab	22,68 ^{ns}
F	1,55 b	0,07 ^{ns}	0,38 b	0,45 b	23,16 ^{ns}
ILPp	1,59 a	0,05 ^{ns}	0,38 b	0,43 c	23,13 ^{ns}
ILPl	1,51 bc	0,07 ^{ns}	0,39 b	0,46 b	23,48 ^{ns}

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Duncan; (^{ns}) não significativo ($P \geq 0,05$); Plantio Direto (PD); Plantio Convencional (PC); Floresta de Eucalipto (F); Integração Lavoura Pecuária ciclo pastagem (ILPp) e Integração Lavoura Pecuária ciclo lavoura (ILPl).

Os menores valores de Ds foram observados nos sistemas PD e PC na profundidade de 0 a 5 cm, apresentando 1,37 e 1,28 Mg m³ respectivamente. Estes valores podem ser resultado do revolvimento do solo no PC, pela preservação da matéria orgânica (Tabela 2) e o efeito do sulcadores na linha de plantio no PD, além da ausência do pastoreio em ambos os sistemas. De forma semelhante, quando estudaram um Latossolo Vermelho Distroférico, Portella et al. (2012) observaram que a Ds foi semelhante nestes dois sistemas. Discordando destes resultados, menor Ds tem sido observada em sistemas convencionais comparados com sistemas conservacionistas do solo (CENTURION E DEMATTÊ, 1985; MARCOLAN E ANGHINONI, 2006; MARCHÃO et al., 2007).

É importante destacar a semelhança estatística entre PC e PD, uma vez que no primeiro houve o revolvimento do solo que contribuiu para redução na Ds,

entretanto, a preservação da matéria orgânica no solo no PD, importante prática de conservação do solo, contribuiu para que a Ds fosse semelhante a obtida no PC. Ainda segundo Braida et al. (2006) a manutenção de resíduos na superfície do solo pode dissipar parte da energia produzida pelo impacto das rodas das máquinas reduzindo o efeito negativo da compactação.

Os sistemas de manejo apresentaram Ds semelhantes na camada de 5 a 15 cm, entretanto, na camada de 15 a 30 cm é possível observar que a ILPp apresentou maior Ds. É possível que este resultado possa ter sido influenciado pela variação de textura presente na área experimental (Tabela 3), nota-se a maior presença de areia no sistema ILPp. Este mineral favorece uma maior densidade do solo, em função, da maior densidade de partícula e do arranjo piramidal destas partículas no solo (BRADY, 1979). Além do maior teor de areia, com o avançar da profundidade, devemos considerar que há naturalmente menor teor de matéria orgânica no solo e conseqüentemente menor efeito sobre a redução da Ds.

Tabela 3. Valores Médios de textura do solo nas profundidades 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm apresentados nos sistemas de manejo em Ponta Porã – MS.

Sistemas	PD	PC	F	ILPp	ILPI
----- 0 a 5 cm -----					
Areia(g kg ⁻¹)	347 b	364 b	405 b	506 a	428 b
Silte (g kg ⁻¹)	115 ^{ns}	103 ^{ns}	105 ^{ns}	110 ^{ns}	88 ^{ns}
Argila(g kg ⁻¹)	538 a	533 a	490 a	384 b	484 a
-----5 a 10 cm -----					
Areia(g kg ⁻¹)	325 c	341 c	383 bc	505 a	439 ab
Silte (g kg ⁻¹)	115 ^{ns}	104 ^{ns}	100 ^{ns}	94 ^{ns}	85 ^{ns}
Argila(g kg ⁻¹)	560 a	555 a	517 ab	401 c	476 b
-----10 a 20 cm -----					
Areia(g kg ⁻¹)	297 c	325 c	366 bc	489 a	423 ab
Silte (g kg ⁻¹)	98 ab	104 a	94 ab	82 bc	75 c
Argila(g kg ⁻¹)	605 a	571 ab	540 bc	429 d	502 c

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Duncan; (^{ns}) não significativo ($P \geq 0,05$); Plantio Direto (PD); Plantio Convencional (PC); Floresta de Eucalipto (F); Integração Lavoura Pecuária ciclo pastagem (ILPp) e Integração Lavoura Pecuária ciclo lavoura (ILPI).

Neste sentido, nota-se ainda na camada 15 a 30cm que as densidades do solo dos sistemas de manejo apresentam padrão semelhante ao da distribuição de textura do solo, ou seja, menores densidades nos sistemas com maior teor de argila com incrementos à medida que há um maior teor de areia. Existe uma relação direta entre

Ds e textura do solo, de forma que solos com maiores teores de areia apresentam maior Ds (BRADY e WEIL, 2012).

Foi observada maior macroporosidade no sistema PC em comparação aos demais sistemas na camada de 0 a 5 cm, com uma média de 20% de macroporos (Tabela 2). Este fato sendo principalmente resultante do revolvimento do solo nas camadas superiores, reduzindo a densidade do solo e aumentando a macroporosidade e porosidade total, fator que também foi observado por Marcolan e Anghinoni (2006). Contudo, a macroporosidade do PC diminuiu na profundidade de 5 a 15 cm, vindo a representar o valor de 4,67%. Os resultados encontrados corroboram com os apresentados por Cavenage et al. (1999), onde constatou-se redução no volume de macroporos, indicando compactação nas camadas abaixo de 10 cm ocasionada pelo uso constante de implementos, como grade aradora e niveladora durante o preparo do solo. Já na profundidade de 15 a 30 cm, os tratamentos não se diferenciaram, visto que o efeito dos sistemas de manejos em sua maioria se restringem às camadas superiores.

Outro importante indicativo da qualidade física do solo é a formação e estabilidade de seus agregados (Tabela 4).

Tabela 4. Distribuição do diâmetro médio ponderado de agregados (DMP) para os tratamentos e profundidades estudadas, obtida por via seca (DMPs) e via úmida (DMPu) e índice de estabilidade de agregados (IEA) em Ponta Porã – MS.

	Sistemas de Manejo				
	PD	PC	F	ILPp	ILPl
	----- Prof. 0 a 5 cm -----				
DMPs (mm)	4.21 b	3.62 c	4.95 a	4.97 a	4.75 a
DMPu (mm)	3.85 b	2.71 c	4.57 a	4.74 a	4.47 a
IEA	0.91 a	0.76 b	0.92 a	0.95 a	0.94 a
	----- Prof. 5 a 15 cm -----				
DMPs (mm)	4.77 ^{ns}	4.97 ^{ns}	4.68 ^{ns}	4.76 ^{ns}	4.65 ^{ns}
DMPu (mm)	4.06 ^{ns}	3.63 ^{ns}	4.03 ^{ns}	4.08 ^{ns}	4.12 ^{ns}
IEA	0.85 a	0.73 b	0.86 a	0.86 a	0.89 a
	----- Prof. 15 a 30 cm -----				
DMPs (mm)	4.43 ^{ns}	4.55 ^{ns}	4.55 ^{ns}	4.54 ^{ns}	4.58 ^{ns}
DMPu (mm)	3.59 b	2.83 c	3.98 ab	3.74 b	4.28 a
IEA	0.81 b	0.62 c	0.87 ab	0.83 b	0.94 a

Médias seguidas de letras iguais na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Duncan; (^{ns}) não significativo ($P \geq 0,05$); Plantio Direto (PD); Plantio Convencional (PC); Floresta de Eucalipto (F); Integração Lavoura Pecuária ciclo pastagem (ILPp) e Integração Lavoura Pecuária ciclo lavoura (ILPl).

Os valores de diâmetro médio ponderado dos agregados secos (DMPs) foram influenciados pelo sistema de manejo apenas na camada de 0 a 5 cm, onde os sistemas F, ILPp e ILPl apresentaram os maiores valores. Em comparação ao sistema PC, por exemplo, o acréscimo médio do índice DMPs destes sistemas foi de aproximadamente 26%. Entende-se que os valores se devem principalmente ao efeito da matéria orgânica no solo (Tabela 2), em sua maioria fornecida pelo sistema radicular das gramíneas nos sistemas com pastagens (SALTON et al., 2008), pela renovação da parte aérea (PINHEIRO et al. 2004), além do favorecimento ao crescimento de hifas de fungos e liberação de exsudatos (SALTON et al., 2014). O sistema F não possuía pastagem, contudo, manteve a ausência de revolvimento, a concentração de serapilheira, e também por influência de sua densidade, que foi semelhante aos sistemas de integração. Esta tendência também ficou perceptível nos valores de diâmetro médio ponderado dos agregados obtidos via úmida, principalmente na profundidade 0 a 5 cm.

Com referência a profundidade de 5 a 15cm, observa-se que os sistemas de manejo não se diferenciaram estatisticamente considerando as variáveis DMPs e DMPu. Na profundidade de 15 a 30 cm houve redução de 34% no diâmetro médio dos agregados úmidos, em comparação com o sistema ILPl.

Considerando o índice de estabilidade dos agregados, o sistema PC apresentou estabilidade inferior aos demais sistemas em todas as profundidades estudadas, sendo reduzida em aproximadamente 18% na profundidade 0 a 5 cm e 16% na profundidade 5 a 15 cm, tendência que se intensificou na profundidade de 15 a 30 cm, apresentado uma redução de 29% em comparação à média dos demais sistemas. O IEA foi semelhante entre os sistemas conservacionistas, exceto, na última camada em que o ILPl foi superior ao PD, PC e ILPp.

Este fato denota o efeito do manejo empregado sobre a agregação do solo, no caso do PC acelerando o processo de degradação da matéria orgânica, favorecendo a desestruturação ao longo do perfil do solo, como observado por Wohlenberg et al.(2004), Roth et al.(1991) e Grieve et al.(2005), onde afirmam que os preparos convencionais deixam o solo exposto ao impacto das chuvas, trazendo como consequência o rompimento dos agregados, e ainda contribuindo para a redução do teor de matéria orgânica devido ao constante revolvimento do solo, reconhecida como um dos principais agentes de formação e estabilização de agregados (SALTON

et al., 2008). Os valores apresentados são semelhantes aos encontrados por Salton (2005) para o sistema de rotação com soja e pastagem com ciclos de 2 anos, e plantio convencional sobre um Latossolo Vermelho Distroférico típico em Dourados - MS.

Considerando a infiltração de água no solo, os sistemas estabelecidos com culturas agrícolas no momento do teste apresentaram taxas de infiltração mais elevadas e equilibradas, sendo eles o PC, PD e ILPI. A infiltração de água no sistema F apresentou um comportamento intermediário e ILPp apresentou a menor taxa de infiltração (Figura 3).

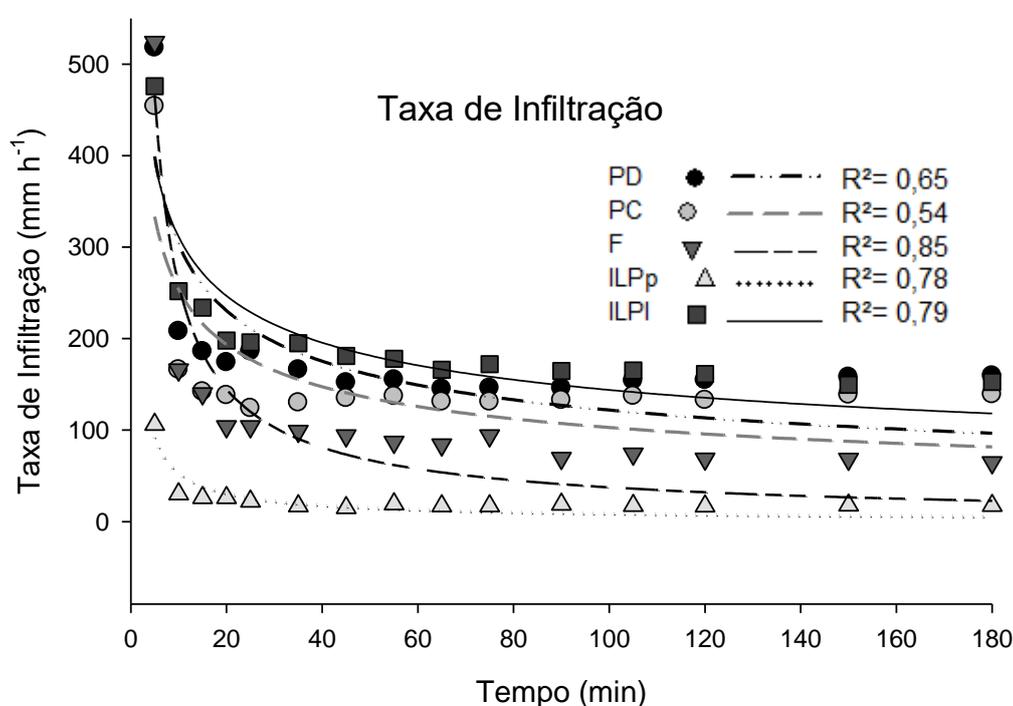


Figura 3. Taxa de infiltração de água no solo observada nos diferentes sistemas de manejo estudados. Plantio Direto (PD), Plantio Convencional (PC), Floresta de Eucalipto (F), Integração Lavoura Pecuária-pastagem (ILPp) e Integração Lavoura Pecuária-lavoura (ILPI).

O sistema ILPp que apresentava a pastagem no momento do teste demonstrou taxa de infiltração (TIB) reduzida em comparação aos demais sistemas (Tabela 5), tendência que corrobora com Lanzasova et al. (2007), em pastagem formada pelo consórcio de aveia preta e azevém, cujo período de descanso foi de 14 dias, havendo também redução da taxa de infiltração. Mesmo considerando a elevada qualidade da pastagem e a cobertura total do solo, visualiza-se influência do sistema suficiente

para dificultar o processo de infiltração de água no solo, seja devido à ausência de movimentação do solo, repelência e/ou impedimento mecânico do processo de infiltração causado pelas folhas das gramíneas, ou mesmo o reflexo da densidade do solo e pastoreio. Fato é que, observando os resultados apresentados pelo sistema F, entende-se que a ausência da movimentação do solo, mesmo que apenas pelo processo de plantio agrícola, colabora para a redução da capacidade de infiltração de água.

Tabela 5. Valores médios da umidade inicial do solo, taxa de infiltração inicial (TI inicial) e taxa de infiltração básica (TIB) nos sistemas de manejo estudados em Ponta Porã - MS.

Profundidade (cm)	Sistema de Manejo				
	PD	PC	F	ILPp	ILPI
	----- Umidade do solo(kg kg ⁻¹)-----				
0 a 20 cm	0.24 a	0.23 ab	0.17 c	0.23 ab	0.22 b
20 a 40 cm	0.26 a	0.25 a	0.20 b	0.25 a	0.24 a
	----- Taxa de Infiltração (mm h ⁻¹) -----				
TI _{inicial}	518	454	524	106	476
TIB	157 a	137 a	67 ab	17 b	155 a

Médias seguidas de letras iguais na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Duncan; (^{ns}) não significativo ($P \geq 0,05$); Plantio Direto (PD); Plantio Convencional (PC); Floresta de Eucalipto (F); Integração Lavoura Pecuária ciclo pastagem (ILPp); Integração Lavoura Pecuária ciclo lavoura (ILPI); Taxa de infiltração inicial (T_{inicial}); Taxa de infiltração básica (TIB).

A menor infiltração de água no ILPp também pode ser influenciada pelo aspecto da molhabilidade do solo, que pode influenciar sensivelmente este fenômeno de superfície. Tem sido observado em solos, especialmente sob pastagens, que há uma repelência de água nas camadas superficiais (URBARNEK et al, 2007). De acordo com os autores, a molhabilidade do solo influencia muitos processos físicos, incluindo a infiltração, fluxo preferencial e a distribuição e dinâmica de umidade do solo. Afirmam ainda que os agregados das camadas superficiais apresentam maior teor de carbono, responsável por esta repelência.

Desta forma, outros fatores além da porosidade e densidade do solo podem estar relacionados a menor infiltração de água nos sistemas conservacionistas estudados. Hallett et al. (2001) observaram repelência à água dos agregados de um solo sob plantio direto foi três vezes maior a uma profundidade de 60 cm do que um solo sob plantio convencional. Segundo Lichner et al. (2007) a interação entre a

vegetação de superfície, atividade microbiana e cobertura de partículas do solo por compostos orgânicos precisa de mais investigação para identificar a origem de repelência à água para estes solos.

O sistema ILPI apresentou resultados de TIB estatisticamente semelhante aos sistemas PD, PC e F, aferindo uma taxa infiltração básica de 155 mm h^{-1} , mesmo após ter recebido o componente animal (pastoreio) em anos anteriores. Esse resultado evidencia a importância de estabelecer um adequado tempo entre os ciclos com produção agrícola e pecuária, o que neste estudo foi de 2 anos. O efeito observado no sistema ILPI pode ser resultado da ação mecânica de semeadura em seu ciclo agrícola promovendo o rompimento das camadas superficiais compactadas. Como apresentado por Conte et al. (2008), em sistemas como o plantio direto, a mobilização do solo realizada por sulcadores na linha de semeadura podem ser utilizadas como forma de manejar solos com compactação na camada superficial.

De acordo com os resultados obtidos, observamos que a redução da taxa de infiltração de água no sistema de Integração Lavoura Pecuária ciclo pastagem pode ser recuperada no processo de plantio agrícola. Bono et al. (2013) observaram que a compactação pelo pisoteio animal pode ocorrer até 20 cm de profundidade em sistemas com solo sob lavoura de soja por um ano e por três anos sob pastagem de *Brachiaria brizantha*, com importantes prejuízos na taxa de infiltração. É importante considerar o momento em que foi realizado o teste de infiltração, uma vez que, é possível que ocorra um incremento na D_s devido ao pastoreio. Entretanto, o crescimento radicular das gramíneas em consórcio, tanto durante o pastejo como no período pós-pastejo, que antecede a semeadura das culturas de verão, favorecem a regeneração estrutural do solo (MOREIRA et al., 2012).

Outro aspecto a se ressaltar é a possível superestimação dos resultados aferidos através da metodologia de anéis concêntricos, em comparação ao método do simulador de chuvas, descrito por Alves Sobrinho (1997). Podemos observar esse fato ao compararmos por exemplo, os resultados obtidos por Lanzasova et al. (2007), onde obteve-se valores de infiltração final para sistema de plantio direto superiores a 110 mm h^{-1} , em um Argissolo Vermelho-Amarelo alumínico típico, e os resultados obtidos por Panachuki et al. (2011) com taxa de infiltração final de 48.8 mm h^{-1} , para o sistema de semeadura direta com 2 Mg ha^{-1} de resíduo vegetal na superfície de um Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico.

Resultados que reforçam e ilustram esse fato também foram relatados por (CUNHA et al., 2009; FONTENELE et al., 2009; PRANDO et al., 2010). Esse fenômeno pode ser resultado da carga constante resultante da lamina d'água sobre o solo, presente nos sistemas de anéis concêntricos, bem como a influência do selamento superficial fruto do impacto da gotas de chuva no caso do simulador. Assim, é possível que ocorra divergências entre os valores de taxa de infiltração encontrados entre as metodologias, no entanto, as tendências de infiltração são legítimas a cada sistema de manejo.

A taxa de infiltração de água no solo apresentou correlação positiva com as variáveis MA e PT e negativa com a Ds (Tabela 8), como também exposto por Sales et al. (1999).

Tabela 6. Correlação simples entre variáveis encontradas na profundidade 0 a 5 cm e infiltração de água no solo, sendo: Índice de estabilidade de agregados (IEA); Densidade do solo (Ds); Macroporosidade (MA); Microporosidade (MI); Porosidade total (PT); Infiltração de água no solo (INF); Matéria orgânica (MO) e Quantidade de Areia (QA).

VA\VA	IEA	Ds	MA	MI	PT	INF	MO	QA
IEA	1	0.205 ^{ns}	-0.236 ^{ns}	0.241 ^{ns}	-0.194 ^{ns}	-0.041 ^{ns}	0.206 ^{ns}	0.102 ^{ns}
DS		1	-0.947**	0.677**	-0.967**	-0.394*	0.184 ^{ns}	0.420*
MA			1	-0.846**	0.942**	0.364*	-0.327 ^{ns}	-0.496**
MI				1	-0.619**	-0.148 ^{ns}	0.379*	0.493**
PT					1	0.440*	-0.244 ^{ns}	-0.420*
INF						1	-0.137 ^{ns}	-0.426*
MO							1	0.384*
QA								1

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$) e (^{ns}) não significativo ($P \geq 0,05$).

Em destaque, segue a correlação positiva entre a densidade do solo e a quantidade de areia. A quantidade de areia, com exceção do índice de estabilidade de agregados, obteve correlação com todas as demais variáveis estudadas.

Por sua vez, não foi possível detectar correlação entre IEA e as demais variáveis.

5. CONCLUSÕES

Os sistemas de manejo interferiram na qualidade física do solo, com evidente aumento da densidade do solo e redução da porosidade total promovidos pelos sistemas ILPp, ILPl e F.

Os sistemas de Integração Lavoura Pecuária favoreceram a formação e o aumento do tamanho dos agregados em comparação aos demais sistemas de produção.

A redução na taxa de infiltração de água no solo observado no sistema ILPp, foi revertido durante o ciclo agrícola no sistema ILPl.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. C.; CABEDA, M. S. V. Infiltração de água em um Podzólico Vermelho-Escuro sob dois métodos de preparo, usando chuva simulada com duas intensidades. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, p. 753-761, 1999.

ALVES SOBRINHO, T. Desenvolvimento de um infiltrômetro de aspersão portátil. 1997. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

AMARAL, J. A. M.; MOTCHI, E. P.; OLIVEIRA, H.; FILHO, A. C.; NAIME, U. J.; SANTOS, R. D. Levantamento detalhado dos solos do Campo Experimental de Ponta Porã, da Embrapa Agropecuária Oeste, município de Ponta Porã, MS. 2000.

BONO, J. A. M.; MACEDO, M. C. M.; TORMENA, C. A. Qualidade física do solo em um Latossolo Vermelho da região sudoeste dos Cerrados sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 37, n. 3, p. 743-753, 2013.

BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; VEIGA, M. da; REINERT, D. J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio proctor. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol.30, no.4, p.605-614,2006.

BRADY, N. C. *Natureza e propriedades dos solos*. 5 ed. São Paulo: F. Bastos, 1979. 647.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SF.21 Campo Grande: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. 416p. (Levantamento de Recursos Naturais, 28).

CAMPOS, B. C.; REINERT, D. J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo vermelho-escuro Distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 19, p. 121-126, 1995.

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*, v. 14, n. 1, p. 99-105, 1990.

CARVALHO, R.; GOEDERT, W. J.; ARMANDO, M. S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistemas agroflorestal. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.39, n.11, p.1153-1155, 2004.

CAVENAGE, A., MORAES, M. L. T., ALVES, M. C., CARVALHO, M. A. C., FREITAS, M. L. M., & BUZETTI, S. Alterações nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, p. 997-1003, 1999.

CENTURION, J. F.; DEMATTÊ, J. L. I. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo sob Cerrado cultivado com soja; [Efectos de los sistemas de preparación del suelo en las propiedades físicas de un suelo de los Cerrados cultivado con soya]. [Effects of soil preparation systems on the physical properties of a soil under "Cerrado" growth with soybean]. *Revista Brasileira de Ciência do Solo (Brasil)*. Set. -Dez., v. 9, n. 3, p. 263-266, 1985.

CLAESSEN, M. E. C., BARRETO, W. D. O., PAULA, J. D., & DUARTE, M. N. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997.

COLLARES, G. L., REINERT, D. J., REICHERT, J. M., & KAISER, D. R. Qualidade física do solo na produtividade da cultura do feijoeiro num Argissolo. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 41, n. 11, p. 1663-1674, 2006.

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*, v.28, p.730-739, 2008.

CONTE, O., FLORES, J. P. C., CASSOL, L. C., ANGHINONI, I., de FACCIO CARVALHO, P. C., LEVIEN, R., & de LIMA WESP, C. Evolução de atributos físicos de solo em sistema de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 10, p. 1301-1309, 2012.

COSTA, N. R., ANDREOTTI, M., LOPES, K. S. M., YOKOBATAKE, K. L., FERREIRA, J. P., PARIZ, C. M., ... & LONGHINI, V. Z. Atributos do Solo e Acúmulo de Carbono na Integração Lavoura-Pecuária em Sistema Plantio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 39, n. 3, p. 852-863, 2015.

CUNHA, J. L. X. L., ALBUQUERQUE, A. W., SILVA, C. A., de ARAÚJO, E., & dos SANTOS JUNIOR, R. B. Velocidade de Infiltração da água em um Latossolo Amarelo submetido ao sistema de manejo plantio direto. *Revista Caatinga*, v. 22, n. 1, 2009.

DA SILVA, L. G., DE CARVALHO MENDES, I., DOS REIS JUNIOR, F. B., FERNANDES, M. F., DE MELO, J. T., & KATO, E. Atributos físicos, químicos e biológicos de um Latossolo de cerrado em plantio de espécies florestais. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 44, n. 6, p. 613-620, 2009.

DA SILVA, R. F., DE FÁTIMA GUIMARÃES, M., DE AQUINO, A. M., & MERCANTE, F. M. Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 10, p. 1277-1283, 2012.

DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M.; SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em latossolo roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23:703-709, 1999.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. *Defining soil quality for a sustainable environment*, n. definingsoilqua, p. 1-21, 1994.

FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: LIER, Q. J. (Ed.). Física do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p. 1-27.

FLORES, J. P. C., ANGHINONI, I., CASSOL, L. C., CARVALHO, P. C. D. F., LEITE, J. 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 ciência do solo. Campinas. Vol. 31, n. 4 (jul. /ago. 2007), p. 771-780, 2007.

FONTENELE, W.; SALVIANO, A. A. C.; MOUSINHO, F. E. P. Atributos físicos de um Latossolo Amarelo sob sistemas de manejo no cerrado piauiense. Revista Ciência Agronômica, v. 40, n. 2, p. 194-202, 2009.

GRIEVE, I. C.; DAVIDSON, D. A.; BRUNEAU, P. MC. Effects of liming on void space and aggregation in an upland grassland soil. Geoderma, v. 125, n. 1, p. 39-48, 2005.

INGARAMO, O. E. Indicadores físicos de la degradación de suelo. 2003.

KRZIC, M., BULMER, C. E., TESTE, F., DAMPIER, L., & RAHMAN, S. Soil properties influencing compactability of forest soils in British Columbia. Canadian journal of soil science, v. 84, n. 2, p. 219-226, 2004.

LANZANOVA, M. E., NICOLOSO, R. D. 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, v. 31, n. 5, p. 1131-1140, 2007.

LICHNER, L., HALLETT, P.D., FEENEY, D.S., ĎUGOVÁ, O., ŠÍRM. & TESAR, M. Field measurement of soil water repellency and its impact on water flow under different vegetation. Biologia v.62, n.5, 537–541, 2007.

LOPES, R. A. P.; NÓBREGA, L. H. P.; URIBE-OPAZO, M. A.; PRIOR, M.; PEREIRA, J. O. Propriedades físicas de Latossolo Vermelho Distroférrico Típico sob sistemas de manejo na sucessão soja-milho no período de três anos. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 29, supl., p. 721-727, 2007.

LOPES, M. L. T., CARVALHO, P. D. F., ANGHINONI, I., SANTOS, D. D., AGUINAGA, A. A. Q., FLORES, J. P. C., & MORAES, A. D. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. Ciência Rural, v. 39, n. 5, p. 1499-1506, 2009.

LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M.; ALOVISI, A. M. T.; GOMES, C. F.; GASPARINI, A. S.; NUNES, C. M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de Cerrado. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 20-28, 2011.

MACHADO, J. L.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J.; SCAPIM, C.A. Inter-relações entre as propriedades físicas e os coeficientes da curva de retenção de água de um

latossolo sob diferentes sistemas de uso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2008, vol.32, n.2, pp.

MARCHÃO, R. L., BALBINO, L. C., SILVA, E. D., SANTOS JÚNIOR, J. D., SÁ, M. D., VILELA, L., & BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 6, p. 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*, v. 23, n. 1, p. 163-170, 2006.

MENDONÇA, L. A. R.; VÁSQUEZ, M. A. N.; FEITOSA, J. V.; OLIVEIRA, J. F.; FRANCA, R. M.; VÁSQUEZ, E. M. F.; FRISCHKORN, H. Avaliação da capacidade de infiltração de solos submetidos a diferentes tipos de manejo. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.14, n.1 89-98, 2009.

MOREIRA, W.H., BETIOLI JUNIOR, E., PETEAN, L.P., TORMENA, C.A., ALVES, S.J., COSTA, M.A.T., FRANCO, H.H.S. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférrico em sistema de integração lavoura-pecuária. *R. Bras. Ci. Solo* 36, p. 389–400, 2012.

PANACHUKI, E; ALVES SOBRINHO, T. A; VITORINO, D. F. de; URCHEI, M. A. Avaliação de infiltração de água no solo, em sistema de integração agricultura-pecuária, com uso de infiltrômetro de aspersão portátil. *Acta Scientiarum, Agronomy*, v. 28, n. 1, p. 1-54, jan. /march, 2006.

PANACHUKI, E., BERTOL, I., ALVES SOBRINHO, T., OLIVEIRA, P. T. S. D., & RODRIGUES, D. B. B. Perdas de solo e de água e infiltração de água em latossolo vermelho sob sistemas de manejo. 2011.

PINHEIRO, E. F. M.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. Aggregate distribution and soil organic matter under different tillage systems for vegetable crops in a Red Latosol from Brazil. *Soil and Tillage Research*, v. 77, n. 1, p. 79-84, 2004.

PORTELLA, C. M. R., GUIMARÃES, M. D. F., FELLER, C., FONSECA, I. C. D. B., & TAVARES FILHO, J. Soil aggregation under different management systems. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, n. 6, p. 1868-1877, 2012.

PRADO, L.N. Incentivos financeiros para implementação de práticas conservacionistas do solo na bacia do rio Canoinhas, Santa Catarina. *Dissertação*. Universidade Federal do Paraná. 2014.

PRANDO, M. B., OLIBONE, D., OLIBONE, A. P. E., & ROSOLEM, C. A. Infiltração de água no solo sob escarificação e rotação de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, p. 693-700, 2010.

REICHARDT, K. & TIMM, L. C. Solo, planta e atmosfera: Conceitos, processos e aplicações. Barueri, SP: Manole, 1ed, 478p, 2004.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. & BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. *Ciência Ambiental*, v. 27, p. 29-48, 2003.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. *Tópicos de Ciência do solo*, n.5, p.49-134, 2007.

ROTH, C. H.; CASTRO FILHO, C. de; MEDEIROS, GB de. Análise de fatores físicos e químicos relacionados com a agregação de um Latossolo Roxo Distrófico. *Revista brasileira de ciência do solo*, v. 15, n. 3, p. 241-248, 1991.

SALES, L. E. O.; FERREIRA, M. M.; OLIVEIRA, M. S.; CURTI, N. Estimativa da velocidade de infiltração básica do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.11, p.2091-2095, nov/1999.

SALTON, J. C. Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. 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*, n.32, p.11-21, 2008.

SALTON, J. C.; SILVA, W.; TOMAZI, M.; & HERNANI, L. Determinação da agregação do solo-metodologia em uso na Embrapa Agropecuária Oeste. Embrapa Agropecuária Oeste-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2013.

SALTON, J. C., MERCANTE, F. M., TOMAZI, M., ZANATTA, J. A., CONCENÇO, G., SILVA, W. M., & RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 190, p. 70-79, 2014.

SECCO, D.; DA ROS, C. O.; SECCO, J. K.; FIORIN, J. E. Atributos físicos e produtividade de culturas em um Latossolo Vermelho argiloso sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. vol.29, n.3, p. 407-414, 2005.

SILVA, I.F. da; MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.21, n.2, p.313-19, 1997b.

SILVA, I. de F.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 22, n. 2, p. 311-317, 1998.

SILVA, J. C. A.; ANDRADE, A. P.; SILVA, I. F. Avaliação da infiltração da água no solo como indicador de modificações edáficas em três sistemas de manejo. *Agropecuária Técnica*, v.27, n.2, p.85-91, 2006.

SOUZA, Z. M.; ALVES, M. C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 7, n. 1, p. 18-23, 2003.

TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M.F.; MEDINA, C.C.; BALBINO, L.C. & NEVES, C.S.V.J. Método do perfil cultural para avaliação do estado físico de solos em condições tropicais. *R. Bras. Ci. Solo*, 23:393-399, 1999.

TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G.M.C.; GUIMARÃES, M.F. & FONSECA, I.C.B. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zea mays*) sob diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo. *R. Bras. Ci. Solo*, 25:725-730, 2001.

TAVARES FILHO, J., FELTRAN, C. T. M., DE OLIVEIRA, J. F., DE ALMEIDA, E., & DE FÁTIMA GUIMARÃES, M. Atributos de solo determinantes para a estimativa do índice de estabilidade de agregados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 47, n. 3, p. 436-441, 2012.

TAVARES FILHO, J., MELO, T. R. D., MACHADO, W., & MACIEL, B. V. Structural changes and degradation of Red Latosols under different management systems for 20 years. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 38, n. 4, p. 1293-1303, 2014.

URBANEK, E., HALLETT, P., FEENEY, D., HORN, R. Water repellency and distribution of hydrophilic and hydrophobic compounds in soil aggregates from different tillage systems. *Geoderma* 140, 147–155p., 2007.

VASCONCELOS, R. D., SOUZA, E. R., CANTALICE, J. R., & SILVA, L. S. Qualidade física de Latossolo Amarelo de tabuleiros costeiros em diferentes sistemas de manejo da cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, p. 381-386, 2014.

VIEIRA, M.L.; KLEIN, V.A. Propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes sistemas de manejo. *Bras. Ci. Solo*, v. 31, p. 1271-1280, 2007.

WOHLENBERG, E.V.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. & BLUME, E. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação e em sucessão. *R. Bras. Ci. Solo*, 28:891-900, 2004.

7. ANEXOS

Anexo 1. Distribuição relativa da massa de um Latossolo Vermelho textura argilosa em Ponta Porã, MS, quanto ao tamanho dos agregados estáveis em água, nas camadas de 0 a 5, 5 a 15 e 15 a 30 cm, submetido a diferentes sistemas de manejo.

Tamanho mm	Sistema de manejo				
	PD	PC	F	ILPp	ILPl
	-----%-----				
	Camada de 0 a 5 cm				
> 4.76	44.20 b	26.53 c	55.98 a	57.84 a	53.64 a
2	13.03 a	14.44 a	11.98 a	12.65 a	13.09 a
1	7.91 b	9.64 a	5.84 c	6.55 bc	6.69 bc
0.5	10.35 b	14.23 a	6.03 c	6.28 c	7.33 c
0.25	8.79 b	13.52 a	5.11 c	5.36 c	5.70 c
0.105	9.12 ab	11.73 a	6.35 b	6.93 b	6.88 b
0.053	1.93 ab	2.15 a	1.13 b	1.61 ab	1.33 ab
< 0,053	4.67 b	7.76 a	7.59 a	2.78 b	5.34 ab
	Camada de 5 a 15 cm				
> 4.76	46.86 a	40.63 a	46.97 a	47.51 a	48.00 a
2	14.17 a	13.84 a	13.58 a	13.59 a	13.76 a
1	7.85 a	7.84 a	7.19 a	7.55 a	7.58 a
0.5	9.62 ab	10.90 a	8.53 b	8.03 b	9.49 ab
0.25	8.80 ab	10.59 a	8.68 ab	8.62 ab	8.07 b
0.105	6.32 b	8.03 ab	7.48 ab	9.67 a	7.15 b
0.053	1.51 a	1.56 a	1.42 a	1.62 a	1.32 a
< 0,053	4.87 ab	6.62 a	6.14 ab	3.42 c	4.63 bc
	Camada de 15 a 30 cm				
> 4.76	37.69 c	26.30 d	44.13 ab	41.14 bc	48.72 a
2	17.91 a	18.02 a	17.60 a	16.17 a	17.36 a
1	9.97 ab	11.14 a	8.38 bc	8.62 bc	7.53 c
0.5	11.62 b	14.36 a	8.02 c	9.48 c	7.97 c
0.25	10.15 a	12.02 a	7.81 b	10.26 a	7.57 b
0.105	7.21 b	9.11 a	5.77 b	9.45 a	5.64 b
0.053	1.32 ab	1.59 a	1.08 b	1.61 a	1.03 b
< 0,053	4.13 b	7.47 a	7.22 a	3.27 b	4.19 b

Valores médios de oito repetições. Letras iguais, na linha, indicam que as médias não diferem ao nível de 5 %. Plantio Direto (PD); Plantio Convencional (PC); Floresta de Eucaliptos (F); Integração Lavoura Pecuária ciclo pastagem (ILPp); Integração Lavoura Pecuária ciclo lavoura (ILPl).