



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA
VETERINÁRIA**

**ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS DO SOLO
APÓS 23 ANOS DE ADOÇÃO DO SISTEMA
DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

THALLISSON DUARTE SOUSA

THALLISSON DUARTE SOUSA

ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS DO SOLO APÓS 23 ANOS DE ADOÇÃO DO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. CÍCERO CÉLIO DE FIGUEIREDO

**Brasília, DF
Dezembro de 2016**

FICHA CATALOGRÁFICA

SOUSA, Thallisson Duarte

“ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS DO SOLO APÓS 23 ANOS DE ADOÇÃO DO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA”. Orientação: Cícero Célio de Figueiredo, Brasília 2016 44 páginas

Monografia de Graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2016.

1. Integração Lavoura-Pecuária 2. Cultivo convencional 3. Plantio direto 4. Cerrado

I. Figueiredo, C.C.de. II. Dr.º.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUSA, T. D.; FIGUEIREDO, C. C.; MARCHÃO, R. L.; SATO, J. H. Atributos físico-hídricos do solo após 23 anos de adoção do sistema de integração lavoura-pecuária. Brasília; Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária; Universidade de Brasília, 2016. 44 Págs.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: THALLISSON DUARTE SOUSA

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Atributos físico-hídricos do solo após 23 anos de integração lavoura-pecuária.

Grau: 3º **Ano:** 2016

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

THALLISSON DUARTE SOUSA

CPF: 040.784.351-57

QNM 04 Conj E casa 29

CEP: 72.210-045 Ceilândia, DF. Brasil

(61) 9280-6386/ email: thallisson.sousa@gmail.com

THALLISSON DUARTE SOUSA

ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS DE UM SOLO APÓS 23 ANOS DE ADOÇÃO DO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA- PECUÁRIA

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. CÍCERO CÉLIO DE FIGUEIREDO

BANCA EXAMINADORA:

Cícero Célio de Figueiredo
Doutor, Universidade de Brasília – UnB
Orientador / email: cicerocf@unb.br

Robélio Leandro Marchão
Doutor, Embrapa Cerrados
Examinador

Juliana Hiromi Sato
Mestre, Universidade de Brasília
Examinadora

AGRADECIMENTOS

*Agradeço primeiramente a **Deus** por ter me dado a oportunidade e condições de trilhar esse caminho.*

*Aos **meus pais** por me apoiarem em todas as decisões. Obrigado mãe, por estar sempre ao meu lado durante todos esses anos durante essa trajetória. Obrigado pai, por sempre me auxiliar e das palavras de apoio e não me deixar desistir dessa jornada.*

*Agradeço ao Professor **Dr. Cícero Célio de Figueiredo** pela disposição em ajudar-me na produção desse trabalho, por dispor tempo precioso do seu dia para dedicar-se a transmitir seu conhecimento, tanto profissional quanto pessoal.*

*Agradeço ao pesquisador **Dr. Leandro Robélio Marchão** por se dispor a ajudar na confecção desse trabalho, oferecendo o local do experimento e compartilhando do seu conhecimento.*

*Agradeço a **Dra. Juliana Sato** por toda a ajuda durante a fase de coleta, por estar sempre disposta a ajudar, pela dedicação oferecida a esse trabalho. Dispôs grande parte do seu tempo para auxiliar na produção desse trabalho, não tenho palavras para agradecê-la. Obrigado, de verdade.*

*Agradecimento especial ao Professor **Dr. Tairone Paiva Leão** que mesmo sem nenhuma ligação ao trabalho, dispôs de seu tempo para ajudar na compreensão e interpretação do mesmo.*

*Agradeço a equipe do **Laboratório de física dos solos da Embrapa Cerrado**, que de alguma forma se apresentaram para ajudar na realização desse trabalho.*

Agradeço também a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que esse trabalho fosse feito, obrigado à todos!

Muito Obrigado.

SOUSA, THALLISSON DUARTE. **Atributos físico-hídricos de um solo após 23 anos de adoção do sistema de integração lavoura-pecuária.** 2016. Monografia (Bacharelado em Agronomia). Universidade de Brasília – UnB.

RESUMO

Entre os principais desafios atuais da agropecuária estão a elevação dos índices de produção, com menor emissão de gases do efeito estufa, maior qualidade dos alimentos, com segurança alimentar, além da redução da necessidade de abertura de novas áreas, com menor consumo de insumos cujas reservas são finitas. Nesse contexto, os sistemas integrados apresentam-se como uma alternativa viável para o atual cenário da produção agropecuária. O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos do sistema de integração lavoura-pecuária, após 23 anos de adoção, nos atributos físico-hídricos, de um Latossolo Vermelho no Cerrado. O estudo foi realizado em um experimento de longa duração, iniciado em 1991, localizado na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. As parcelas experimentais foram compostas por 50m x 40m, com sistemas de lavoura contínua sob plantio direto (L-PD), lavoura contínua sob plantio convencional (L-PC) e sistema de integração lavoura-pecuária (ILP). As amostragens de solo foram realizadas em oito pontos distintos distribuídos ao longo da parcela experimental, nas profundidades de 0 – 10 cm e 10 – 20 cm. Os atributos físico-hídricos do solo estudados foram: Densidade aparente (Ds), Porosidade total (PT), Macroporosidade, Microporosidade, Água Disponível (AD) e Água Prontamente Disponível. Não foram verificados efeitos significativos do nível de fertilidade do solo e da sua interação com os sistemas de manejo ($P < 0,05$). Na camada de 0 – 10 cm, o sistema L-PD apresentou a Ds inferior ao sistema ILP. O sistema L-PC apresentou valores de Ds intermediários, não diferindo dos demais sistemas. Não houve diferença significativa na PT entre os sistemas de manejo nas duas profundidades. Maior volume de microporos na camada de 0 – 10 cm foram encontrados no sistema L-PC, comparado ao L-PD e o ILP não se diferenciou dos demais sistemas. Para a macroporosidade em ambas as profundidades não foram obtidas diferenças entre os sistemas de manejo. Os sistemas de manejo também não se diferiram quanto ao volume de AD e o volume de APD em ambas as profundidades estudadas. Dos fatores físico-hídricos estudados, apenas a densidade e a microporosidade foram alterados pelos sistemas de manejo adotados.

SUMÁRIO

1.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
1.1.	Sistemas integrados de produção	10
1.2.	Importância e benefícios dos sistemas integrados para os solos do Cerrado ...	12
1.3.	Efeitos dos sistemas de manejo nas propriedades físico-hídricas do solo.....	13
2.	MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1.	Descrição do experimento	17
2.2.	Amostragem do solo.....	19
2.3.	Procedimentos analíticos	19
2.4.	Análises estatísticas	21
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
3.1.	Efeitos gerais.....	22
4.	CONCLUSÕES	25
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
6.	ANEXOS.....	36

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a agropecuária brasileira tem adotado uma série de técnicas de manejo com o objetivo de elevar a produtividade dos cultivos e dos rebanhos, com o mínimo impacto ambiental. Entre as inovações utilizados, os sistemas integrados têm merecido destaque, principalmente na região de abrangência do Cerrado, intensificando o uso da área e permitindo a recuperação de áreas degradadas.

A integração lavoura-pecuária (ILP) apresenta-se como um sistema sustentável, otimizando o uso da área, insumos, maquinário e mão-de-obra. Possibilita a recuperação de pastagens degradadas com amortização dos custos, permite a produção diversificada, minimizando os riscos da atividade, reduz a necessidade de agroquímicos e a incidência de pragas, doenças e plantas daninhas (COSTA *et al.*, 2003; SALTON *et al.*, 2008; VILELA *et al.*, 2011).

Nesse sentido, modelos de avaliação da qualidade do solo são necessários para quantificar e gerar índices capazes de indicar os efeitos das atividade agrícolas. Basicamente, os modelos de avaliação da qualidade do solo seguem três vertentes, são elas: Química (BRESSAN *et al.*, 2013; LEITE *et al.*, 2013; PAVANELLI *et al.*, 2010), física (BONO *et al.*, 2013; DANTAS *et al.*, 2011; VASCONCELOS *et al.*, 2014) e biológica (COSTA *et al.*, 2013; MELLONI *et al.*, 2012; PORTO *et al.*, 2009). Os parâmetros físicos do solo, são relativamente mais fáceis de se analisar, quando comparados com os outros métodos, por isso os atributos físicos do solo ganham grande importância na determinação da qualidade do solo. Índices de Densidade do solo, porosidade, resistência à penetração de raízes, capacidade de água disponível, estrutura, entre outros, são amplamente utilizados para a estimativa da qualidade do solo.

Todavia, como afirmam Albuquerque *et al.* (2001), a compactação causada pelo pisoteio animal somada ao tráfego mais intenso de máquinas e implementos no sistema ILP têm sido apontados como a principal causa da degradação dessas áreas, quando inadequadamente manejadas. Dessa forma, quando mal manejado, os problemas com compactação e degradação do solo causados pelo pastejo animal tem se tornado a principal preocupação dos agricultores quanto à adoção desse sistema. A compactação do solo altera a sua estrutura, reduz a porosidade total e macroporosidade, além de aumentar a resistência mecânica à penetração das raízes (Taylor & Brar, 1991). O grau de compactação causado pelo pisoteio bovino é influenciado por fatores como a textura e a

umidade do solo, a altura de manejo da pastagem e o sistema de pastejo adotado (Lanzanova *et al.*, 2007).

Nesse sentido, a avaliação de experimentos de longa duração é fundamental para se compreender os efeitos da ILP sobre os atributos físico-hídricos do solo. As informações geradas a partir de dados confiáveis de experimento de longo prazo permitem aprimorar as práticas, atualizá-las ou mesmo propor novos métodos de manejo. O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos do sistema de integração lavoura-pecuária, após 23 anos de adoção, nos atributos físico-hídricos de um Latossolo Vermelho no Cerrado.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. Sistemas integrados de produção

A definição de sistemas integrados proposta pela FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) afirma que: sistemas integrados consistem na exploração de uma área com diversas atividades que refletem em uma relação sinérgica entre seus componentes, resultando em uma atividade economicamente viável, socialmente justa e ambientalmente correta.

A necessidade de aumentar a produção agrícola deve estar aliada à necessidade de se utilizar práticas que reduzam os impactos negativos que essas atividades causam ao meio ambiente. Os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) foram reconhecidos pela FAO em 2010 como alternativa para a intensificação da produção sustentável. Esses sistemas promovem ciclagem de nutrientes e melhoria da qualidade do solo, uso mais eficiente dos recursos naturais, reduz os custos de produção, mantem níveis de produtividade elevados e ainda reduz o impacto das atividades nos ecossistemas (CARVALHO *et al.*, 2014). O uso de sistemas integrados permite ainda (i) redução da emissão de gases resultantes das atividades agrícolas para a atmosfera, (ii) a construção de um sistema mais estruturado que dá suporte há um habitat mais diversificado e (iii) maior diversificação do sistema, reduzindo os riscos econômicos das atividades (LEMAIRE *et al.*, 2014).

Com a busca por processos de produção que realoquem os recursos disponíveis de maneira mais eficiente, reduzindo a quantidade de insumos e a necessidade de aumento de áreas utilizadas, com o aumento da produtividade, os sistemas de integração em áreas agrícolas tem-se apresentado como uma alternativa viável. As vantagens biológicas e econômicas que o sistema oferece refletem-se em aumento da produção e redução dos custos, desde que seus fundamentos sejam atendidos e seu funcionamento esteja adequado (BALBINOT *et al.*, 2009).

Os sistemas integrados de produção não são novidade no campo da agropecuária e já vêm sendo utilizados há anos, mesmo de forma inconsciente pelos produtores. Vários escritores romanos do século I d.C. fazem referências a sistemas de integração entre espécies arbóreas, nozeiras e oliveiras, e pastagens (BALBINO *et al.*, 2011). Os principais sistemas integrados de produção agropecuária são, a integração lavoura-

pecuária (ILP), lavoura-pecuária-floresta (ILPF), pecuária-floresta (IPF) e lavoura-floresta (ILF). Os sistemas de integração são modulados de acordo com o perfil e os objetivos da fazenda, condições de clima e de solo, infraestrutura, experiência do produtor e tecnologia disponível (VILELA *et al.*, 2011).

São várias as definições utilizadas para os sistemas de integração lavoura-pecuária. Dentre elas, a mais consensual e abrangente é a proposta por Macedo (2009), segundo a qual “Integração lavoura-pecuária são sistemas produtivos de grãos, fibras, carne, leite, lã, e outros, realizados na mesma área, em plantio simultâneo, sequencial ou rotacionado, onde se objetiva maximizar a utilização dos ciclos biológicos das plantas, animais, e seus respectivos resíduos, aproveitar efeitos residuais de corretivos e fertilizantes, minimizar e otimizar a utilização de agroquímicos, aumentar a eficiência no uso de máquinas, equipamentos e mão-de-obra, gerar emprego e renda, melhorar as condições sociais no meio rural, diminuir impactos ao meio ambiente, visando a sustentabilidade”. Outra definição, a utilizada por Balbinot *et al.* (2009) mais restrita a integração lavoura-pecuária (ILP), diz que “A ILP 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”.

O sistema ILP pode ser utilizado com sucesso tanto em grandes como em pequenas propriedades. Normalmente, na grande propriedade este sistema é composto por produção de bovinos de corte e culturas agrícolas altamente tecnificadas. Em pequenas propriedades, a produção animal, quando bovina, tende a ser voltada para a produção de leite ou animais de porte menor, como ovinos, caprinos e suínos. Como cultura agrícola são utilizadas espécies que permitam a produção de grãos ou silagem, como o milho.

Basicamente existem três estratégias para o uso da ILP (BALBINOT *et al.*, 2009):

- Uso de culturas de verão com pastagens anuais de inverno. Estratégia de grande importância no Brasil. As gramíneas forrageiras são utilizadas como cobertura no plantio direto e, na entressafra, como farragem na alimentação de animais.
- Uso de pastagens anuais de verão e culturas de produção vegetal no inverno. Estratégia de pouca importância para o Brasil.
- Uso de pastagens perenes por alguns anos, intercalando com culturas anuais. Estratégia muito utilizada para a recuperação de áreas degradadas.

Na integração lavoura-pecuária, o consórcio de culturas de grãos com forrageiras é adotado para antecipar o estabelecimento das pastagens e melhorar a cobertura de solo para o plantio direto (VILELA *et al.*, 2011).

1.2. Importância e benefícios dos sistemas integrados para os solos do Cerrado

Atualmente, cerca de 39% da área do Cerrado encontra-se em uso agropecuário, isso equivale a 80 milhões de hectares. Dessa área, 27% é ocupada por culturas agrícolas e 67,5% por pastagens (SANO *et al.*, 2008). O manejo inadequado do sistema e o gerenciamento ineficiente do negócio refletem no alto índice de 60% a 70% das pastagens estarem em algum nível de degradação no Cerrado (FALEIRO *et al.*, 2008). A ILP apresenta-se como uma das formas de manejo mais recomendáveis para a sustentabilidade da produção agropecuária (FALEIRO *et al.*, 2008), podendo ser utilizada ainda para a recuperação de pastagens degradadas (SILVA *et al.*, 2016).

A ILP pode proporcionar algumas vantagens para o produtor, como maior renda por área, maior diversificação de atividade, menor risco econômico e menor custo de produção. Somado a isso, ainda podem trazer benefícios biológicos, como maior biodiversidade e melhoria na qualidade do solo (BALBINOT *et al.*, 2009). Além disso, pode aumentar o rendimento das forrageiras quando em rotação com as culturas e redução da infestação de plantas daninhas (ENTZ *et al.*, 2013), quebrar o ciclo das pragas e doenças, e aumentar a atividade biológica do solo (MACEDO, 2009), reduzir a emissão de gases do efeito estufa e aumentar o sequestro de carbono no solo (VILELA *et al.*, 2011). Pode ainda aumentar a velocidade de ciclagem de nutrientes devido ao fator animal, reduzindo a quantidade de nutrientes perdidos por lixiviação e erosão (BUSCHBACHER, 1987).

Sistemas mais diversificados são importantes para repor e manter a matéria orgânica do solo (MOS) (ASSIS *et al.*, 2015). Nesse sentido, a ILP aumenta as concentrações de carbono orgânico no solo, devido ao crescimento contínuo de vegetais na área e diferentes fontes de material orgânico, podendo ainda ser utilizada como indicadora da qualidade do solo (BALBINOT *et al.*, 2009), pois, a matéria orgânica proporciona solos bem estruturados, o que favorece uma maior taxa de infiltração e a penetração das raízes no perfil do solo (FALEIRO *et al.*, 2008). Além disso, em solos bastante intemperizados como os do Cerrado, sua capacidade de troca de cátions depende basicamente da matéria orgânica (FALEIRO *et al.*, 2008) que pode contribuir com a

elevação da superfície específica do solo e, conseqüentemente, com a retenção e disponibilidade de nutrientes para as plantas (SANTOS *et al.*, 2012).

1.3. Efeitos dos sistemas de manejo nas propriedades físico-hídricas do solo

As práticas de manejo do solo e das culturas afetam diretamente as características físico-hídricas do solo, principalmente na sua estrutura, resultando em perda da qualidade estrutural do solo e aumento da erosão hídrica (BERTOL *et al.*, 2004). Outro fator importante é a compactação causada pelo tráfego de máquinas e o pisoteio animal na área sob ILP (DEBIASI *et al.*, 2012). Esta tem sido apontada como a principal causa da degradação de área sob esse tipo de sistema (ALBUQUERQUE *et al.*, 2001). A compactação interfere diretamente na densidade e na porosidade do solo, resistência mecânica à penetração e infiltração de água (LANZANOVA *et al.*, 2007), limitação de adsorção e/ou absorção de nutrientes, e redução de trocas gasosas (RICHARD *et al.*, 2005), e ainda, compactação nas camadas em subsuperfície limitando o crescimento das raízes às camadas superiores (MULLER *et al.*, 2001), tornando as plantas mais suscetíveis a déficits hídricos.

Em comparação com trabalhos com dinâmica de estudos semelhantes, Secco *et al.* (2005) observaram em um Latossolo Vermelho argiloso sob diferentes sistemas de manejo, em um experimento com duração de 4 anos que não houve diferenças nos valores de densidade, porosidade total e volume de macroporos. Da mesma forma, Spera *et al.* (2009) estudando os efeitos do sistema ILP em um Latossolo distrófico típico, em uma área cujo experimento foi estabelecido há 10 anos, observou que as modificações na densidade, porosidade total, macro e microporosidade não foram capazes de atingir níveis que levassem a degradação desse solo. Costa *et al.* (2003) avaliando as propriedades físicas de um Latossolo Bruno sob plantio direto e convencional em um experimento de longo prazo, com 21 anos de duração também não observaram variação na porosidade total, macro e microporosidade entre os sistemas. Stone & Silveira (2001) ao observar efeitos do sistema de preparo e rotação nos atributos físicos do solo, em um experimento de 6 anos, chegaram à conclusão que o plantio direto ocasionou aumento da densidade do solo, redução na microporosidade nas camadas superficiais, enquanto o preparo convencional proporcionou aumento na densidade, porosidade total e microporosidade nas camadas mais profundas. Flores *et al.* (2007) observaram em uma área com um

Latossolo Vermelho distroférico, cultivada sob sistema de semeadura direta por 10 anos, que a introdução da pastagem e o componente animal proporcionaram um aumento na densidade do solo e uma redução na sua porosidade quando comparadas à áreas não-pastejadas. Estudos com menor duração chegaram a resultados semelhantes indicando que os sistemas podem ter alcançado equilíbrio em poucos anos. Também aponta que o nível de degradação física do solo depende de vários fatores além do tipo de manejo adotado. Por exemplo, Petean et al. (2010) observaram em uma área de integração lavoura-pecuária que o nível de degradação do solo estava subordinado à altura de pastejo.

A compactação do solo é definida como o decréscimo do volume de solo não saturado quando uma determinada pressão externa é aplicada no solo, seja por máquinas agrícolas, equipamentos de transporte ou animais (LIMA, 2004). A compactação depende de fatores extrínsecos ao solo, principalmente da intensidade e frequência ao qual a carga é aplicada (HORN, 1988) e fatores intrínsecos como umidade, textura, estrutura, densidade inicial do solo e teor de carbono (RICHART *et al.*, 2005). O processo de compactação aumenta a densidade e a resistência para o crescimento das raízes das plantas, reduz a macroporosidade do solo e sua oxigenação (LANZANOVA *et al.*, 2007; TROGELLO *et al.*, 2012). O fator de maior importância na predisposição de um solo sofrer compactação é seu teor de umidade. Em solos com características semelhantes, em uma mesma condição, sua resistência à deformação dependerá do seu conteúdo de umidade (DIAS Jr. *et al.*, 1994). Em solos mais secos, essa resistência à deformação é maior para uma mesma carga do que em solos com características idênticas com um maior teor de umidade, pois a água no solo facilita o movimento das partículas.

A forma como é conduzida a ILP interfere diretamente nas características do solo, estudando o efeito da altura de pastejo. Cassol (2003) observou que o ILP promoveu aumento da densidade do solo e redução da macroporosidade, atingindo valores considerados críticos para o desenvolvimento da cultura da soja. Em contrapartida, Carneiro et al., (2009) ao estudarem um Latossolo Vermelho sob diferentes formas de utilização, com pastagens nativas, integração lavoura-pecuária, pastagem, milho e sorgo em plantio direto, observaram que todos os sistemas aumentaram sua densidade quando comparadas ao cerrado nativo. Porém nenhum deles atingiu valores críticos de densidade do solo. Pela própria característica do sistema bem manejado, com aporte constante de matéria orgânica, vai diretamente contra a ideia difundida sobre a compactação causada

pelo pisoteio bovino, como demonstrado por Alves et al. (2007) estudando a recuperação de um Latossolo Vermelho distrófico observaram que a utilização de diferentes fontes de matéria orgânica proporcionou uma redução na densidade do solo. Apesar da tendência de se gerar um aumento na densidade do solo com a introdução do componente animal, sistemas integrados bem manejado não apresentaram valores críticos que interferissem no desenvolvimento das culturas (BASSANI, 1996; SILVA et al., 2000).

Outro fator importante que determina o nível de susceptibilidade de um solo sofrer compactação é a sua textura. Quanto maior o teor de argila, mais resistente o solo é à compactação. Porém, a camada compactada é maior devido a maior capacidade de transferência de carga por esses solos (HORN, 1988). Em resposta às cargas aplicadas, as estruturas se acomodam de forma a reduzir os espaços porosos do solo, aumentando sua densidade e a resistência à penetração (RICHARD *et al.*, 2001). A integração lavoura-pecuária, se adotada de forma inadequada, pode compactar a camada superficial do solo e restringir o crescimento de raízes e a produtividade das culturas nos solos argiloso (ALBUQUERQUE *et al.*, 2001). Daí a importância de se estudar sistemas de ILP bem estabelecidos e conduzidos por longo período de tempo.

A densidade do solo é uma propriedade muito afetada pelas práticas de manejo adotadas. É definida como a massa por unidade de volume de solo seco, ou seja, é a relação entre a massa de uma amostra de solo seca e a soma dos volumes ocupados pelas partículas e poros. O aumento da densidade do solo está intimamente ligado ao processo de compactação, áreas sob sistema de plantio direto podem apresentar compactação das camadas superficiais do solo (CENTURION & DEMATTÊ, 1992). O problema pode ser agravado quando nas áreas há a utilização do sistema de integração lavoura-pecuária sob sistema de plantio direto, como observado por Albuquerque *et al.* (2001). Outra característica que está ligada à compactação do solo e sua densidade, é a porosidade do solo, que é definida como o somatório de todos os espaços formados entre os agregados em um determinado volume de solo. Trabalhos têm demonstrado que os sistemas de integração lavoura-pecuária sob plantio direto têm apresentado reduções evidentes na porosidade total, principalmente na sua macroporosidade, nas camadas superficiais do solo (ALBUQUERQUE *et al.*, 2001; FIGUEIREDO *et al.*, 2009). Entretanto, a microporosidade desses solos, é pouco afetada ou não sofre alterações pelas práticas adotadas, como observado por Albuquerque *et al.* (2001), Marchão *et al.* (2007) e Figueiredo *et al.* (2009).

Solos com textura mais fina retêm uma maior porcentagem de água devido sua maior superfície de adsorção e maior espaço poroso que solos de textura mais grosseira (CARVALHO *et al.*, 1999). Características como a porosidade e textura do solo são utilizadas para a determinação do comportamento da água no solo, tornando visível suas características de retenção e condução. Um solo que apresente uma menor resistência do movimento de água em seu interior possui uma maior condutividade hidráulica (SCHERPINSKI, 2003). De maneira geral, solos que apresentam uma maior compactação possuem uma menor condutividade hidráulica não-saturada, devido a redução dos espaços porosos, aumentando o contato entre os agregados, resultando em uma maior continuidade dos poros (RICHARD *et al.*, 2001). A retenção de água pode ser afetada por diversos fatores, dentre eles, destacam-se a umidade do solo, sua textura, tamanho e distribuição dos poros, teor de matéria orgânica e de óxidos de ferro (CARVALHO & LIMA, 2000). O alto teor de argila dos Latossolos, com um elevado teor de óxidos de ferro e alumínio, que atuam como agentes cimentantes das partículas de argila favorecendo a formação de microagregados, fazem com que esses solos apresentem uma baixa capacidade de retenção de água (SANTOS, 2008). A taxa de infiltração do solo é influenciada por vários fatores, como a sua porosidade (KANWAR & EVERTS, 1992), densidade do solo e tipo de manejo adotado (SALES *et al.*, 1999), textura do solo (DAKER, 1970), estrutura (RESENDE *et al.*, 1996), grau de agregação (BERTONI & NETO, 1990), cobertura do solo (ROTH *et al.*, 1985) e teor de matéria orgânica do solo (KLAR, 1984). Áreas sob ILP possuem maior taxa de infiltração, pois a presença de culturas utilizadas nas pastagens proporciona uma maior cobertura do solo (ELÓI *et al.*, 2006) dissipando a energia cinética da gota, reduzindo a desagregação e transporte das partículas, responsáveis pela formação do selamento superficial. A presença de uma maior cobertura reduz a velocidade do escoamento superficial, aumentando o tempo de contato da água com a mesma área do solo, aumentando as chances de infiltração (BARCELOS *et al.*, 1999).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição do experimento

O estudo foi realizado em um experimento de longa duração localizado na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, nas coordenadas 15°35'30"S, 47°42'30"W e altitude 1007m. O solo é classificado como um Latossolo Vermelho distrófico típico, com 622,4 g kg⁻¹ de argila, 303,5 g kg⁻¹ de areia e 74,1 g kg⁻¹ de silte, na camada de 0 – 45 cm. O clima é Aw (tropical chuvoso) na classificação de Köppen, a precipitação média anual de 1.570 mm com ocorrência de invernos secos e verões chuvosos, temperatura média anual de 21,3°C. O relevo caracteriza-se como plano.

O experimento foi iniciado em 1991, e seu histórico completo encontra-se nos anexos (Tabela A, Tabela B e Tabela C). Em 1991, a vegetação nativa foi retirada e o solo preparado com arado de discos, seguido de grade aradora. A calagem foi realizada no ano de abertura da área, antes da instalação do experimento com uma dose de 3,4 t ha⁻¹ de calcário dolomítico e outra aplicação de calcário foi realizada em 1999, com uma dose de 1t ha⁻¹ também de calcário dolomítico. O calcário foi aplicado em superfície nas áreas de plantio direto e incorporado em áreas de plantio convencional. Nas áreas sob pastagens, foi utilizado o sistema de lotação rotacionado, com períodos de pastejo e descanso de 14 dias. A oferta de forragem foi de 8 a 10 kg de matéria verde para cada 100 kg de peso vivo, valor constante e ajustado a cada 28 dias.

As parcelas experimentais foram compostas por 0,2 ha (50m x 40m). As parcelas dispostas em blocos ao acaso em esquema fatorial 3x2, sendo três sistemas de manejo e dois níveis de fertilidade (F1 e F2). Foram estudados três sistemas de manejo do solo: sistema de lavoura contínua sob plantio direto (L-PD), lavoura contínua sob plantio convencional (L-PC) e sistema de lavoura-pecuária, sendo a pastagem sucessora da lavoura sob plantio direto (ILP). O preparo do solo, quando sob plantio convencional foi feito com grade aradora após a colheita da cultura seguida de uma grade niveladora em pré-plantio. No sistema de plantio direto a *Brachiaria brizantha* foi utilizada como planta de cobertura. Quanto à fertilidade do solo, os sistemas sob tratamento F1, quando em lavouras, receberam metade da dose recomendada para a cultura enquanto que sob F2 receberam a dose total recomendada. Para a ILP, as áreas com pastagens no sistema (com a presença de pastagens durante a rotação) sob o tratamento F2 receberam apenas adubação nitrogenada de manutenção a partir do segundo ano, enquanto as áreas sob o

tratamento F1 não receberam adubação de manutenção. O histórico de cultivo nos últimos três anos é apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Histórico de cultivo dos últimos três anos (2012-2015).

Sistema	Safr	Fertilidade	Cultivo	
			1ª Safr	2ª Safr
L-PC	11/12	F1		Soja
		F2		Soja
	12/13	F1		Milho
		F2		Milho
	13/14	F1	Soja	Sorgo + <i>B. brizantha</i> cv. Piatã
		F2	Soja	Sorgo + <i>B. brizantha</i> cv. Piatã
L-PD	11/12	F1		Soja
		F2		Soja
	12/13	F1		Milho + <i>B. brizantha</i> vc. Piatã
		F2		Milho + <i>B. brizantha</i> cv. Piatã
	13/14	F1	Soja	Sorgo + <i>B. brizantha</i> cv. Piatã
		F2	Soja	Sorgo + <i>B. brizantha</i> cv. Piatã
ILP	11/12	F1		<i>B. brizantha</i> cv. Piatã
		F2		<i>B. brizantha</i> cv. Piatã
	12/13	F1		<i>B. brizantha</i> cv. Piatã
		F2		<i>B. brizantha</i> cv. Piatã
	13/14	F1		<i>B. brizantha</i> cv. Piatã
		F2		<i>B. brizantha</i> cv. Piatã

2.2. Amostragem do solo

Em cada tratamento, as amostragens de solo foram realizadas em Janeiro de 2014. As coletas foram feitas em 8 pontos distintos distribuídos ao longo da parcela experimental. Em cada um dos pontos foram retiradas duas amostras indeformadas do solo, nas entrelinhas da cultura, nas camadas de 0 – 10 cm e 10 – 20 cm, utilizando um cilindro de aço de 5 cm de diâmetro e 5 cm de altura. Todos os cilindros foram devidamente identificados e encaminhados ao laboratório de solos da Embrapa Cerrados para a determinação dos atributos físicos-hídricos.

2.3. Procedimentos analíticos

As amostras indeformadas foram utilizadas para o cálculo dos valores de densidade aparente do solo, porosidade total e curva característica de umidade. A partir das informações da curva de umidade, foram calculados os valores de macro e microporosidade, água disponível e água prontamente disponível.

A porosidade total foi calculada de acordo com a equação 1. A diferença entre os pesos do cilindro quando seco e saturado deve-se a perda de água, logo, essa diferença pode ser convertida para cm^3 sem alteração no seu valor, visto que a relação do peso da água por seu volume é igual a um.

$$Pt_{(\text{cm}^3 \text{cm}^{-3})} = \left(\frac{Sa - Ss}{V} \right) \quad \text{Equação (1)}$$

Onde: Pt = Porosidade total ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)

Sa = Peso da massa de solo saturado (g)

Ss = Peso da massa de solo seco (g)

V = Volume de cilindro correspondente (cm^3)

A densidade aparente do solo foi calculada pela relação entre a massa de solo seco e o volume ocupado por esta massa, de acordo com a equação (2).

$$Ds_{(g\ cm^{-3})} = \frac{Ps}{V} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde: Ds = Densidade aparente do solo ($g\ cm^{-3}$)

Ps = Peso do solo seco (g)

V = Volume do cilindro (cm^3)

A curva de retenção de água foi obtida pelo método da centrífuga. As amostras de solo foram umedecidas, colocando os cilindros em uma bandeja contendo 10mm de altura da lâmina de água por um período de 24 horas para que ocorresse a completa saturação das amostras. Com as amostras completamente saturadas, os cilindros foram colocados na centrífuga para a determinação da curva característica de umidade (FREITAS JR & SILVA, 1984). A centrífuga simulou nove tensões diferentes, sendo que cada rotação configura uma tensão diferente. O período em que cada amostra ficou submetida a determinada rotação foi de 20 minutos. Após esse tempo, cada amostra foi pesada e retornava à centrífuga. Após realizadas as nove diferentes rotações, os cilindros foram levados para a estufa com ventilação forçada, para secagem a $105^{\circ}C$ por um período mínimo de 24 horas. Após a secagem, os cilindros foram pesados periodicamente, até que não houvesse mais variação na sua massa.

Tabela 2 - Relações entre a rotação da centrífuga e a pressão correspondente

Tensão (kPa)	0	1	3	6	10	33	80	400	1000	1500
Rotação (RPM)	-	220	380	540	700	1300	2000	4400	7000	8500

Seguindo a metodologia proposta pela Embrapa (1997), a relação entre o volume de água na tensão de 6 kPa e o volume do solo amostrado, foi classificado empiricamente como microporos efetivos (Micro) (MARCHÃO *et al.*, 2007). Os macroporos (Macro) foram definidos como a diferença entre a porosidade total e a microporosidade. A diferença entre o teor volumétrico de água nas tensões de 6 e 1500 kPa foi definida como

a água disponível (AD) e a diferença no teor volumétrico de água entre as tensões de 6 e 10 kPa foi denominado água prontamente disponível (APD) (SILVA & RESCK, 1981; MARCHÃO *et al.*, 2008).

2.4. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste LSD de Fisher. As análises foram realizadas utilizando-se o software XLSTAT 2013.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Efeitos gerais

Na Tabela 3 são apresentados os atributos físico-hídricos do solo nas profundidades de 0 – 10 cm e 10 – 20 cm nos sistemas de manejo do solo. Não foram verificados efeitos significativos do nível de fertilidade e da sua interação com os sistemas de manejo ($P < 0,05$). Portanto, no presente trabalho, foram discutidos apenas os efeitos simples dos sistemas de manejo, que apresentaram significância estatísticas. De maneira geral, os resultados estão próximos àqueles obtidos por Marchão et al. (2007) no mesmo experimento, que realizaram as análises em 2004. As maiores variações detectadas nesse trabalho foram nos valores de Micro, que chegaram a ser 220% maiores que no trabalho anterior. Para os outros atributos, a variação ficou entre 0,5% e 3%. A baixa variação nos atributos demonstram poucas alterações nos últimos onze anos.

Tabela 3 - Atributos físico-hídricos do solo sob sistemas de manejo em duas profundidades⁽¹⁾

Atributos ⁽²⁾	Camada (cm)	ILP	L-PC	L-PD
Ds (g cm ⁻³)	0-10	1,055a	1,101a	1,003b
	10-20	1,030b	1,083a	1,010b
PT (cm ³ cm ⁻³)	0-10	0,593a	0,591a	0,576a
	10-20	0,595a	0,598a	0,584a
Macro (cm ³ cm ⁻³)	0-10	0,175a	0,165a	0,187a
	10-20	0,226a	0,189a	0,226a
Micro (cm ³ cm ⁻³)	0-10	0,418ab	0,425a	0,388b
	10-20	0,371b	0,416a	0,353b
AD (cm ³ cm ⁻³)	0-10	0,172a	0,173a	0,211a
	10-20	0,152a	0,170a	0,153a
APD (cm ³ cm ⁻³)	0-10	0,146a	0,142a	0,153a
	10-20	0,131a	0,145a	0,129a

¹Médias seguidas de letras iguais na linha, não diferiram pelo teste de LSD de Fisher ($P < 0,05$). ²Ds, densidade aparente do solo; PT, porosidade total; Macro, macroporosidade; Micro, microporosidade; AD, água disponível; APD, água prontamente disponível.

Na camada de 0 – 10 cm, o sistema L-PD apresentou Ds inferior ao ILP. O sistema L-PC e ILP não apresentaram diferenças estatísticas para os valores de Ds. Os resultados de Ds encontrados são característicos de um Latossolo do Cerrado com valores entre 1,02 g cm⁻³ e 1,32 g cm⁻³ (ALVES *et al.*, 2007; TORMENA *et al.*, 1999). O efeito do acúmulo de palhada no L-PD e da ausência de pastejo animal podem ter favorecido os menores valores de Ds comparado ao ILP (SPERA *et al.*, 2009; LOSS *et al.*, 2011; ARCÂNGELO *et al.*, 2012; CALONEGO *et al.*, 2011). Esses resultados demonstram ainda que não houve compactação no L-PD. Da mesma forma, Bertol *et al.* (2004) observaram em um Latossolo Bruno, que não houve aumento na compactação superficial do solo sob sistema de plantio direto quando comparado ao sistema convencional. Na camada de 10-20 cm, ficou evidente o efeito da mecanização na elevação da Ds. Nessa profundidade, o L-PC elevou a Ds, apresentando valores superiores aos demais sistemas. O aumento da densidade nessa camada no L-PC pode ser resultado da redução do teor de matéria orgânica e menor agregação promovidos pela mais intensa decomposição dos resíduos vegetais nesse sistema (STEFANOSKI *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2011), combinado com o efeito do uso prolongado de grade aradora, gerando camadas compactadas em subsuperfície. Stone & Silveira (2001) observaram o mesmo efeito em um Latossolo Vermelho perférrico, em seis anos de cultivo sob sistema convencional. Ainda assim, os valores encontrados para a compactação do solo estão abaixo do valor considerado crítico para solos argilosos, que são próximos à 1,50 g cm⁻³ (FERNANDEZ *et al.*, 1995; FIGUEIREDO *et al.*, 2000).

Não houve diferença significativa na PT entre os sistemas de manejo nas duas profundidades. Os valores obtidos encontra-se próximos àqueles apresentados por Beutler *et al.* (2001), obtidos em um Latossolo Vermelho distrófico típico. A falta de efeitos dos sistemas na PT em um Latossolo também foi observada em outros trabalhos com temática semelhante (CARNEIRO *et al.*, 2009; CONTE *et al.*, 2011).

Maior volume de microporos na camada de 0 – 10 cm foram encontrados no sistema L-PC, comparado ao L-PD. O ILP apresentou valores intermediários de microporos não se diferenciando dos demais sistemas. Os valores de microporosidade do presente estudo estão próximos àqueles verificados por Secco *et al.* (2005) avaliando um Latossolo Vermelho argiloso. Assim, como foi verificado para Ds, na camada de 10 – 20 cm o L-PC apresentou maior volume de microporos do que os demais sistemas. Esse

aumento da Ds em profundidade pode ser decorrente da transformação de macro em microporos. O aumento da microporosidade em profundidade aumenta a capacidade de retenção de água do solo (MARCHÃO *et al.*, 2007), podendo possibilitar uma maior quantidade de água disponível. Entretanto, não foi verificado nesse estudo.

Para a macroporosidade em ambas as profundidades não foram obtidas diferenças entre os sistemas de manejo. Os resultados encontrados para a macroporosidade estão condizentes com os valores encontrados por Collares *et al.* (2008) em um Latossolo Vermelho argiloso. Maiores valores observados em microporos nas duas profundidades no sistema L-PC, combinado com maior densidade aparente indicam um adensamento no solo nesse sistema (SIDIRAS *et al.*, 1984), resultado das operações mecânicas de revolvimento do solo característico desse sistema. O volume de macroporos em todos os sistemas foram maiores que $0,10 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, que é considerado o valor crítico para que permita as trocas gasosas e o livre crescimento das raízes (TAYLOR & ASHCROFT, 1972; GREENLAND, 1981). Para sistemas agropecuários o equilíbrio entre a macro e microporosidade do solo é uma característica desejável (MARCHÃO *et al.*, 2007).

Os sistemas de manejo também não diferiram quanto ao volume de água disponível (AD) e o volume de água prontamente disponível em ambas profundidades estudadas. Os valores observados de AD e APD se assemelham aos obtidos por Marchão *et al.* (2007) na mesma área experimental. Esses resultados reforçam que as poucas alterações promovidas pelos sistemas nos últimos 11 anos, comparados aos dados apresentados por Marchão *et al.* (2007), limitam a diferenciação desses sistemas na capacidade de armazenamento de água no solo.

Em comparação com trabalhos com dinâmica semelhantes em estudos de longa duração, foi observado que não houve diferenças significativa entre os sistemas, e mesmo quando houve diferenças, as mesmas não atingiram valores considerados críticos (ANDREOLLA *et al.*, 2016; COSTA *et al.*, 2003; SECCO *et al.*, 2005; SPERA *et al.*, 2009). A mudança observadas nas características físico-hídricas do solo vai depender de vários fatores além do tipo de manejo adotado, como: Tipo de maquinário (STONE & SILVEIRA, 2001); arranjo do plantio (ASSIS *et al.*, 2015); Altura de pastejo (FIDALSKI, 2015; MOREIRA *et al.*, 2014; PETEAN *et al.*, 2010).

4. CONCLUSÕES

- 1) O nível de fertilidade adotado não interferiu nos atributos físico-hídricos do solo independentemente do tipo de manejo utilizado.
- 2) Entre os atributos físico-hídricos estudados, após 23 anos de adoção dos sistemas de manejo, apenas a densidade aparente e a microporosidade foram alterados.
- 3) Os sistemas L-PD e ILP foram os que apresentaram os melhores índices de qualidade físico-hídricas do solo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOL, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e nas características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 25:717-723, 2001.

ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. S.; SUZUKI, L. E. A. S. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um Latossolo vermelho distrófico em recuperação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:617-625, 2007.

ANDREOLLA, V. R. M.; FILHO, A. B.; MORAES, A. M.; OLIVEIRA, E. B.; CARDOSO, D. L.; BONINI, A. K. Pastejo e adubação nitrogenada sobre atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Revista Engenharia Agrícola**, 35:6, 2016.

ARCÂNGELO, L.; PEREIRA, M. G.; BEUTLER, S. J.; PERIN, A. ANJOS, L. H. C. Densidade e fertilidade do solo sob sistemas de plantio direto e de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Revista de Ciências Agrárias**, 55:260-268, 2012.

ASSIS, P. C. R.; STONE, L. F.; MEDEIROS, J. C.; MADARI, B. E.; OLIVEIRA, J. M.; WRUCK, F. Atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 19:309-316, 2015.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO, V. S.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46:1-12, 2011.

BALBINOT Jr., A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: Intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, 39:1925-1933, 2009.

BARCELOS, A. A.; CASSOL, E. A.; DEMARDINI, J. E. Infiltração de água em um latossolo vermelho-escuro sob condições de chuva intensa em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 23:35-23, 1999.

BASSANI, H. J. **Propriedades físicas induzidas pelo plantio direto e convencional em área pastejada e não-pastejada**. p.90, Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Federal de Santa Maria, 1996.

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JUNIOR, W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28:155-163, 2004.

BERTONI, J.; NETO, L.; **Conservação do solo**. Ícone, São Paulo, 1990.

BEUTLER, A. N.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; CRUZ, J. C. PEREIRA FILHO, I. A. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solos**, 25:167-177, 2001.

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**, 37:743-753, 2013.

BRESSAN, S. B. B.; NÓBREGA, J. C. A.; NÓBREGA, R. S. A.; BARBOSA, R. S.; SOUSA, L. B. Plantas de cobertura e qualidade química de Latossolo Amarelo sob plantio direto no cerrado maranhense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 17:371-378, 2013.

BUSCHBACHER, R. J. Cattle productivity and nutrient fluxes on an Amazon pasture. **Biotropica**, 19:200-207, 1987.

CALONEGO, J. C.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Intervalo hídrico ótimo e compactação do solo com cultivo consorciado de milho e braquiária. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 35:2183-2190, 2011.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33:147-157, 2009.

CARVALHO, E. J. M.; FIGUEIREDO, M. S.; COSTA, L. M. Comportamento físico-hídrico de um podzólico Vermelho-amarelo Câmbico fase terraço sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34 (2):257-265, 1999.

CARVALHO, J. M.; LIMA, L. A. Influência da adição de hidróxido de sódio na retenção de água de um Latossolo Vermelho-Escuro. **Ciência Agrotécnica**, 24:450-457, 2000.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A.; PONTES, L. S.; ANGHINONI, I.; SULC, R. M.; BATELLO, C. Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária. **Revista Ciência Agronômica**, 45:1040-1046, 2014.

CASSOL, L.C. **Relação solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. Tese de Doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 157p.

CENTURION, J. F. & DEMATTÊ, J. I. Sistemas de preparo de solos de cerrado: efeitos nas propriedades físicas e na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 27(2):315-324, 1992.

COLLARES, G. L.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Compactação de um Latossolo induzida pelo tráfego de máquinas e sua relação com o crescimento e produtividade de feijão e trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 32:933-942, 2008.

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

COSTA, A. R.; SATO, J. H.; RAMOS, M. L. G.; FIGUEIREDO, C. C. F.; SOUZA, G. P.; ROCHA, O. C.; GUERRA, A. F. Microbiological properties and oxidizable organic carbon fractions of an oxisol under coffee with Split phosphorus applications and irrigation regimes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 37:55-65, 2012.

COSTA, F. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27:527-535, 2003.

COSTA, J. L. S.; RAVA, C. A. Influência da braquiária no manejo de doenças do feijoeiro com origem no solo. **Integração Lavoura-Pecuária**. Embrapa Arroz e Feijão, 523-533, 2003.

DAKER, A. **A água na agricultura: Irrigação e drenagem**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 3:453, 1970.

DANTAS, J. A. N.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ASSIS, C. Qualidade de solo sob diferentes usos e manejos no Perímetro Irrigado Jaguaribe/Apodi, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 16:18-26, 2012.

DEBIASI, H.; & FRANCHINI, J. C. Atributos físicos do solo e produtividade da soja em sistema de integração lavoura-pecuária com braquiária e soja. **Ciência Rural**, 42:1180-1186, 2012.

DIAS Jr, M. S.; PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 20:175-185, 1996.

ELÓI, P.; TEODORICO, A. S.; ANTÔNIO CARLOS, T. V.; DANIEL, F. C.; URCHEI, M. A. Avaliação da infiltração de água no solo, em sistemas de integração agricultura-pecuária, com uso de infiltrômetro de aspersão portátil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 28:129-138, 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solo (Rio de Janeiro). **Manual de métodos de análises de solo**. 2:212, 1997.

ENTZ, M. H.; BULLIED, W. J.; KATEPA-MUPONDWA, F. Rotational benefits of forage crops in Canadian prairie cropping systems. **Journal of Production Agriculture**, 8:521-529, 2013.

FALEIRO, F. G.; FARIAS, A. L. N. **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Cap. 14, Embrapa Cerrado, Planaltina – DF, 2008.

FERNANDEZ, E. M.; CRUSCIOL, C. C. C.; THIMOTEO, C. M. S. Matéria seca e nutrição da soja em razão da compactação do solo e adubação fosfatada. **Científica**, 23:117-132, 1995.

FIDALSKI, J. Qualidade física de Latossolo Vermelho em sistema de integração Lavoura-Pecuária após cultivo de soja e pastejo em braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 50:1097-1104, 2015.

FIGUEIREDO, C. C.; SANTO, G. G.; PEIREIRA, S.; NASCIMENTO, J. L.; ALVES JR, J. Propriedades físico-hídricas em Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 13(2):146-151, 2009.

FIGUEIREDO, L. H. A.; DIAS JUNIOR, M. S.; FERREIRA, M. M. Umidade crítica de compactação e densidade do solo máxima em resposta a sistemas de manejo num Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24:487-493, 2000.

FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L. C.; CARVALHO, P. C. 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**, 31:771-780, 2007.

FREITAS JR, E.; SILVA, E. M. Uso da centrífuga para determinação da curva de retenção de água do solo, em uma única operação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 19:1423-1428, 1984.

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

HORN, R. Compressibility of arable land. **Catena**, 11:53-71, 1988.

KANWAR, R. S.; EVERTS, C. J. Interpreting tension infiltrometer data for quantifying soil macropores: some practical considerations. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, 36:423-428, 1992.

KLAR, A. E. A água no sistema solo-planta-atmosfera. **Nobel**, 1984.

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**. 31:1131-1140, 2007.

LEITE, L. F. C.; ARRUDA, F. P.; COSTA, C. N.; FERREIRA, J. S.; NETO, M. R. H. Qualidade química do solo e dinâmica de carbono sob monocultivo e consórcio de

macaúba e pastagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 17:1257-1263, 2013.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P. C. F.; DEDIEU, B. Integrated crop-livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. 190:4-8, 2014.

LIMA, C. L. R. **Compressibilidade de solos versus intensidade de tráfego em um pomar de laranja e pisoteio animal em pastagem irrigada**. Tese de Doutorado em Agronomia – Departamento de solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 2004.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; BEUTLER, S. J.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. Densidade e fertilidade do solo sob sistemas de plantio direto e de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Revista de Ciências Agrárias**, 55:260-268, 2012.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 46:1269-1276, 2011.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38:133-146, 2009.

MARCHÃO, L. R.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; SANTOS JR, J. D. G.; CAROLINO de SÁ, M. A.; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42(6):873-882, 2007.

MARCHÃO, L. R.; VIVLELA, L.; SANTOS JR, J. D. G.; SÁ, M. A. C.; BERGAMASCHI, L. C.; BORTONCELLO, L. R. Impacto de sistemas agrícolas nos atributos físicos, químicos e Macrofauna num Latossolo do Oeste Baiano. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Embrapa Cerrados, 30p, 2008.

MELLONI, R.; BELLEZE, G.; PINTO, A. M. S.; DIAS, L. B. P.; SILVE, E. M.; MELLONI, E. G. P.; ALVARENGA, M. I. N.; ALCÂNTRA, E. N. Métodos de controle de plantas daninhas e seus impactos na qualidade microbiana de solo sob cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 37:66-75, 2012.

MOREIRA, W. H.; TORMENA, C. A.; BETIOLI JR, E.; PETEAN, L. P.; ALVES, S. J. Influência da altura de pastejo de azevém e aveia em atributos físicos de um latossolo vermelho distroférico, após sete anos sob integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 38:1315-1326, 2014.

MULLER, M. M. L.; CECCON, G. & ROSOLEM, C. A. Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 25:531-538, 2001.

PAVANELLI, L. E. & ARAÚJO, F. F. Parâmetros químicos e biológicos indicadores de qualidade de solo sob cultivo de braquiárias e soja no oeste paulista. **Revista Ceres**, 57:118-124, 2010.

PETEAN, L. P.; TORMENA, C. A.; ALVES, S. J. Intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio direto em sistema de integração Lavoura-Pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 34:1515-1526, 2010.

PORTO, M. L.; ALVES, J. C.; DINIZ, A. A.; SOUZA, A. P.; SANTOS, D. Indicadores biológicos de qualidade do solo em diferentes sistemas de uso no brejo paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, 33:1011-1017, 2009.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia. Baltimore**, 161:484-490. 1996.

RICHARD, G.; COUSIN, I.; SILLON, J. F.; BRUAND, A.; GUÉRIF, J. Effect of compaction on the porosity of a silty soil: influence on unsaturated hydraulic properties. **European Journal of Soil Science**, 52:49-58, 2001.

RICHART, A.; FILHO, J. T.; BRITO, O. R.; LLANILLO, R. F.; FERREIRA, R. Compactação do solo: causas e efeitos. **Semina: Ciências Agrárias**, 26:321-344, 2005.

ROTH, C. H.; MEYER, B.; FREDE, H. A portable rainfall simulator for studying factors affecting runoff, infiltration and soil loss. **Cantena**, 12:79-85, 1985.

SALES, L. E. O.; FERREIRA, M. M.; OLIVEIRA, M. S.; CURI, N. Estimativa da velocidade de infiltração básica do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34:2091-2095, 1999.

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**, 32:11-21, 2008.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43:153-156, 2008.

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; BECQUER, T. Atributos químicos e estabilidade de agregados sob diferentes culturas de cobertura em Latossolos do cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 16:1171-1178, 2012.

SANTOS, R. **Propriedades de retenção e condução de água em solos, sob condições de campo e em forma de agregados, submetidos aos plantios convencional e direto. Dissertação de mestrado em Ciências.** Área de concentração: Física. Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2008.

SCHERPINSKI, N. I. **Variabilidade espacial de atributos físicos-hídricos e do rendimento de grãos de soja em um Latossolo Vermelho sob sistema de plantio direto e convencional.** Dissertação de mestrado em eng. Agrícola. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2003.

SECCO, D.; ORLANDO da ROS, C.; 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**, 29:407-414, 2005.

SERAFIM, M. E.; OLIVEIRA, G. C.; VITORINO, A. C. T.; SILVA, B. M.; CARDUCCI, C. E. Qualidade física e intervalo hídrico ótimo em Latossolo e Cambissolo, cultivados com Cafeeiro, sob manejo conservacionista do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 37:733-742, 2013.

SIDIRAS, N.; ROTH, C. H.; FARIAS, G. S. Determinação de algumas características físicas de um Latossolo Roxo Distrófico sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 8:265-268, 1984.

SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C. Atributos físicos e disponibilidade de carbono do solo em sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), Homogêneo e Santa Fé, no estado do Pará, Brasil. **Agropecuária Técnica**, 31:96-104, 2016.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S. Respostas fisiológicas da soja ao déficit hídrico em dois solos de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 16:669-675, 1981.

SILVA, R. F.; GUIMARÃES, M. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M. Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46:1277-1283, 2011.

SILVA, V. T.; REINERT, D. J. & REICHERT, J. M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24:191-199, 2000.

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 Ciência do Solo**, 33:129-136, 2009.

STEFANOSKI, D. C.; SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 17:1301-1309, 2013.

STONE, L. F. & SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 25:395-401, 2001.

TAYLOR, H.N.; BRAR, G.L. Effect of soil compaction on root development. **Soil and Tillage Research**. 19:111-119, 1991.

TAYLOR, S. A. & ASHCROFT, G. L. **Physical edaphology**. San Francisco, W H Freeman, 1:532, 1972.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; LIBARDI, P.L. Soil physical quality of a Brazilian Oxisol under two tillage systems using the least limiting water range approach. **Soil & Tillage Research**, 52:223-232, 1999.

TROGELLE, E.; MODOLO, A. J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E. M.; SCARSI, M.; SGARBOSSA, M. Desenvolvimento inicial e produtividade da cultura do milho no sistema de integração Lavoura-Pecuária. **Revista Ceres**, 59:286-291, 2012.

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

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JUNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 46:1127-1138, 2011.

ANEXO A1 – Histórico completo da sequência de plantio realizada na área sob o sistema L-PC.

Sistema ⁽¹⁾	Safr	Fertilidade ⁽²⁾	Cultivo	
			1ª Safr	2ª Safr
L-PC	91/92	F1	Soja	
		F2	Soja	
	92/93	F1	Soja	
		F2	Soja	
	93/94	F1	Milho	
		F2	Milho	
	94/95	F1	Soja	
		F2	Soja	
	95/96	F1	Milho	
		F2	Milho	
	96/97	F1	Soja	
		F2	Soja	
	97/98	F1	Milho	
		F2	Milho	
	98/99	F1	Soja	
		F2	Soja	

⁽¹⁾ Sistema de cultivo L-PC, Lavoura sob plantio convencional; L-PD, Lavoura sob plantio direto; ILP, Integração Lavoura-Pecuária. ⁽²⁾ Nível de Fertilidade adotado; Para os sistemas L-PC e L-PD metade da dose recomendada para a cultura (F1) e dose completa (F2); ILP sem adubação de manutenção para as pastagens (F1), com adubação de manutenção para as pastagens a cada dois anos (F2).

ANEXO A2 – Histórico completo da sequência de plantio realizada na área sob o sistema L-PC.

Sistema ⁽¹⁾	Safr	Fertilidade ⁽²⁾	Cultivo	
			1ª Safr	2ª Safr
L-PC	99/00	F1	Soja	
		F2	Soja	
	00/01	F1	Milheto	
		F2	Milheto	
	01/02	F1	Soja	
		F2	Soja	
	02/03	F1	Milheto	
		F2	Milheto	
	03/04	F1	Soja	
		F2	Soja	
	04/05	F1	Soja	
		F2	Soja	
	05/06	F1	Sorgo	
		F2	Sorgo	
06/07	F1	Soja		
	F2	Soja		

⁽¹⁾ Sistema de cultivo L-PC, Lavoura sob plantio convencional; L-PD, Lavoura sob plantio direto; ILP, Integração Lavoura-Pecuária. ⁽²⁾ Nível de Fertilidade adotado; Para os sistemas L-PC e L-PD metade da dose recomendada para a cultura (F1) e dose completa (F2); ILP sem adubação de manutenção para as pastagens (F1), com adubação de manutenção para as pastagens a cada dois anos (F2).

ANEXO A3 – Histórico completo da sequência de plantio realizada na área sob o sistema L-PC.

Sistema ⁽¹⁾	Safr	Fertilidade ⁽²⁾	Cultivo	
			1ª Safr	2ª Safr
L-PC	07/08	F1		Soja
		F2		Soja
	08/09	F1		Milho
		F2		Milho
	09/10	F1		Soja
		F2		Soja
	10/11	F1		Milho
		F2		Milho
	11/12	F1		Soja
		F2		Soja
	12/13	F1		Milho
		F2		Milho
	13/14	F1	Soja	Sorgo + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã
		F2	Soja	Sorgo + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã
	14/15	F1	Soja	Milho + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Paiaguás
		F2	Soja	Milho + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Paiaguás

⁽¹⁾ Sistema de cultivo L-PC, Lavoura sob plantio convencional; L-PD, Lavoura sob plantio direto; ILP, Integração Lavoura-Pecuária. ⁽²⁾ Nível de Fertilidade adotado; Para os sistemas L-PC e L-PD metade da dose recomendada para a cultura (F1) e dose completa (F2); ILP sem adubação de manutenção para as pastagens (F1), com adubação de manutenção para as pastagens a cada dois anos (F2).

ANEXO B1 – Histórico completo da sequência de plantio realizada na área sob o sistema L-PD.

Sistema ⁽¹⁾	Safr	Fertilidade ⁽²⁾	Cultivo	
			1ª Safr	2ª Safr
L-PD	91/92	F1	Soja	
		F2	Soja	
	92/93	F1	Soja	
		F2	Soja	
	93/94	F1	Milho	
		F2	Milho	
	94/95	F1	Soja	
		F2	Soja	
	95/96	F1	Milho	
		F2	Milho	
	96/97	F1	Soja	
		F2	Soja	
	97/98	F1	Milho	
		F2	Milho	
	98/99	F1	Soja	
		F2	Soja	

⁽¹⁾ Sistema de cultivo L-PC, Lavoura sob plantio convencional; L-PD, Lavoura sob plantio direto; ILP, Integração Lavoura-Pecuária. ⁽²⁾ Nível de Fertilidade adotado; Para os sistemas L-PC e L-PD metade da dose recomendada para a cultura (F1) e dose completa (F2); ILP sem adubação de manutenção para as pastagens (F1), com adubação de manutenção para as pastagens a cada dois anos (F2).

ANEXO B2 – Histórico completo da sequência de plantio realizada na área sob o sistema L-PD.

Sistema ⁽¹⁾	Safra	Fertilidade ⁽²⁾	Cultivo	
			1ª Safra	2ª Safra
L-PD	99/00	F1	Soja	
		F2	Soja	
	00/01	F1	Milheto	
		F2	Milheto	
	01/02	F1	Soja	
		F2	Soja	
	02/03	F1	Milheto	
		F2	Milheto	
	03/04	F1	Soja	
		F2	Soja	
	04/05	F1	Soja	
		F2	Soja	
	05/06	F1	Sorgo	
		F2	Sorgo	
06/07	F1	Soja		
	F2	Soja		

⁽¹⁾ Sistema de cultivo L-PC, Lavoura sob plantio convencional; L-PD, Lavoura sob plantio direto; ILP, Integração Lavoura-Pecuária. ⁽²⁾ Nível de Fertilidade adotado; Para os sistemas L-PC e L-PD metade da dose recomendada para a cultura (F1) e dose completa (F2); ILP sem adubação de manutenção para as pastagens (F1), com adubação de manutenção para as pastagens a cada dois anos (F2).

ANEXO B3 – Histórico completo da sequência de plantio realizada na área sob o sistema L-PD.

Sistema ⁽¹⁾	Safr	Fertilidade ⁽²⁾	Cultivo		
			1ª Safr	2ª Safr	
L-PD	07/08	F1		Soja	
		F2		Soja	
	08/09	F1		Milho	
		F2		Milho	
	09/10	F1		Soja	
		F2		Soja	
	10/11	F1		Milho + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã	
		F2		Milho + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã	
	11/12	F1		Soja	
		F2		Soja	
	12/13	F1		Milho + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã	
		F2		Milho + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã	
	13/14	F1		Soja	Sorgo + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã
		F2		Soja	Sorgo + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã
	14/15	F1		Soja	Milho + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Paiaguás
		F2		Soja	Milho + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Paiaguás

⁽¹⁾ Sistema de cultivo L-PC, Lavoura sob plantio convencional; L-PD, Lavoura sob plantio direto; ILP, Integração Lavoura-Pecuária. ⁽²⁾ Nível de Fertilidade adotado; Para os sistemas L-PC e L-PD metade da dose recomendada para a cultura (F1) e dose completa (F2); ILP sem adubação de manutenção para as pastagens (F1), com adubação de manutenção para as pastagens a cada dois anos (F2).

ANEXO C1 – Histórico completo da sequência de plantio realizada na área sob o sistema ILP.

Sistema ⁽¹⁾	Safr	Fertilidade ⁽²⁾	Cultivo	
			1ª Safr	2ª Safr
ILP	91/92	F1	Soja	
		F2	Soja	
	92/93	F1	Soja	
		F2	Soja	
	93/94	F1	Milho	
		F2	Milho	
	94/95	F1	Soja	
		F2	Soja	
	95/96	F1	<i>Andropogon gayanus</i> cv. Planaltina + <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. Mineirão	
		F2	<i>Andropogon gayanus</i> cv. Planaltina + <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. Mineirão	
	96/97	F1	<i>Andropogon gayanus</i> cv. Planaltina + <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. Mineirão	
		F2	<i>Andropogon gayanus</i> cv. Planaltina + <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. Mineirão	
	97/98	F1	<i>Andropogon gayanus</i> cv. Planaltina + <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. Mineirão	
		F2	<i>Andropogon gayanus</i> cv. Planaltina + <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. Mineirão	
	98/99	F1	<i>Andropogon gayanus</i> cv. Planaltina + <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. Mineirão	
		F2	<i>Andropogon gayanus</i> cv. Planaltina + <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. Mineirão	

⁽¹⁾ Sistema de cultivo L-PC, Lavoura sob plantio convencional; L-PD, Lavoura sob plantio direto; ILP, Integração Lavoura-Pecuária. ⁽²⁾ Nível de Fertilidade adotado; Para os sistemas L-PC e L-PD metade da dose recomendada para a cultura (F1) e dose completa (F2); ILP sem adubação de manutenção para as pastagens (F1), com adubação de manutenção para as pastagens a cada dois anos (F2).

ANEXO C2 – Histórico completo da sequência de plantio realizada na área sob o sistema ILP.

Sistema ⁽¹⁾	Safr	Fertilidade ⁽²⁾	Cultivo		
			1ª Safr	2ª Safr	
ILP	99/00	F1	Soja		
		F2	Soja		
	00/01	F1	Milheto		
		F2	Milheto		
	01/02	F1	Soja		
		F2	Soja		
	02/03	F1	Milheto		
		F2	Milheto		
	03/04	F1	Soja		
		F2	Soja		
	04/05	F1	Soja	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	
		F2	Soja	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	
	05/06	F1	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu		
		F2	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu		
	06/07	F1	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu		
		F2	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu		

⁽¹⁾ Sistema de cultivo L-PC, Lavoura sob plantio convencional; L-PD, Lavoura sob plantio direto; ILP, Integração Lavoura-Pecuária. ⁽²⁾ Nível de Fertilidade adotado; Para os sistemas L-PC e L-PD metade da dose recomendada para a cultura (F1) e dose completa (F2); ILP sem adubação de manutenção para as pastagens (F1), com adubação de manutenção para as pastagens a cada dois anos (F2).

ANEXO C3 – Histórico completo da sequência de plantio realizada na área sob o sistema ILP.

Sistema ⁽¹⁾	Safr	Fertilidade ⁽²⁾	Cultivo		
			1ª Safr	2ª Safr	
ILP	07/08	F1		Soja	
		F2		Soja	
	08/09	F1		Milho	
		F2		Milho	
	09/10	F1		Soja	
		F2		Soja	
	10/11	F1		Milho + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã	
		F2		Milho + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã	
	11/12	F1		<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã	
		F2		<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã	
	12/13	F1		<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã	
		F2		<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã	
	13/14	F1		<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã	
		F2		<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã	
	14/15	F1		Soja	Milho + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Paiaguás
		F2		Soja	Milho + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Paiaguás

⁽¹⁾ Sistema de cultivo L-PC, Lavoura sob plantio convencional; L-PD, Lavoura sob plantio direto; ILP, Integração Lavoura-Pecuária. ⁽²⁾ Nível de Fertilidade adotado; Para os sistemas L-PC e L-PD metade da dose recomendada para a cultura (F1) e dose completa (F2); ILP sem adubação de manutenção para as pastagens (F1), com adubação de manutenção para as pastagens a cada dois anos (F2).