

UNIVERSIDADE ANHANGUERA - UNIDERP
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM PRODUÇÃO E
GESTÃO AGROINDUSTRIAL

FABIANO BERTOLIN

USO E MANEJO DE PASTAGENS NA REGIÃO DO CERRADO DE
MATO GROSSO DO SUL: IMPACTOS NA AGREGAÇÃO DO SOLO
DE UM LATOSSOLO VERMELHO

CAMPO GRANDE – MS
2014

FABIANO BERTOLIN

**USO E MANEJO DE PASTAGENS NA REGIÃO DO CERRADO DE
MATO GROSSO DO SUL: IMPACTOS NA AGREGAÇÃO DO SOLO
DE UM LATOSSOLO VERMELHO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em nível de Mestrado Profissional em Produção e Gestão Agroindustrial, da Universidade Anhanguera - Uniderp, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Produção e Gestão Agroindustrial.

Orientação:

Prof. Dr. José Antonio Maior Bono

CAMPO GRANDE – MS

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Anhanguera – Uniderp

Bertolin, Fabiano.

B462u Uso e manejo de pastagens na região do cerrado de Mato Grosso do Sul: impactos na agregação de um latossolo vermelho. / Fabiano Bertolin. -- Campo Grande, 2013.
40f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Anhanguera - Uniderp, 2013.

“Orientação: Prof. Dr. José Antonio Maior Bono.”

1. Cerrado 2. Uso do solo I. Título.

CDD 21.ed. 333.74
631.4

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: **Fabiano Bertolin**

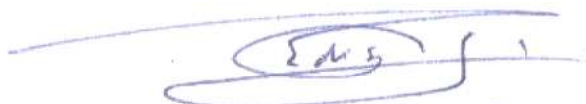
Dissertação defendida e aprovada em 14 de fevereiro de 2014 pela Banca Examinadora:



Prof. Doutor **José Antonio Maior Bono (Orientador)**



Prof. Doutor **Manuel Claudio Motta Macedo (Embrapa Gado de Corte)**



Prof. Doutor. **Edison Rubens Arrabal Arias (Sítio Bela Vista)**

DEDICO

Aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado, me ensinando e dando condições para a minha formação, sendo exemplos de vida pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

A minha esposa e filha, que através delas adquiri forças para essa longa jornada. Também ao meu irmão e minhas avós que sempre estiveram ao meu lado para me ajudar.

Aos meus padrinhos e família que sempre me acolheram principalmente nesse período da minha vida.

Agradeço ao meu professor orientador que teve paciência e que me ajudou bastante a concluir este trabalho, agradeço também aos meus professores que durante muito tempo me ensinaram e me qualificaram ainda mais para o mercado de trabalho.

As pessoas que me auxiliaram de alguma forma na condução dos experimentos. A Evaneza, técnica do laboratório de Fertilidade da Universidade Anhanguera - Uniderp e aos alunos do curso de Agronomia Alexandre Catafesta Neto, Diogo Oliveira Amorim e Rodrigo Dos Santos Rufino. Aos meus colegas de mestrado que me ajudaram.

A Embrapa Gado de Corte pela utilização de sua área experimental, onde foram coletados os dados da presente Dissertação.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO GERAL DE LITERATURA	4
2.1. Produção na região do Cerrado.....	4
2.2. Uso do solo com pastagem	6
2.3. Uso do solo com lavouras.....	7
2.4. Uso do solo com sistema de lavoura pecuária.....	9
2.5. Qualidade física do solo como indicador de produção sustentável	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
3. ARTIGO	19
RESUMO	20
ABSTRACT	21
3.1. INTRODUÇÃO	22
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
3.4. CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1.** Valores da estatística F e sua significância para as classes, de agregados estáveis em água, diâmetro médio ponderado (DMPea) da estabilidade dos agregados, índice de eficiência da agregação (IEA), matéria orgânica nas classes de agregados para diversos manejos de um Latossolo Vermelho distrófico da região do Cerrado de Campo Grande-MS, sob pastagem nas camadas de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm. Campo Grande, MS, 2014..... 28
- TABELA 2.** Valores médios da porcentagem dos agregados estáveis em água para diferentes manejos de pastagem em um Latossolo Vermelho distrófico da região do Cerrado de Campo Grande-MS, sob pastagem nas camadas de 0 a 10 cm a 10 a 20 cm. Campo Grande, MS, 2014..... 29
- TABELA 3.** Valores médios do diâmetro médio ponderado dos agregados seco ao ar (DMPsa) e dos agregados estáveis em água (DMPea) e o índice de eficiência de agregação (IEA) para diferentes manejos de pastagem em um Latossolo Vermelho distrófico da região do Cerrado de Campo Grande-MS, sob pastagem nas camadas de 0 a 10 cm a 10 a 20 cm. Campo Grande, MS, 2014 31
- TABELA 4.** Valores médios dos teores de matéria orgânica (MO) dos agregados estáveis em água para diferentes manejos de pastagem em um Latossolo Vermelho distrófico da região do Cerrado de Campo Grande-MS, sob pastagem nas camadas de 0 a 10 cm a 10 a 20 cm. Campo Grande, MS, 2014..... 32

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Matéria orgânica dos agregados estáveis em água para diferentes manejo de pastagem em um Latossolo Vermelho distrófico da região do Cerrado de Campo Grande-MS, sob pastagem nas camadas de 0 a 10 cm a 10 a 20 cm. Campo Grande, MS, 201435

1. INTRODUÇÃO GERAL

A região dos Cerrados reveste-se de grande importância para o setor agropecuário e agroindustrial brasileiro. A partir da expansão da fronteira agrícola iniciada nos anos 70, impulsionada pela abertura de novas áreas, os solos sob cerrados passaram por transformações significativas, ocasionadas pelo emprego de tecnologias, destacando-se as áreas de fertilidade e manejo do solo, melhoramento genético e diversificação de cultivos.

A entrada da exploração da agropecuária na região do cerrado provocou aumentos significativos na produção do agronegócio brasileiro, inclusive no cenário mundial, na produção de grãos e carne bovina. Porém o manejo inadequado tem sido a principal causa de degradação dessas áreas, tendo como consequência a redução de matéria orgânica e também alterações nas características físicas, químicas e biológicas (SILVA et al., 2006; FALCÃO, 2012; JAKELAITIS et al., 2008).

Destaca-se como exemplo negativo do uso e manejo inadequado do solo, modificações de alguns atributos tais como: a densidade, a sua agregação, a condutividade hidráulica, a curva característica de retenção de água, a infiltração de água no solo e a resistência a penetração (CARVALHO et al. 2004; BONO et al., 2012).

É importante ressaltar a comparação entre o sistema de manejo e a capacidade de uso do solo de modo que os atributos físicos vêm sendo utilizados para estudar os efeitos conversão de áreas nativas em lavouras ou pastagem, visando à sustentabilidade da produção (MARCHÃO et al., 2007). A busca da

qualidade do solo esta sendo um desafio para pesquisa atual, ou seja, como avaliar a qualidade de um solo de maneira simples e confiável.

Esta qualidade física do solo pode ser avaliada através das propriedades físicas, tornando possível o monitoramento de mudanças do solo, a médio e longo prazo (ARAÚJO et al., 2007). Dentre as propriedades físicas do solo, a mais utilizada é a sua agregação, definida como o a união das partículas de areia, silte e argila, cimentadas pela matéria orgânica do solo, as quais mantém relacionamento com ao fluxo de água, aeração e densidade do solo (PEREIRA et al., 2009).

A avaliação de propriedades físicas do solo, como índice de qualidade, é destacada por Beutler et al. (2001), Lima et al. (2007), Bono et al. (2013), servindo de parâmetros para comparar sistemas de produção mais sustentáveis para o cerrado. Entre as propriedades físicas do solo a agregação através da distribuição dos agregados estáveis em água, diâmetro médio ponderado e o índice de estabilidade dos agregados, podem manifestar a qualidade física do solo (DEMARCHI et al., 2011).

Os tamanhos dos agregados podem ser relacionados com a proteção da matéria orgânica. Os microagregados (agregados < 0,25 mm) são ligados por materiais orgânicos como raízes e hifas de fungos e polissacarídeos derivados de microrganismos ou plantas, resultando em macroagregados (agregados > 0,25 mm) e os microagregados são menos suscetíveis as praticas agrícolas de manejo em relação aos macroagregados (SALTON et al. 2008; COSTA JUNIOR et al. 2012). Resk et al. (1991) relatam que os microagregados tem uma proteção química, enquanto que macroagregados são fisicamente protegidos.

Diferentes sistemas de uso de manejo do solo acabam influenciando na formação e estabilidade dos seus agregados afetando a qualidade estrutural do solo (DERMARCHI et al., 2011). As reduções na atividade e população microbiana e por consequência nos teores de matéria orgânica do solo, ocasionada pelas práticas de cultivo, afetam diretamente a estabilidade estrutural do solo (ALBUQUERQUE et al., 2005). Assim, sistemas de uso do solo que favorecem o crescimento radicular, contribuem para as melhorias das

propriedades do solo, necessárias para atingir e manter elevadas produtividades (PARENTE et al., 2011).

Na agricultura, para a produção de grãos, o sistema de manejo de solo utilizando o plantio direto é o que melhor estrutura o solo, atribuído ao maior acréscimo da matéria orgânica, dessa forma aumentando a sua estabilidade de agregados (WENDLING et al., 2012).

No uso do solo com pastagem, quando bem manejada, a agregação do solo ocorre rapidamente e em quantidade, devido a abundância do sistema radicular formada pela pastagem logo após a sua implantação (SALTON et al., 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade física do solo, através da sua agregação, em diferentes manejos de solo sob pastagens, após 19 anos de uso em um Latossolo Vermelho distrófico em região de Cerrado no município de Campo Grande, MS.

2. REVISÃO GERAL DE LITERATURA

2.1. Produção agropecuária na região de Cerrado

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro com pouco mais de 208 milhões de hectares ou aproximadamente 21% do território nacional, perdendo apenas para a Floresta Amazônica (KLINK et al., 2005).

Nas últimas décadas, o Cerrado vem apresentando grande potencial para a produção de alimentos, porém com solo pouco fértil que requer aplicação de novas tecnologias, possibilitando um sistema de produção econômica explorada de forma racional (SOUZA, et al., 2008).

Atualmente, no Cerrado brasileiro são cultivados cerca de 98,5 milhões de ha incluindo pastagens cultivadas e pastagem nativas, culturas anuais, culturas perenes e florestas. Essa região do País é responsável por mais 55% da produção de soja. Também tem importância na produção de outras culturas como algodão, milho, arroz e feijão. A pecuária demonstra números bastante significativos, com 42% do rebanho nacional, tornando-se responsável por 55% da produção de carne do país (LOPES et al., 2012).

A produção de grãos e pecuária, o reflorestamento e silvicultura são incluídos como uma das principais atividades, destacando-se as espécies de pinus, eucalipto, seringueira e teca (DUBOC, 2008).

A expansão da produção no Cerrado é devido à disponibilidade de áreas propícias para as culturas de grãos, solos profundos, bem drenados, com inclinações menores que 3%, favorecendo a mecanização (MAROULLI, 2003). Estas características são predominantes nos solos da classe Latossolos,

necessitando manejo adequado, ou seja, respeitando a sua aptidão agrícola, fazendo as correções necessárias em relação à acidez, à saturação por alumínio e a baixa fertilidade (DINIZ, 2006).

A incorporação do Cerrado ao sistema produtivo brasileiro, sem a concepção de sustentabilidade levou a um cenário de degradação, despertando a necessidade de adoção de práticas de produção agropecuária conservacionistas, destacando-se os sistemas de plantio direto com rotação de culturas e o de integração lavoura/pecuária/floresta, os quais trouxeram muitas mudanças no controle de erosão, tornando-se uma alternativa para contribuir com a sustentabilidade econômica e ambiental do agroecossistema (SILVA et al., 2006; CARNEIRO et al., 2009).

A retirada da cobertura vegetal nativa e sua queima, práticas comuns no início da abertura do Cerrado, ocasiona degradação do solo, como a diminuição de matéria orgânica, alterando as características químicas dos solos, seja de forma direta ou indireta (SIQUEIRA NETO et al., 2009). Neste processo de substituição da vegetação nativa, também podemos associar degradações do solo, como processos erosivos, o consumo de nutrientes, a salinização, compactação e desertificação, levando a redução de produtividade e diminuição do rendimento das culturas (FALCÃO, 2012) e a intensa utilização de maquinários agrícolas, fertilizantes e agrotóxicos, afetando a cobertura do solo e demais ecossistemas (CUNHA et al., 2008).

De acordo com o manejo do solo utilizado durante o processo produtivo ocorrem alterações na estrutura do solo causando altas densidades e dificultando a penetração das raízes no solo. Também podem influenciar na porosidade total, distribuição e diâmetros de poros, porosidade de aeração, capacidade de armazenamento de água, disponibilidade para as plantas e consistência e máxima compactabilidade do solo. Outra maneira de acelerar o processo de decomposição da matéria orgânica e desagregação do solo é com o preparo excessivo do solo, por meio de aração e gradagem (ALMEIDA et al., 2008).

A utilização de aração e gradagem nos sistemas de manejo convencionais, causando revolvimento intensivo do solo, acabam favorecendo o

processo de erosão e compactação do solo no decorrer do tempo, (AZEVEDO et al., 2007), fatos estes atribuído a desagregação do solo.

Quando o ambiente é degradado por não existir um planejamento adequado, resultam em terras abandonadas e improdutivas, aumentando ainda mais a perda do solo por erosões. Nessas condições, de má qualidade física dos solos, ocorre a diminuição na capacidade de infiltração de água da chuva, aumento do escoamento superficial, surgimento de voçorocas, afetando também recursos hídricos. Outros impactos que a degradação promove são na diminuição de matéria orgânica do solo e liberação de CO₂ para atmosfera, baixa aeração, prejudicando o desenvolvimento das plantas reduzindo o seu sistema radicular e dificultando a mecanização (CAMPELLO et al., 2007; ANDRADE et al., 2009).

2.2. Uso do solo com pastagem

No Brasil os sistemas extensivos de exploração para a produção animal, principalmente a de bovinos de corte, é realizado principalmente em pastagens, podendo ser nativas ou cultivadas. Porém, mais da metade de pastagens cultivada no Cerrado encontram-se degradadas ou em processo de degradação (MACEDO, 2009). Os manejos realizados nessas áreas são de baixa eficiência, sem reposição de nutrientes, causa acidificação do solo, perda da matéria orgânica. Depara-se com o surgimento de pragas, plantas daninhas e erosão hídrica, nos diversos estágios. As pastagens com o tempo perdem o seu vigor, produtividade e capacidade de regeneração natural, deixando-a incapaz de sustentar os níveis de produção e qualidade exigida pelo animal (SOUZA et al., 2008; FERREIRA et al., 2010).

A presença de camada compactada do solo é causada pelo pisoteio dos animais, ou seja, lotações inadequadas. Sobrecarga animal causa danos às propriedades físicas do solo, proporcionando menor infiltração de água da chuva e, em caso de áreas de relevo acentuado, provocam maior escoamento superficial favorecido pela declividade e presença de pouca massa verde na superfície, promovendo o arraste de partículas, aumento da densidade, redução da porosidade, resistência a penetração em condições de baixa umidade, e como

consequência o empobrecimento na fertilidade do solo. No período seco do ano ocorre a desagregação do solo (MAPFUMO et al., 2000; PARENTE et al., 2011; FIDALSKI et al., 2008; SOUZA et al., 2008).

Quando o pastejo é realizado em solos com umidade elevada e com baixa cobertura vegetal, o efeito do pisoteio dos animais sobre o solo é potencializado. A fim de minimizar esse efeito do pisoteio sobre a qualidade física dos solos, é importante destacar o controle das taxas de lotação animal, em relação à quantidade de pastagem produzida e à manutenção de cobertura vegetal adequada (FIDALSKI et al., 2008).

A queima das pastagens faz com que o solo fique exposto, desprotegido ao impacto das gotas de chuva, proporcionando o aumento de compactação e a erosão, havendo o interrompimento gradual do ciclo de retorno da matéria orgânica, diminuindo a capacidade de troca de cátions, a retenção de água e perda de nutrientes, como N, S e K do sistema e favorecendo o aparecimento de plantas invasoras (PERON et al., 2004).

Uma pastagem com boa cobertura de solo e produção de matéria seca causa menor degradação física do solo, pela proteção da superfície do solo contra impacto direto das gotas de chuva, impedindo a desagregação das partículas do solo, e o sistema radicular das pastagens promove melhorias da estrutura do solo, devida a ação biológica e física direta na agregação das partículas (MACIEL, 2008).

2.3. Uso do solo com lavouras

Os sistemas agrícolas que utilizam a monocultura e o uso de equipamentos inadequados de preparo do solo resultam em rápida degradação do solo, agravados pelas condições de umidade inadequadas durante o preparo do solo (FERREIRA et al., 2010).

O preparo do solo tem por finalidade aumentar os espaços porosos e com isso aumentar a permeabilidade e o armazenamento de ar e água que possam criar condições favoráveis à germinação, facilitar o crescimento radicular, e incorporar corretivos e fertilizantes. Além de promover o corte e o enterrio das

plantas daninhas auxilia no controle de pragas e patógenos do solo (MARIA et al., 1999; AZEVEDO et al., 2007; GABRIEL FILHO et al., 2000).

O emprego de sistemas de manejo convencionais que atuam com revolvimento intensivo do solo utilizando-se de implementos como arados e grades, favorecem ao longo do tempo a intensificação dos processos de erosão e compactação do solo, proporcionando a degradação física, química e biológica do solo (AZEVEDO et al., 2007).

A utilização de arados e grades revolvendo o solo altera a agregação, principalmente das argilas, que retém a maior parte dos nutrientes necessários às plantas, facilitando o seu arraste pela ação da chuva e do vento, causando erosão e aumento de evaporação da água armazenada devido ao solo estar desprotegido (GABRIEL FILHO et al., 2000). A de causar perda de nutrientes, contaminação de mananciais e diminuir a produtividade agrícola pelo empobrecimento do solo (GUADAGNIN et al., 2005).

Em áreas preparadas com aração e gradagens é comum encontrar camadas compactadas próximas a superfície, devido ao transito intenso de maquinários, que exercem pressão sobre camada não cortada pelos implementos e pelo elemento cortante, que exerce pressão na área de contato entre as camadas mobilizadas e não mobilizadas (MARIA et al., 1999).

Segundo Assis et al. (2005) as faixas compactadas causadas pelos rodados do trator são decorrentes ao preparo durante a semeadura no qual houve uma redução na infiltração de água e maiores valores de densidade do solo limitando o processo de germinação das sementes, reduzindo a produtividade.

Outro fator provocado pela compactação é a redução da condutividade hidráulica, ou seja, a infiltração e o movimento da água dentro do perfil do solo, bem como para as raízes das plantas e para a drenagem interna (LIER et al., 1999). A vantagem que o sistema plantio direto tem sobre o sistema convencional no que se refere à condutividade hidráulica, é por apresentar um sistema permanente de bioporos e canais deixados por raízes que apodrecem, permitindo uma melhor drenagem (ASSIS et al., 2005).

Afim de minimizar esses prejuízos a adoção do sistema de plantio direto em que não há revolvimento do solo pois mantém uma cobertura vegetal,

tem como benefício a estruturação do solo, que por sua vez reduz acentuadamente a erosão, minimizando perdas de água do solo e nutrientes, além de aumentar os estoques de matéria orgânica e o sequestro de carbono consequentemente ocorre um aumento no teor de carbono orgânico total. Por apresentar um sistema permanente de bioporos e canais deixados por raízes que apodrecem, permite uma melhor drenagem. Esse processo apresenta melhorias de qualidade ao solo refletindo diretamente na fertilidade, potencializando a redução futura do uso de corretivos e fertilizantes, e no ambiente, reduzindo os índices de poluição. Condições ideais para garantir a sustentabilidade e alta produtividade (AZEVEDO et al., 2007; ASSIS et al., 2005; MARCOLAN e ANGHINONI, 2006).

A rotação de culturas acaba promovendo altos valores de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na camada superficial do solo, em relação às camadas mais profundas. O problema que a camada superficial apresenta acidificação comprometendo a localização dos corretivos e fertilizantes, como não há incorporação física, durante a aplicação, promove a capacidade de alteração na distribuição de nutrientes no perfil do solo, influenciando na disponibilidade e aproveitamento pelas plantas. A distribuição de nutrientes no perfil do solo esta relacionada pela falta do preparo e pela deposição na superfície dos nutrientes absorvidos pelas plantas (SANTOS e TOM, 2003).

2.4. Uso do solo com sistemas de integração lavoura-pecuária

O sistema de integração lavoura e pecuária está sendo utilizado para recuperação dos solos e de pastagens degradadas. Esse sistema de produção integração lavoura e pecuária em rotação, sendo consórcio ou ciclo, praticado em uma mesma área e no mesmo ano ou mais. Com a implantação desse sistema, pode haver redução de custos, aumentando a eficiência do uso da terra, tanto nos aspectos físicos como químicos e biológicos, tornando o sistema de produção sustentável além de rentável (BALBINO et al., 2011 e CARVALHO et al., 2005).

Balbino et al. (2011) comentam que adotando esse sistema de integração lavoura-pecuária (iLP), pode-se contribuir mais para o sistema de

plantio direto, pois a pastagem bem manejada, produz palhada (resíduo de material orgânico) deixada na superfície do solo, proporcionando um solo bem estruturado para utilização da lavoura. A implantação desse sistema beneficia o meio ambiente, na redução de degradação física, química e biológica do solo, também na redução de agroquímicos, com o interrompimento dos ciclos de pragas, doenças e plantas daninhas. A utilização de leguminosas aumenta o teor de nitrogênio e reciclam nutrientes, além de o sistema adotado contribuir com a matéria orgânica, ocorrer maior crescimento radicular de pastagem e de cultura de grãos. Com o decorrer do tempo o plantio direto, com diferentes intensidades de manejo da pastagem, resultará em adições diferenciadas de resíduos vegetais e resíduo de origem animal ao solo. Outro fator são os diferentes estoques de C orgânico (CO) e de N total (NT), graça ao acréscimo diferenciado de resíduos ao solo (SOUZA et al., 2009).

Vale ressaltar que o sistema de plantio direto é eficiente em manter o estoque de carbono orgânico total (COT), pois está relacionado ao manejo da pastagem e de culturas de verão, podendo ser monocultura ou rotação. Gerando aumento no que se diz respeito ao efeito na qualidade do solo, a iLP pode beneficiar atmosfera servindo como um depósito de C (NICOLOSO et al., 2008).

Uma questão importante em relação ao sistema de integração lavoura pecuária, é que após a saída dos animais, o nível crítico de biomassa deverá permanecer sobre o solo, fazendo com que cultura de verão plantada via direta obtenha uma boa fixação. No entanto, existe um desafio de descobrir um nível de biomassa de forragem que promove elevado desempenho animal, e que permite criar um ambiente para alcançar alto rendimento de grãos na cultura seguinte (LOPES et al., 2009).

Esse sistema de manejo é importante não apenas para recuperar áreas degradadas, mas também para proteger o solo de ações do tempo, como é o caso da utilização da cobertura do solo por plantas e, ou seus resíduos que concentram maior conteúdo de água no solo, proporcionando um aumento da capacidade de retenção e redução da evaporação, elevando a umidade e a diminuição de temperatura em solos cobertos por resíduos vegetais, favorecendo a germinação e o desenvolvimento inicial das plantas.

A cobertura vegetal promove melhorias nas propriedades físicas do solo, obtendo maior concentração de resíduos orgânicos e baixa taxa de mineralização. Também proporciona ação direta e efetiva na redução de erosão hídrica, dispersando as gotas da chuva, diminuindo a desagregação das partículas de solo e o selamento superficial, aumentando a infiltração de água, reduzindo a velocidade do escoamento superficial, ou seja, evitando o potencial erosivo de enxurrada. Além desses benefícios em relação à estrutura do solo, as culturas alternadas no sistema iLP apresentam mais nutrientes, controlam a erosão, reduzem a ocorrência de plantas invasoras e, melhoram a qualidade do solo (FERREIRA et al., 2010).

2.5. Qualidade física do solo como indicador de produção sustentável

É necessário caracterizar as propriedades do solo para avaliar a qualidade do solo que afetam sua capacidade produtiva. No entanto, um solo de boa qualidade, onde interagem vários processos de natureza física, química e biológica, basta que os sistemas de uso e manejo mantenham a capacidade do solo, em relação à resistência do solo a penetração, fixação das raízes, disponibilidade de água, aeração, fornecimento de nutrientes e matéria orgânica, influenciando diretamente no desenvolvimento e crescimento das plantas (BLAINSKI et al., 2008; JAKELAITIS et al., 2008).

O monitoramento da qualidade do solo está direcionado a detectar tendências de mudanças por um período longo, podendo ser feito na propriedade agrícola ou em níveis mais abrangentes, região e outros. Para adotar práticas de manejo e conservação do solo e da água, procura-se fazer um planejamento para depois ser executado, devendo manter ou mesmo melhorar seus atributos, ocorrendo aumento da capacidade do solo em sustentar uma produtividade biológica competitiva, sem afetar a qualidade da água. Também pode ser utilizado para avaliar impactos ambientais quando incorporado ao processo produtivo, servindo como instrumento nas funções de controle, fiscalização e monitoramento de áreas destinadas à proteção ambiental (ARAUJO et al., 2007).

Na busca por atributos sensíveis as mudanças provocadas pelo manejo do solo é essencial disponibilizar indicadores de sustentabilidade, que quantifiquem e indiquem o grau de conservação de um dado sistema. Entre os indicadores mais utilizados atualmente, destacam-se nitrogênio e carbono da biomassa microbiana do solo, taxa de respiração basal, sendo que a partir destes, obtêm-se três outros índices: o quociente microbiano, quociente metabólico e nitrogênio microbiano. Caso a capacidade de utilização do carbono e nitrogênio seja diminuída, significa que a biomassa microbiana passou por algum fator de tensão. Segundo Silva et al. (2007) o carbono da biomassa microbiana (C_{mic}) e o nitrogênio da biomassa microbiana (N_{mic}), bem como razão C_{mic}/C_{org} e N_{mic}/N_{total} são índices úteis para monitorar as transformações da matéria orgânica do solo.

Atributos do solo relacionados à sua qualidade a formação de macroagregados estáveis (agregados $> 250 \mu m$), sendo responsável pela a estrutura, entre outras propriedades emergentes, pois os microagregados estáveis (agregados de 20 a 250 μm) são unidos por raízes ou hifas de fungos e polissacarídeos derivados de microrganismos ou plantas, formando os macroagregados, tornando assim os microagregados mais estáveis e menos suscetíveis a praticas agrícolas de manejo do que os agregados (SALTON et al., 2008). A matéria orgânica, por fazer parte na formação e estabilidade dos agregados devesa buscar formas de uso e manejo do solo que aumente seu teor e não apenas o sequestro de carbono (COSTA JUNIOR et al., 2012).

Solos que são submetidos a cultivos intensivos tendem a perder a estrutura original pelo fracionamento dos agregados maiores em unidades menores, havendo redução dos macroporos e aumento dos microporos e da densidade, sendo que a intensidade destas alterações variam com o tipo de solo e com os sistemas de manejo utilizados (DEMARCHI et al., 2011).

A formação e estabilidade dos seus agregados são responsáveis pela qualidade estrutural do solo, passando a ser uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade dos seus sistemas de uso e manejo. Para avaliar a agregação do solo podemos separar os tamanhos dos agregados do solo por classe, determinar o diâmetro médio ponderado (DMP), o diâmetro médio geométrico (DMG) e o

Índice de Estabilidade dos Agregados (IEA). O IEA representa uma medida da agregação total do solo, não considerando a distribuição por classes de agregados (VEIGA, 2011).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE R.; STONE L. F. Índice S como indicador da qualidade física de solos do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.4, p.382–388, 2009.

ALBUQUERQUE, J. A.; ARGENTONETON, J.; BAYER, C.; WILDNER, L. do P.; KUNTZE, M. A. G. Relação de atributos do solo com a agregação de um latossolo vermelho sob sistemas de preparo e plantas de verão para cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 415-424, 2005.

ALMEIDA V. P.; ALVES, M. C.; SILVA, E. C. da; OLIVEIRA, S. A. de. Rotação de culturas e propriedades físicas e químicas em latossolo vermelho de cerrado sob preparo convencional e semeadura direta em adoção. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p.1227-1237, mar. 2008.

ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 1099-1108, 2007.

ASSIS, R. L.; LANÇAS, K. P. Avaliação dos atributos físicos de um nitossolo vermelho distroférico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 515-522, 2005.

AZEVEDO, D. M. P.; LEITE, L. F. C.; TEIXEIRA NETO, M. L.; DANTAS, J. S. Atributos físicos e químicos de um latossolo amarelo e distribuição do sistema radicular da soja sob diferentes sistemas de preparo no cerrado maranhense. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 38, n.1, p.32-40, 2007.

BALBINO L. C.; CORDEIRO L. A. M.; SILVA, V. P. da.; MORAES, A. de.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; et al. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura pecuária floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n.10, out. 2011.

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 Solo**, Viçosa, v. 25, p. 167-177, 2001.

BONO, J. A. M.; MACEDO, M. C. M.; TORMENA, C. A.; NANNI, M. R.; GOMES, E. P.; MÜLLER, M. M. L. Infiltração de água no solo em um latossolo vermelho da região sudoeste dos cerrados com diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 6 p. 1845-1853, nov./dec. 2012.

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**, Viçosa, v.37, n.3, pp. 743-753 mai./jun. 2013.

BLAINSKI, E.; TORMENA C. A.; FIDALSKI J.; GUIMARÃES, R. M. L. Quantificação da degradação física do solo por meio da curva de resistência do solo à penetração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, nº 03 p.975-983, mai./jun. 2008.

CAMPELLO, E. F. C.; SILVA, T. A.; NOBREGA, P. de O.; VIEIRA, A. L. M.; FRANCO, A. A.; RESENDE, A. S. Sistemas agroflorestais na mata atlântica: a experiência da Embrapa Agrobiologia. **Circular Técnica**, 21, Seropédica. p. 1519-7328, dez. 2007.

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

CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; TREIN, C. R.; FLORES, J. P. C.L; CEPIK, C. T. C.; LEVIEN, R.; LOPES; M. T.; BAGGIO, C.; LANG, C. R.; SULC, R. M.; PELISSARI, A. O estado da arte em integração lavoura e pecuária. **Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia**, Canoas-RS, p.7-44, 2005.

CARVALHO, J. R. P.; DECHEN, S. C. F.; DUFRANC, G. Variabilidade espacial da agregação do solo avaliada pela geometria fractal e geoestatística. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, vol. 28, n. 1, p.1-9, jan./fev. 2004.

COSTA JUNIOR, C.; PÍCCOLO, M. C. SIQUEIRA NETO, M.; CAMARGO, P. B. de; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono em agregados do solo sob vegetação nativa, pastagem e sistemas agrícolas no bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1311-1321, jul./ago. 2012.

CUNHA, N. R. da S.; LIMA J. E.; GOMES, M. F. de M.; BRAGAL, M. J. A Intensidade da Exploração Agropecuária como Indicador da Degradação

Ambiental na Região dos Cerrados, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 46, n.2, p. 291-323, abr./jun. 2008.

DERMARCHI, J. C.; PERUSI, M. C.; PIROLI, E. L. Análise da estabilidade de agregados de solos da microbacia do Ribeirão São Domingos, Santa Cruz do Rio Pardo – SP, sob diferentes tipos de uso e ocupação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 4, n. 2, p.07–29, mai./ago. 2011.

DINIZ, B. P. C. **O Grande Cerrado do Brasil Central: geopolítica e economia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006. 216 p.. (Tese de doutorado em Geografia Humana – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo).

DUBOC, E. **O Cerrado e o Setor Florestal Brasileiro**. Planaltina-DF; jul. 2008. (EMBRAPA- CPAC Documento 218).

FALCÃO, J. V. **Qualidade do solo e desempenho econômico do cultivo do morango em Brazlândia, Distrito Federal**. Brasília: Universidade de Brasília, 2012. 80 p.. (Dissertação de Mestrado em agronomia – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília).

FERREIRA, R. R. M.; FILHO, J. T.; FERREIRA, V. M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 913-932, out./dez. 2010.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C. A.; CECATO, U.; BARBERO, L. M.; LUGÃO, S. M. B.; COSTA M. A. T. Qualidade física do solo em pastagem adubada e sob pastejo contínuo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.11, p.1583-1590, nov. de 2008.

GABRIEL FILHO, A.; PESSOA, A. C. S.; STROHHAECKER, L.; HELMICH, J. J. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de Mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e Aveia preta. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 953-957, nov. /dez. 2000.

GUADAGNIN, J. C.; BERTOL, I.; CASSOL, P. C.; AMARAL, A. J. do. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 277-286, mai./abr. 2005.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; SANTOS, J. B. dos; VIVIAN, R. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 2, p. 118-127, jun. 2008.

KLINK C. A.; MACHADO R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Brasília, v. 1, n 1, jul. 2005.

LIER, Q. J. V.; LIBARDI, P. L. Variabilidade dos parâmetros da equação que relaciona a condutividade hidráulica com a umidade do solo no método do perfil instantâneo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p.1005-1014, 1999.

LIMA, C. G. R.; CARVALHO, M. P.; MELLO L. M. M. de; R. LIMA, C. Correlação linear e espacial entre a produtividade de forragem, a porosidade total e a densidade do solo de Pereira Barreto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1233-1244, 2007.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; RAMOS, S. J. **A saga do desenvolvimento agrícola no cerrado brasileiro**. Universidade Federal de Lavras, 2012. Regional Activities/Latin America. dez. 2012.

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

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

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

MAPFUMO, E.; CHANASYK, D. S.; BARON, V. S.; NAETH, M. A. Grazing impacts on selected soil parameters under short-term forage sequences. **Journal of Range Management**, USDA, v. 53, n. 5, p. 466-470. 2000.

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

MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M. da; SANTOS JUNIOR, J. de D. G. dos; SÁ, M. A. CA. De; VILELA, L.; BECQUER T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 873-882, jun. 2007.

MARQUELLI, R. P. **O desenvolvimento sustentável da agricultura no Cerrado Brasileiro**. Brasília: Universidade de Brasília, 2003. 54 p.. (Monografia de Pós Graduação em nível de Especialização *Lato Sensu*, modalidade MBA, em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, com área de concentração em Planejamento Estratégico, Universidade de Brasília, Brasília).

MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; DIAS, H. S. 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**, Viçosa, v. 23, p. 703-709, abr. 1999.

NICOLOSO, R. S.; LOVATO, AMADO, T.; T. J. C.; BAYER, C.; LANZANOVA, M. E. Balanço do carbono orgânico no solo sob integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2425-2433, 2008.

PARENTE, H. N.; MAIA, M. O. Impacto do pastejo sobre a compactação dos solos com ênfase no Semiárido. **Revista Trópica Ciências Agrárias e Biológicas**, São Luís. v. 5, n. 3, p. 3, 2011.

PEREIRA, B. L. S.; SOUZA, L. D.; SOUZA, L. da S.; SANTOS, C. V. dos. **Avaliação da estabilidade de agregado em latossolo amarelo distrófico na Embrapa mandioca e fruticultura tropical**. Jornada Científica Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, 2009.

PERON, A. J.; EVANGELISTA A. R. Degradação de pastagens em Regiões de Cerrado. **Ciência e Agrotecnologia de Lavras**. Lavras. v. 28, n. 3, p. 655-661, mai./jun. 2004.

RESCK, D.; PEREIRA, J.; SILVA, J.E. da. **Dinâmica da matéria orgânica na região dos cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1991. 22p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 36).

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J. BAYER C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; et al. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em mato grosso do sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p.11-21, 2008.

SANTOS, H. P.; TOM, G. O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e de manejo de solo. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 477-486, mai./jun. 2003.

SILVA R. F.; AQUINO A. M.; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. de F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 41, n. 4, p. 697-704, abr. 2006.

SILVA, M. B.; KLIEMANN H. J.; SILVEIRA, P. M. da.; LANNA, A. C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 42, n. 12, p.1755-1761, dez. 2007.

SIQUEIRA NETO, M.; PICOLLO, M. de C.; SCOPEL, E.; COSTA JUNIOR, C. da; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono total e atributos químicos com diferentes

usos do solo no Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá. v. 31, n. 4, p. 709-717, 2009.

SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; BANYS, V. L. Atributos físicos e químicos de um Latossolo Amarelo e distribuição do sistema radicular da soja sob diferentes sistemas de preparo no cerrado maranhense. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 4, p. 525-531, 2008.

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

VEIGA, M. **Metodologia para coleta de amostras e análises físicas de solo**, Florianópolis, EPAGRI, Boletim Técnico, 156, 2011. 52p.

WENDLING, B.; VINHAL-FREITAS, I. C.; OLIVEIRA, R. C. de; BABATA, M. M.; BORGES, E. N. Densidade, agregação e porosidade do solo em áreas de conversão do cerrado em floresta de pinus, pastagem e plantio direto. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 28, Supplement 1, p. 256-265, Mar. 2012.

3. ARTIGO

USO E MANEJO DE PASTAGENS NA REGIÃO DO CERRADO DE MATO GROSSO DO SUL: IMPACTOS NA AGREGAÇÃO DO SOLO DE UM LATOSSOLO VERMELHO

RESUMO

Objetivou-se no presente trabalho avaliar a qualidade física do solo, através da sua agregação, em pecuária contínua, após 19 anos de uso em um Latossolo Vermelho distrófico da região de Cerrado. Os tratamentos utilizados foram solo com vegetação natural (CERR), solo com pastagem *Brachiaria decumbens* cultivar Basilisk contínua com adubação de manutenção, a cada dois anos e com leguminosa (PCAML), solo com pastagem *Brachiaria decumbens* cultivar Basilisk contínua com adubação de manutenção, a cada dois anos (PCAM), solo com pastagem *Brachiaria decumbens* cultivar Basilisk contínua com adubação na implantação (PCAI), solo com pastagem *Brachiaria decumbens* cultivar Basilisk contínua sem adubação (PC). Em novembro de 2012, após 19 anos de uso do solo, foram coletadas nos respectivos tratamentos amostras de solo em quatro locais por parcela, e em duas profundidades 0 a 10 cm e 10 a 20 cm. Avaliou-se a distribuição de tamanho dos agregados seco ao ar e da distribuição de tamanhos de agregados estáveis em água, determinando os diâmetros médios ponderados estáveis em água (DMP_{ea}), o índice de eficiência dos agregados (IEA) e teor de matéria orgânica do solo. O manejo da pastagem com adubação favorece a formação de agregados maiores no solo, bem como o DMP_{ea} , IEA e o teor de matéria orgânica, melhorando a qualidade física do solo, tanto na camada de 0 a 10 cm como de 10 a 20 cm. Os impactos da retirada da vegetação nativa sobre os agregados do solo podem ser melhorados com uso do solo com pastagem e manejada com adubação.

Palavras-chave: Física do solo; sustentabilidade; matéria orgânica.

USE AND MANAGEMENT OF PASTURE IN THE CERRADO REGION OF MATO GROSSO DO SUL: IMPACTS IN SOIL AGGREGATION OF AN OXSOIL

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the physical quality of the soil, through their aggregation pasture, with and without utilize maintenance, after 19 years of use in an Oxisol in the cerrado region. The treatments were soil with natural vegetation (CERR), soil with *Brachiaria decumbens* pasture farming Basilisk with continuous maintenance fertilization, every two years and with legumes (PCAML), soil with *Brachiaria decumbens* pasture farming Basilisk with continuous maintenance fertilization, the every two years (PCAM), soil with *Brachiaria decumbens* pasture farming Basilisk with continuous fertilization to implantation (PCAI), soil with *Brachiaria decumbens* pasture farming Basilisk continuous without fertilization (PC). In November 2012, after 19 years of land use in the treatments were collected soil samples at four locations per plot, and two depths 0 to 10 cm and 10 to 20 cm. We evaluated the size distribution of aggregates to air dry and size distribution of water-stable aggregates, determining the weighted average diameters stable in water (DMPea), the efficiency ratio of households (IEA) and organic matter content of soil. The management of grassland with fertilizer favors the formation of larger aggregates in the soil as well as DMPea, IEA and the content of organic matter, improving soil physical quality, both in the 0 to 10 cm layer and 10 to 20 cm. Impacts of the removal of native vegetation on soil aggregates can be improved with the use of soil and pasture management with fertilization.

Keywords: Soil physics; sustainability; organic matter.

3.1. INTRODUÇÃO

A região dos Cerrados reveste-se de grande importância para o Brasil, principalmente para o setor agropecuário e agroindustrial. A partir da expansão da fronteira agrícola nos anos 70, impulsionada pela abertura de novas áreas, os solos sob Cerrados passaram por transformações significativas, ocasionadas pelo emprego de tecnologias, destacando-se as alterações nas áreas de fertilidade e manejo do solo, melhoramento genético e diversificação de cultivos.

No Brasil os sistemas extensivos de exploração para a produção animal, principalmente a de bovinos de corte, é realizado principalmente em pastagens, podendo ser nativas ou cultivadas. Porém, mais da metade as pastagens cultivadas no Cerrado encontram-se degradadas ou em processo de degradação (MACEDO et al., 2009). Os manejos realizados nessas áreas não apresentam nenhuma eficiência, com excesso de unidade animal e praticando manejo intensivo (SOUZA et al., 2008).

Com o passar do tempo o solo sob pastagem diminuindo seu desempenho e potencial de agregação, devido a falta de reposição dos nutrientes, a acidificação, perda da matéria orgânica e à compactação do solo causado pelo pisoteio animal. Deparam com o surgimento de pragas, plantas daninhas e erosão hídrica, nos diversos estágios. A degradação da pastagem ocasiona perdas de nutrientes como fósforo, potássio, cálcio e magnésio, perdas de vigor, produtividade e capacidade de sua regeneração natural, deixando-a incapaz de sustentar os níveis de produção e qualidade exigida pelo animal (SOUZA et al., 2008).

A presença de camada compactada do solo é causada pelo o pisoteio dos animais, ou seja, lotações inadequadas. Sobrecarga animal causa danos a propriedades físicas do solo, proporcionando menor infiltração de água da chuva e, em caso de áreas de relevo acentuado, provoca maior escoamento superficial e presença de pouca massa verde na superfície, promovendo o arraste de partículas, e como consequência o empobrecimento na fertilidade do solo. (PARENTE et al., 2011, SOUZA et al., 2008).

Os efeitos da compactação causada pela pressão dos cascos dos

animais comprometem as propriedades e qualidades físicas do solo, tem um aumento da densidade, redução da porosidade, mais resistência a penetração em condições de baixa umidade, e quando há excesso de umidade reduz sua oxigenação (MAPFUMO et al., 2000, FIDALSKI et al., 2008).

Uma pastagem bem manejada evita a degradação física do solo, e protege contra o impacto das gotas de chuva, impede a deterioração da estrutura da superfície do solo e reduz as perdas de água por evaporação. O sistema radicular das pastagens promove melhorias da estrutura do solo, devido a ação biológica e física direta na agregação das partículas (MACIEL, 2008).

A qualidade física do solo pode ser medida pela porosidade total, densidade, compactação relativa, distribuição dos tamanhos dos agregados e disponibilidade de água, as quais influenciam no crescimento e o desenvolvimento das plantas e mantem a diversidade de organismos que habitam o solo (BONO et al., 2013; CARNEIRO et al., 2009).

Quando o solo é submetido ao processo produtivo, as suas características físicas sofrem alterações, e devido ao fato do solo promover perda da qualidade estrutural e aumentar a suscetibilidade à erosão, é fundamental a avaliação dessas características após a introdução de atividade de caráter antrópico, para buscar alternativas de manejo mais sustentáveis (WENDLING et al., 2012).

Uma ferramenta que vem sendo utilizada para a avaliação da sustentabilidade dos sistemas de uso e manejo é a qualidade física do solo, sendo a agregação uma das maneiras de aferir esta qualidade, medida por parâmetros como, teor de matéria orgânica, diâmetro médio ponderado (DMP), diâmetro médio geométrico (DMG) e o Índice de Estabilidade dos Agregados (IEA) (WENDLING et al., 2012, DEMARCHI et al., 2011).

Este trabalho teve como objetivo verificar a influência de diferentes sistemas de manejo de solo sob pastagens na qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico, no município de campo Grande em Mato Grosso do Sul.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental está localizada no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte – Embrapa Gado de Corte, no município de Campo Grande – MS, nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 20° 25'03" e longitude 54° 42'20" a uma altitude de 559 m.

O solo foi descrito como Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2013). O local foi desmatado no ano agrícola de 1972/73, cuja vegetação era típica de cerrado. Em outubro de 1987, foi realizada uma gradagem pesada, retirada de raízes, calagem (1,0 t ha⁻¹ - PRNT-100%) e adubação da área (350 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio e 40 kg ha⁻¹ de FTE), incorporados com grade niveladora e seu uso foi na manutenção geral do rebanho da Embrapa Gado de Corte até agosto de 1993.

Em julho de 1994 o solo foi preparado para a implantação dos tratamentos sob delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições.

Tratamentos:

Para realização do presente trabalho foram considerados os seguintes tratamentos de manejo do solo:

- CERR - solo com vegetação natural;
- PCAML - solo com pastagem contínua de *Brachiaria decumbens* cultivar Basilisk, com adubação de manutenção a cada dois anos e com leguminosa;
- PCAM - solo com pastagem contínua de *Brachiaria decumbens* cultivar Basilisk com adubação de manutenção a cada dois anos;
- PCAI - solo com pastagem contínua de *Brachiaria decumbens* cultivar Basilisk com adubação na implantação;
- PC solo com pastagem contínua de *Brachiaria decumbens* cultivar Basilisk contínua sem adubação.

Todas as áreas de pastagens tiveram manejo animal controlado por meio da oferta de forragem uniforme.

Descrição dos tratamentos:

Nos tratamentos PCAML, PCAM, PCAI e PC, a implantação da pastagem *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk foi feita em parcelas com dimensões de 140 x 50 m (7.000 m²).

Nos tratamentos PCAML e PCAM as área foram corrigidas com calcário para manter a saturação por bases entre 40 a 45% com aplicação de calcário dolomítico com PRNT de 80% e feitas adubação de manutenção a cada dois anos utilizando 400 kg ha⁻¹ do formulado 0-20-20, aplicado a lanço, e realizadas nos meses de novembro e no PCAM anualmente 50 kg ha⁻¹ de N, tendo como fonte a uréia, sendo realizada entre dezembro e janeiro. No PCAML foram introduzidas leguminosas, composta por uma mistura de calopogônio e estilosante (cultivar Campo Grande). A taxa de lotação nestes tratamentos foram de 1,6 UA ha⁻¹.

O tratamento PCAI a área foi corrigida com 1.500 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 80%) e adubada apenas na implantação com 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ utilizando a fonte superfosfato simples, 100 kg ha⁻¹ de K₂O utilizando como fonte o cloreto de potássio e 50 kg ha⁻¹ de N da fonte uréia animal (UA) ha⁻¹. A taxa de lotação neste tratamento foi de 0,8 UA ha⁻¹.

O tratamento PC foi implantado a forrageira sem correção e adubação e a taxa de lotação foi de 0,6 UA ha⁻¹.

No tratamento CERR, consideraram-se parcelas de 140 x 50 m (7.000 m²) de vegetação nativa existente ao lado do experimento.

As adubações e corretivos nas pastagens foram estabelecidos de acordo com análises de amostras de solos e a recomendação da Embrapa (2001).

Parâmetros avaliados:

Em novembro de 2012, após 19 anos de uso do solo, foram coletadas nos respectivos tratamentos amostras de solo em quatro locais por parcela, e em duas profundidades 0 a 0,10 m e 0,10 a 0,20 m. As amostras, sob condições de friabilidade no campo (consistência do solo quando úmido), foram

passadas em peneira com 8 mm de abertura de malha e coletadas na peneira de 4 mm, conforme Guedes et al. (1996).

Em seguida, procedeu-se a análise da distribuição de tamanho dos agregados seco ao ar e da distribuição de tamanhos de agregados estáveis em água, agitados conforme descrito por Veiga (2011).

Utilizou-se 100 g de agregados seco ao ar, colocando-os na parte superior de um conjunto de cinco peneiras com 2,00; 1,00; 0,50; 0,25 e 0,105 mm, e agitando verticalmente com 46 oscilações por minuto dentro da água, durante 10 minutos.

Nas amostras dos agregados secos ao ar, determinou-se a umidade pelo método gravimétrico (Embrapa, 2011), para corrigir a umidade nos agregados submetidos ao agitação. De acordo com as peneiras utilizadas, os agregados foram distribuídos nas seguintes classes: 8 a 2; 2 a 1; 1 a 0,5; 0,5 a 0,25 e 0,25 a 0,105 mm.

Nos diferentes tamanhos de agregados separados em água determinou-se o teor de matéria orgânica do solo (MO) conforme Embrapa (2011).

Com os valores da distribuição dos tamanhos dos agregados seco ao ar e estáveis em água, determinaram-se os diâmetros médios ponderados, seco ao ar (DMP_{sa}) e estáveis em água (DMP_{ea}) para obter o índice de eficiência dos agregados (IEA) conforme Veiga (2011) através das seguintes equações (eq. 1 e eq. 2):

$$DMP_{sa} = \sum_{i=1}^n (p_i * d_i) \quad (\text{Eq. 1})$$

$$DMP_{ea} = \sum_{i=1}^n (p_i * d_i) \quad (\text{Eq. 2})$$

i representa a classe de agregados (8 a 4; 4 a 2; 2 a 1; 1 a 0,5; e < 0,5 mm); p_i é a proporção de agregados presente na respectiva classe em

relação a massa total de agregados; e d é o diâmetro médio da classe (respectivamente 6; 3; 1,5; 0,75 e 0,25 mm).

Com as valores dos DMP_{sa} e DMP_{ea} determinou-se o Índice de Eficiência de Agregação (IEA) através da equação 3 (eq. 3):

$$IEA = \frac{DMP_{ea}}{DMP_{sa}} \text{ (Eq. 3)}$$

Análises estatísticas:

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Os valores obtidos de distribuição dos tamanhos dos agregados estáveis em água, DMP_{sa} , DMP_{ea} , IEA e MO, foram submetidos a análise de variância e para comparar as médias entre os tratamentos aplicou-se o teste de Waller-Duncan a 5% de probabilidade.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 observam-se os valores obtidos para as classes de agregados estáveis em água, diâmetro médio ponderado (DMP_{ea}) da estabilidade dos agregados, índice de eficiência da agregação (IEA), matéria orgânica nas classes de agregados para diversos sistema de manejo pastagem, nas camadas de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm.

Para ambas as profundidades, tanto para o local de amostragem como para a interação local e tratamento, não houve efeito significativo ($P < 0,05$).

Na camada de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, houve efeito significativo dos tratamentos para todos os parâmetros analisados ($P < 0,05$), com exceção da classe de agregados de AG 1 a 0,5 mm na camada de 10 a 20 cm que não foi significativo ($P > 0,05$).

Os valores médios da porcentagem dos agregados estáveis em água nos diferentes sistemas de manejos de pastagem em um Latossolo Vermelho distrófico do Cerrado estão apresentados na Tabela 2.

Os tratamentos com pastagem adubada a cada dois anos apresentou, nas classes de agregados de 8 a 2 mm e 2 a 1 mm, e pastagem adubada a cada dois anos com leguminosa apresentou, nas classes de agregados de 8 a 2 mm, percentuais de agregados estáveis em água iguais ao solo com vegetação nativa em ambas camadas estudadas, evidenciando o efeito deste manejo da pastagem na agregação do solo.

TABELA 1. Valores da estatística F e sua significância para as classes, de agregados estáveis em água, diâmetro médio ponderado (DMPea) da estabilidade dos agregados, índice de eficiência da agregação (IEA), matéria orgânica nas classes de agregados para diversos manejos de um Latossolo Vermelho distrófico da região do Cerrado de Campo Grande-MS, sob pastagem nas camadas de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm. Campo Grande, MS, 2014.

Propriedades avaliadas	Causa de variação			Causa de variação		
	Bloco	Tratamentos	CV%	Bloco	Tratamentos	CV%
	Valor de F			Valor de F		
	0 a 10 cm			10 a 20 cm		
AG 8 a 2 mm	0,01 ^{ns}	29,47**	20,8	0,05 ^{ns}	11,62**	29,9
AG 2 a 1 mm	0,05 ^{ns}	12,90**	23,0	0,04 ^{ns}	7,42*	22,9
AG 1 a 0,5 mm	0,03 ^{ns}	11,22**	35,8	0,32 ^{ns}	0,79 ^{ns}	35,8
AG 0,5 a 0,25 mm	0,32 ^{ns}	7,27**	22,5	1,53 ^{ns}	10,95**	22,5
AG 0,25 a 0,105 mm	0,57 ^{ns}	4,40*	37,4	1,67 ^{ns}	4,66*	37,4
DMPsa	0,79 ^{ns}	3,61*	5,2	0,80 ^{ns}	57,47**	5,2
DMPea	0,01 ^{ns}	39,91**	17,1	0,10 ^{ns}	14,28**	17,1
IEA	0,02 ^{ns}	29,53**	17,9	0,24 ^{ns}	23,19**	17,9
MO 8 a 2 mm	0,22 ^{ns}	56,00**	10,6	1,27 ^{ns}	15,19**	10,6
MO 2 a 1 mm	0,76 ^{ns}	54,12**	5,0	1,78 ^{ns}	71,37**	5,2
MO 1 a 0,5 mm	0,05 ^{ns}	72,78**	5,6	1,09 ^{ns}	51,60**	5,8
MO 0,5 a 0,25 mm	0,51 ^{ns}	53,50**	4,1	1,27 ^{ns}	84,26**	4,2
MO 0,25 a 0,105 mm	0,34 ^{ns}	45,18**	10,0	1,08 ^{ns}	54,84**	8,9

ns= não significativo * = significativo a 5% e **=significativo a 1% AG= Classe de tamanho de agregados estáveis em água; MO= matéria orgânica nos agregados.

TABELA 2. Valores médios da porcentagem dos agregados estáveis em água para diferentes manejos de pastagem em um Latossolo Vermelho distrófico da região do Cerrado de Campo Grande-MS, sob pastagem nas camadas de 0 10 cm a 10 a 20 cm. Campo Grande, MS, 2014.

Tratamentos	Classes dos agregados estáveis em água (mm)				
	8 a 2	2 a 1	1 a 0,5	0,5 a 0,21	021 a 0,105
	%				
	0 a 10 cm				
CERR	31,04 a	27,11 a	21,75 b	15,29 c	4,81 c
PCAI	20,02 b	13,73 c	25,15 b	27,69 a	13,41 a
PCAM	30,32 a	28,62 a	16,69 c	16,79 c	7,59 b
PCAML	29,49 a	25,50 a	13,50 c	23,35 b	8,15 b
PC	8,79 c	17,37 b	32,56 a	30,63 a	10,65 a
	10 a 20 cm				
CERR	26,38 a	22,57 a	23,02 a	21,02 c	7,01 a
PCAI	17,20 b	13,49 c	25,11 a	34,34 b	9,86 a
PCAM	26,43 a	20,95ab	25,79 a	22,27 c	4,57 b
PCAML	25,85 a	14,44 c	19,33 b	30,44b	9,94 a
PC	9,47 c	18,99b	22,34 a	39,64 a	9,56 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Waller-Duncan a 5% de probabilidade.

O efeito benéfico da maior agregação do solo está na maior capacidade de infiltração de água, menor densidade do solo, maior espaço de aeração, melhora da condutividade hidráulica, ou seja, a infiltração e o movimento da água dentro do perfil do solo, a curva característica de retenção de água e menor resistência a penetração do sistema radicular, conforme é discutidos nos trabalhos de Carvalho et al. (2004) e Bono et al. (2012).

De acordo com os autores Conte et al. (2011) e Salton et al. (2008), a estabilidade de agregados pode aumentar o teor de matéria orgânica e conseqüentemente o teor de carbono, sendo que a presença do sistema radicular torna-se fundamental para a existência de agregados maiores.

Bono et al. (2013) e Salton et al. (2008) trabalhando na mesma área experimental também verificaram o efeito positivo da pastagem manejada com adubo e leguminosa na agregação do solo.

Estes resultados confirmam os de Ayarza et al. (1993) e Alvarenga e Davide (1999), os quais relataram que solo cultivado com pastagem apresenta o mesmo percentual de agregados, em relação a vegetação natural.

Silva et al. (2006) e Ferreira et al. (2010), afirmam que outro fator para que ocorra maior estabilidade dos agregados está relacionado a fauna do solo, principalmente em áreas de pastagens com leguminosas.

Os agregados estáveis proporcionam uma boa estrutura ao solo, ocorrendo no interior do solo espaços porosos para que as raízes se desenvolvam, sem sofrer ação mecânica, que impedem o seu desenvolvimento, o aumento da fauna e circulação de ar e água (FERREIRA et al. 2010).

Esta agregação da pastagem adubada a cada dois anos, assim como aquelas com uso de leguminosa é atribuída à fertilização do solo, que favorece a intensa rebrota e conseqüentemente a renovação da biomassa radicular, portanto, não havendo o preparo do solo, acaba contribuindo para a formação de agregados de maior tamanho (CORAZZA et al. 1999; SIX et al. 2004; MARCHÃO et al. 2007). Havendo mais resíduos vegetais sobre solo, protegendo-o, assim, da ação compressiva e cisalhante dos cascos dos animais, também permite intensificar a sua utilização com maior taxa de lotação animal (FIDALSKI et al., 2008; BONO et al., 2013).

Quanto maior o percentual de agregação do solo, maior será seu diâmetro médio ponderado (DMPea). Na Tabela 3 observa-se outras variáveis também, apresentando maior percentual de agregação nas classes de 8 a 2 mm e 2 a 1 mm, para ambas profundidades.

Ao comparar o DMPsa com o DMPea, verifica-se efeito significativo somente para os tratamentos no DMPea, indicando que o fator água é o principal agente na redução do diâmetro dos agregados, refletindo no índice de eficiência de agregação (IEA).

TABELA 3. Valores médios do diâmetro médio ponderado dos agregados seco ao ar (DMPsa) e dos agregados estáveis em água (DMPea) e o índice de eficiência de agregação (IEA) para diferentes manejos de pastagem em um Latossolo Vermelho distrófico da região do Cerrado de Campo Grande-MS, sob pastagem nas camadas de 0 a 10 cm a 10 a 20 cm. Campo Grande, MS, 2014.

Tratamentos	DMPsa	DMPea	IEA
0 a 10 cm			
mm			
CERR	4,67 a	2,18 a	0,47 a
PCAI	4,49 a	1,51 b	0,34 b
PCAM	4,70 a	2,14 a	0,46 a
PCAML	4,66 a	2,05 a	0,44 a
PC	4,57 a	1,07 c	0,20 c
10 a 20 cm			
CERR	4,27 a	1,92 a	0,45 a
PCAI	4,43 a	1,39 b	0,32 b
PCAM	4,61 a	1,92 a	0,42ab
PCAML	4,50 a	1,78 a	0,39 b
PC	4,32 a	1,08 b	0,18 c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Waller-Duncan a 5% de probabilidade.

O DMPea e o IEA para a pastagem adubada a cada dois anos e a pastagem adubada a cada dois anos com leguminosa, em ambas profundidades, seguiram a mesma tendência do percentual de agregação do solo com vegetação nativa, ou seja não difeririam estatisticamente entre si.

A pastagem sem adubação apresentou o menor porcentual de IEA, entre os sistemas estudados, evidenciando o efeito do manejo com fertilizante na agregação do solo. Este efeito também é verificado ao longo do tempo, onde a pastagem que recebeu adubação na implantação teve seu DMPea na camada de 0 a 10 cm e o IEA em ambas profundidades superior a pastagem sem adubação. Estes dados reforçam os obtidos por Reichert et al. (2004), Ayarza et al. (1993) e

Salton et al. (1999) que verificaram o DM_{Pea} e IEA semelhantes entre pastagem bem manejada e vegetação nativa.

Quanto maior o DM_{Pea} maior o percentual de agregados nas classes de 8 a 2 mm e 2 a 1 mm. Estes agregados estariam fisicamente protegidos, a matéria orgânica tem capacidade de se aderir às partículas minerais do solo, enquanto que os agregados menores estão quimicamente protegidos, pois os agregados estão aderidos as partículas de minerais do solo (Resck, 1996). Deste modo os agregados maiores seriam mais fáceis de sofrerem os processos de desagregação e o que mais estariam ligados a degradação do solo.

Na tabela 4 verificamos os teores de matéria orgânica nas classes de agregados. Nas classes de 2 a 1 mm e 1 a 0,5 mm, em ambas profundidades observa-se os maiores teores.

O solo com vegetação nativa apresentou o teor de matéria orgânica dos agregados significativamente superior aos demais tratamentos nas classes de 2 a 1 mm e 1 a 0,5 mm na camada de 0 a 10 cm. No entanto, na camada de 10 a 20 cm, as pastagens manejadas com fertilizantes e com leguminosas apresentaram os maiores teores de matéria orgânica, nas respectivas classes, evidenciando o efeito de carbono orgânico em profundidade.

Os agregados maiores, por terem agentes ligantes temporários (raízes ou hifas de fungos), estão extremamente relacionados a presença de plantas e adição de resíduos ao solo e ficam desprotegido a partir do momento em que o solo se encontra descoberto ou em pousio diminuindo a quantidade e estabilidade destes agregados, reduzindo a matéria orgânica do solo (PILLON et al. 2002), o que pode explicar o efeito do manejo da pastagem sem adubação, na qual houve produção de pouca massa vegetal expõem mais a superfície do solo ao impacto das gotas de chuvas, favorecendo o processo de desagregação.

TABELA 4. Valores médios dos teores de matéria orgânica (MO) dos agregados estáveis em água para diferentes manejos de pastagem em um Latossolo Vermelho distrófico da região do Cerrado de Campo Grande-MS, sob pastagem nas camadas de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm. Campo Grande, MS, 2014.

Tratamentos	Classes dos agregados estáveis em água (mm)				
	8 a 2	2 a 1	1 a 0,5	0,5 a 0,21	0,21 a 0,105
	%				
	0 a 10 cm				
CERR	30,16 a	41,55 a	42,06 a	33,72 a	27,16 a
PCAI	26,09 c	24,07 c	27,87 c	21,17 c	16,58 b
PCAM	27,95 b	32,61 b	35,53 b	27,84 b	27,15 a
PCAML	28,87ab	34,75 b	27,96 c	25,33 b	25,43 b
PC	19,25 d	20,23 d	14,00 d	9,30 d	13,58 c
	10 a 20 cm				
CERR	18,67 b	23,95 a	18,64bc	16,56bc	16,76 b
PCAI	18,11 b	20,22 b	21,69ab	15,79 c	15,40 b
PCAM	20,12ab	25,23 a	24,56 a	22,26 a	21,65 a
PCAML	21,96 a	23,23 a	21,38 b	18,15 b	19,16 a
PC	14,59 c	17,06 c	17,08c	16,29bc	10,10 c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Waller-Duncan a 5% de probabilidade.

A pastagem com adubação a cada dois anos, pastagem com adubação a cada dois anos e leguminosas, e pastagem com adubação de implantação, atuam na agregação do solo devido ao sistema radicular. Promovem aumento de matéria orgânica, aumento no teor de carbono do solo e no crescimento radicular (SALTON et al., 2008; CONTE et al., 2011; COSTA JUNIOR et al., 2012).

No tratamento sem adubação, os teores de matéria orgânica foram inferiores aos demais tratamentos, em todas as classes de agregados, indicando que o manejo das pastagens com adubação aumentam os teores de MO nos agregados. Costa Junior et al. (2012), comentam que a matéria orgânica é necessária para o acúmulo de carbono e favorecendo a atividade da microbiota do solo, como os fungos que ajudam a agregar as partículas do solo.

O sistema radicular de pastagem de ciclagem rápida provoca um aumento no surgimento de material vegetal nas camadas mais superficiais, e favorece o estoque de carbono quando não há preparo do solo. Em pastagem

com manejo adequado, no qual mantém a conservação de matéria orgânica do solo, permite que o estoque de carbono no solo seja superior a vegetação nativa, de acordo com Jakelaitis et al. (2008), Ferreira et al. (2010) e Wendling et al. (2012).

Jakelaitis et al. (2008) mencionam que na literatura encontram-se trabalhos que são contraditórios em relação as diferenças de carbono encontrados em solos de vegetação nativa e de pastagens. Sabe-se que o teor de carbono pode variar de solo para solo, isso se for para uma mesma produção e deposição de biomassa ao solo, tendo como objetivo a qualidade do material conduzido, a influencia de fatores sobre a microbiota do solo e sobre a taxa de decomposição.

A contribuição de carbono ao solo, pelas raízes, é vital para existência de agregados maiores, comprovado pelos sistemas com pastagem permanente, que apresentam DMP significativamente maior que os sistemas com pastagem sem adubação e sem leguminosas, segundo Salton et al. (2008).

A agregação do solo está relacionada ao teor de matéria orgânica até um determinado tamanho, a partir do qual os valores decaem. Neste estudo os teores de matéria orgânica foram mais elevados nas classes de 2 a 1 e 1 a 0,5 mm, para as ambas profundidades (Figura 1).

Após a implantação das pastagens, não ocorre mais o preparo do solo, estas favorecem a produção e manutenção do teor de matéria orgânica, que segundo Maciel (2008) beneficia a estabilidade dos agregados.

A agregação do solo em pastagem é decorrente do efeito do crescimento das raízes que ajudam nesse processo, estimulando a atividade microbiana, aumenta a quantidade de exsudatos que atuam como agentes de agregação do solo, ou seja, proporcionando o agrupamento de agregados menores, o que resulta na formação de agregados maiores (COSTA JUNIOR et al., 2012).

O teor da matéria orgânica do solo decai devido à presença de uma quantidade reduzida de organismos em decomposição, a aumento da taxa de decomposição, decorrente de alterações de fatores naturais, prejudicando a estrutura do solo, e causando degradação.

Dependendo de como é submetido o manejo do solo, a matéria orgânica, sendo um dos principais agentes na formação e estabilização dos agregados acaba influenciando na formação e estabilidade dos mesmos, conforme relatado também por Resck et al. 1998; Ferreira et al. 2010; Demarchi et al. (2011). Assim o manejo das pastagens com adubação, proporciona aumentos na agregação do solo e no seu DMP_{ea} contribuindo para a melhoria da qualidade física do solo, chegando a ser comparado aos níveis verificados no solo de vegetação natural.

A melhoria na qualidade física do solo, que segundo Araújo et al. (2012), favorece ao crescimento radicular; armazenagem e suprimento de água e nutrientes, trocas gasosas e atividade biológica, contribui para a sustentabilidade.

Alves et al. (2007) mencionam a utilização de pastagens e leguminosas para recuperação de áreas degradadas, em razão de suas características, como a proteção da superfície do solo e a melhoria nos teores de matéria orgânica, melhorando a agregação do solo, fato este comprovado neste estudo.

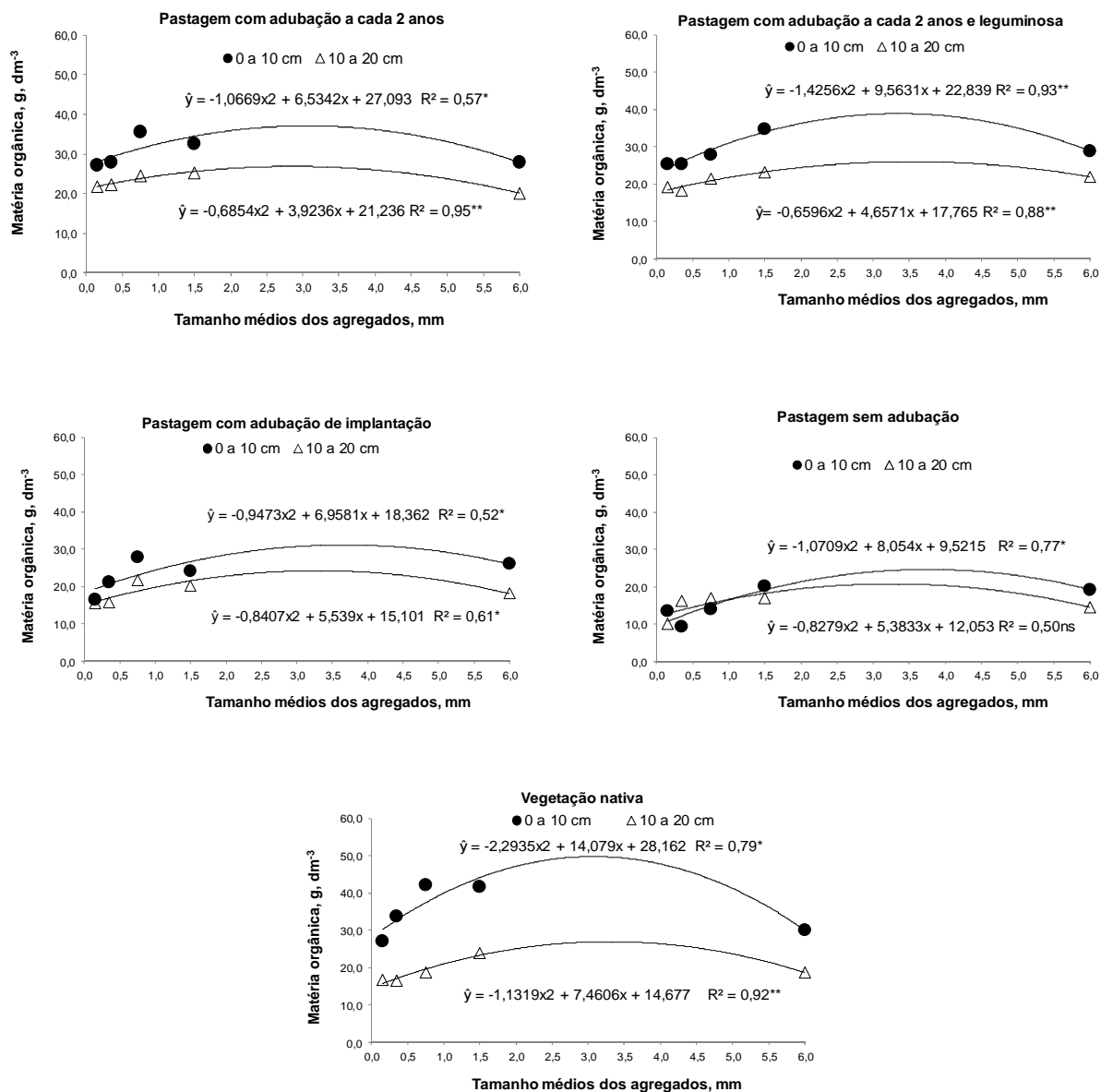


Figura 1. Matéria orgânica dos agregados estáveis em água para diferentes manejo de pastagem em um Latossolo Vermelho distrófico da região do Cerrado de Campo Grande-MS, sob pastagem nas camadas de 0 a 10 cm a 10 a 20 cm. Campo Grande, MS, 2014.

3.4 CONCLUSÕES

O manejo da pastagem com adubação favorece a formação de agregados maiores no solo, melhorando a qualidade física do solo, tanto na camada de 0 a 10 cm como na 10 a 20 cm.

Os impactos da retirada da vegetação nativa sobre os agregados do solo podem ser reduzidos pelo uso do solo com pastagem e manejada com adubação e lotação controlada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, M. I. M.; DAVIDE, A. V. Características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro e a sustentabilidade de agroecossistemas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 933-942, 1999.

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**, Viçosa, v. 31, P. 617-625, 2007.

ARAÚJO, E. A. de; KER, J. C.; NEVES, J. C. L.; LANI, J. L. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 5, n. 1, p. 187-206, 2012.

AYARZA, M.; VILELA, L.; RAUSCHER, F. Rotação de culturas e pastagens em um solo de Cerrado: Estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24. Goiânia, 1993. Cerrados: Fronteira agrícola do século XXI: **Resumos...** Goiânia, SBCS, v. 3. p.121-122, 1993.

BONO J. A. M.; MACEDO M. C. M.; TORMENA C. A.; NANNI, M. R.; GOMES, E. P.; MULLER, M. M. L. 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**, Viçosa, v.37, n.3, pp. 743-753 mai./jun. 2012.

CARNEIRO M. A. C.; SOUZA E. D.; REIS, E. F. dos; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. de. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob

diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 147-157, 2009.

CARVALHO, J. R. P.; DECHEN, S. C. F.; DUFRANC, G. Variabilidade espacial da agregação do solo avaliada pela geometria fractal e geoestatística. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 1, p.1-9, jan./fev. 2004.

CONTE, O.; FLORES, J. P. C. et al. Evolução de atributos físicos de solo em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, nº. 10 Out 2011.

CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A.C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira de ciência do solo**, Viçosa, v. 23, p. 425-432, 1999.

COSTA JUNIOR, C.; PÍCCOLO, M. C. SIQUEIRA NETO, M.; CAMARGO, P. B. de; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono em agregados do solo sob vegetação nativa, pastagem e sistemas agrícolas no bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1311-1321, jul./ago. 2012.

DERMARCHI, J. C.; PERUSI, M. C.; PIROLI, E. L. Análise da estabilidade de agregados de solos da microbacia do Ribeirão São Domingos, Santa Cruz do Rio Pardo – SP, sob diferentes tipos de uso e ocupação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 4, n.2, p.07–29, 2011.

EMBRAPA, **Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Tecnologias de produção de soja** – região central do Brasil -2000, Londrina: Embrapa-soja, Embrapa-Cerrado, Embrapa-Oeste, EPAMIG, Fundação Triângulo Mineiro, p. 237, 2001.

EMBRAPA, **Sistema Brasileiro de Classificação do Solo**, 3ª ed. Revista e ampliada, Brasília, 2013, p. 353.

EMBRAPA, **Manual de método de análise de solo**, org. Kangussu, G. D., Rio de Janeiro, 2011, p. 230.

FERREIRA, R. R. M.; TAVARES FILHO, J.; FERREIRA, V. M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 913-932, out./dez. 2010.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C. A.; CECATO, U.; BARBERO, L. M.; LUGÃO, S. M. B.; COSTA M. A. T. Qualidade física do solo em pastagem adubada e sob pastejo contínuo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.11, p.1583-1590, nov. de 2008.

GUEDES, H. M.; RESCK, M. V. S.; PERREIRA I. da S.; SILVA, J. E. da; CATRO, L. H. R. Caracterização da distribuição de tamanho de agregados de diferentes

sistemas de manejo e seu conteúdo de carbono em Latossolo Vermelho-Escuro Brasil In: PERREIRA, R.C.; NASSER, L.C.B. SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 7, 1996, INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1, BRASÍLIA, 1996. **Anais...** Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 1996. p.329-333.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; SANTOS, J. B. dos; VIVIAN, R. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 2, p. 118-127, jun. 2008.

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

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

MAPFUMO, E.; CHANASYK, D. S.; BARON, V. S.; NAETH, M. A. Grazing impacts on selected soil parameters under short-term forage sequences. **Journal of Range Management**, USDA, v. 53, n. 5, p. 466-470. 2000.

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

PARENTE, H. N.; MAIA, M. O. Impacto do pastejo sobre a compactação dos solos com ênfase no Semiárido. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinhos, v. 5, N. 3, p. 3, 2011.

PILLON, C. N.; MIELNICZUK, J.; MARTIN NETO, L. **Dinâmica da material orgânico no ambiente. Embrapa Clima Temperado**. Pelotas. p. 23, dez. 2002. (EMBRAPA- Clima Temperado – Documento, 105)

REICHERT, J. M.; REINERT, J. D.; SILVA, V. R. Compactação do solo em sistema de plantio direto: Limites críticos e mitigação, In: COUTO, E.G. e BUENO, J.F., orgs. REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14. Cuiabá, 2004. **Anais...** Cuiabá, SBCS/UFMT, p.167-198, 2004.

RESCK, D. V. S. Manejo de solo e sustentabilidade dos sistemas agrossilvipastoris na região dos cerrados, In: PEREIRA, R. C.; NASSER, L. C. B. SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8, 1996, Brasília, **Anais...**, Planaltina: CPAC, p. 81-89, 1996.

RESCK, D.V.S. Agricultural intensification systems and their impact on soil and water quality in the Cerrados of Brazil. In: LAL, R. **Soil quality and agricultural sustainability**, Michigan, Ann Arbor Press, 1998. p. 288-300.

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; BROCH, D. L.; FABRÍCIO, A. C. Alterações em atributos físicos do solo decorrentes da rotação soja-pastagem, no sistema plantio direto. Dourados: **Embrapa Agropecuária Oeste**, 1999. 5p. (Comunicado Técnico, 10)

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J. BAYER C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; et al. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em mato grosso do sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p.11-21, 2008.

SILVA R. F.; AQUINO A. M.; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. de F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n.4, p.697-704, abr. 2006.

SIX, J.; BOSSUYT, H.; DEGRYZE, S.; DENEFF, K. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. **Soil and Tillage Research**, v. 79, p. 7-31, 2004.

SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; BANYS, V. L. Atributos físicos e químicos de um Latossolo Amarelo e distribuição do sistema radicular da soja sob diferentes sistemas de preparo no cerrado maranhense. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 4, p. 525-531, 2008.

VEIGA, M. **Metodologia para coleta de amostras e análises físicas de solo**. Florianópolis: EPAGRI, 2011. 52p.

WENDLING, B.; VINHAL-FREITAS, I. C.; OLIVEIRA, R. C. de; BABATA, M. M.; BORGES, E. N. Densidade, agregação e porosidade do solo em áreas de conversão do cerrado em floresta de pinus, pastagem e plantio direto. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, Supplement 1, p. 256-265, Mar. 2012.