

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DISPONIBILIDADE DE FORRAGEM DE BRACHIARIA
BRIZANTHA (Syn. *Urochloa brizantha*) CV PIATÃ E ATRIBUTOS
DO SOLO EM SISTEMA INTEGRADO**

Lenise Castilho Monteiro

AQUIDAUANA-MS
AGOSTO/2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DISPONIBILIDADE DE FORRAGEM DE BRACHIARIA
BRIZANTHA (Syn. *Urochloa brizantha*) CV PIATÃ E ATRIBUTOS
DO SOLO EM SISTEMA INTEGRADO**

Acadêmica: Lenise Castilho Monteiro
Orientador: Júlio César Salton

“Trabalho apresentado ao programa de pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal)”.

AQUIDAUANA-MS
AGOSTO/2021

M778d Monteiro, Lenise Castilho

Disponibilidade de forragem de *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv Piatã e atributos do solo em sistema integrado / Lenise Castilho Monteiro. – Aquidauana, MS: UEMS, 2021.

64 p.

Tese (Doutorado) – Agronomia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Cesar Salton

1. *Brachiaria brizantha* 2. Sistemas Integrados 3. Matéria Orgânica 4. Estabilidade de Agregados I. Salton, Júlio Cesar
II. Título

CDD 23. ed. – 633.202

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

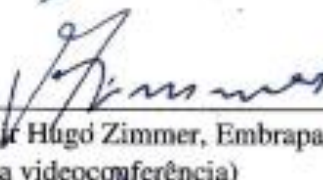
LENISE CASTILHO MONTEIRO

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, como requisito para obtenção do grau de Doutor em Agronomia.

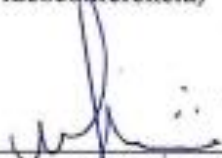
TESE APROVADA EM 30/08/2021



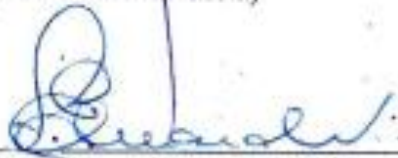
Dr. Júlio Cesar Salton (Orientador)



Dr. Ademir Hugo Zimmer, Embrapa
(via videoconferência)



Dr. Marcos Antonio Camacho da Silva, UEMS
(via videoconferência)



Dr. Francisco Eduardo Torres, UEMS
(via videoconferência)



Dr. Tiago Lima do Espírito Santo, Unicampo
(via videoconferência)

EPÍGRAFE

*Você não sabe o quanto eu caminhei
Pra chegar até aqui
Percorri milhas e milhas antes de dormir
Eu nem cochilei
Os mais belos montes escalei
Nas noites escuras de frio chorei [...]*

*A vida ensina e o tempo traz o tom
Pra nascer uma canção
Com a fé do dia a dia encontro a solução
Encontro a solução [...]*

Meu caminho só meu Pai pode mudar.

“A estrada” - Cidade Negra;

Composição: Da Gama.

À toda minha família, pelo suporte e torcida.

Em especial aos meus pais, Silvio Alcantara Monteiro e Nilce Luzia Castilho Monteiro,
por me levantarem nos momentos difíceis e me puxarem sempre pela mão nos
momentos de cansaço.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e à Nossa Senhora do Perpetuo Socorro que me deram saúde, ânimo e força.

Aos meus pais por todo suporte e amor que foram essenciais nesse momento.

Às minhas irmãs que sempre estiveram presentes nos momentos de descontração.

Ao meu orientador, Prof. Dr Júlio Cesar Salton por toda a paciência e compreensão.

Aos meus tutores na Argentina, Prof. Dr. Juan Lopes Galantini e Prof. Dr. Eduardo de Sá Pereira.

À UEMS (Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul) pela oportunidade de cursar o Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela bolsa de estudo e incentivo a pesquisa.

A todos os professores do curso de Pós-Graduação em Agronomia, em especial aos professores e amigos Francisco Eduardo Torres, Elói Panachuki e Marcos Camacho pelo apoio, respeito, carinho e pela contribuição para minha formação.

Aos companheiros e amigos do Laboratório de Manejo e Conservação do Solo e da Água pela ajuda no decorrer deste trabalho.

A toda equipe da EMBRAPA Agropecuária Oeste que de qualquer forma me ajudaram na conclusão da tese. Em especial Ilson Soares, Klerisson Duro, Nathalia Ottoboni, Mario Kozima, Mauro Kruker, Laelcio Shimura e Altair Borges.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de Doutorado Sanduíche.

À UNS (Universidad Nacional del Sur) pela oportunidade de realizar o estágio de Doutorado Sanduíche.

Aos amigos que encontrei nessa caminhada, que tanto me apoiaram e sem os quais não chegaria até aqui: Thays Torquato, Karina Falcão, Anne Caroline Rocha, Josi Ribeiro, Felipe Neves e Tiago Espírito Santo.

RESUMO

O solo é um sistema dinâmico que tem como uma de suas funções ser meio de crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo fundamental a manutenção do equilíbrio entre produtividade e sustentabilidade. Por isso é necessário o uso de ferramentas para quantificar e identificar as práticas de manejo adotadas. O desenvolvimento de sistemas integrados de produção visa proporcionar condições para a proporcionar tal equilíbrio. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do sombreamento de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) em pastagem de *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv. Piatã sobre características morfológicas e químicas da forrageira e verificar o efeito de sistemas de manejo na agregação de um Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura média, após cinco anos e implantação em uma área anteriormente ocupada por pastagem em degradação. Utilizou-se área com sistemas de produção conduzidos na Unidade de Referência Tecnológica (URT) da Embrapa, localizada na Fazenda Copasul em Naviraí/MS, onde utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado para realizar dois estudos. No primeiro trabalho, foram avaliados produção de massa seca, relação folha/colmo e relação carbono/nitrogênio da *B. brizantha*, conduzida sob sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, com orientação do componente florestal no sentido Norte-Sul, com 6 épocas (de outubro de 2018 a julho de 2019) e 3 posições entre os renques (Oeste, Centro e Leste). No segundo, foram determinados a estabilidade dos agregados via seco e úmida na camada 0-10 cm e teor de Carbono Orgânico Total (COT), nas camadas de 0-10 e 10-20 cm. Os dados foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. Durante o inverno, não foram encontradas diferenças significativas na disponibilidade de forragem nos pontos entre renques. A partir dos resultados obtidos, tem-se que o arranjo de árvores no sentido Norte-Sul é promissor para condução de pastagem de capim Piatã entre renques espaçados em 30 metros. No segundo trabalho foi verificado que sistema de manejo interferiu na agregação do solo na camada 0 a 10 cm. E o sistema ILPF forneceu mais carbono orgânico ao solo em comparação ao ILP. Os sistemas ILPF e ILP incrementaram carbono orgânico no estrato subsuperficial do solo quando em comparação à pastagem degradada, porém são necessários mais anos de estudo para melhor observação dos resultados.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*, Sistemas Integrados, Matéria Orgânica, Estabilidade de Agregados.

ABSTRACT

The soil is a dynamic system that has as one of its functions to be a means of plant growth and development, and it is essential to maintain the balance between productivity and sustainability, so it is necessary to use tools to quantify and identify the management practices adopted. The development of integrated production systems aims to provide conditions to provide such a balance. Thus, the aim of the present work was to evaluate the effect of eucalyptus (*Eucalyptus urophylla*) shading on *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv. Piatã on some forage characteristics and to verify the effect of management systems on the aggregation of a typical Dystrophic Red Latosol with medium texture, after five years and implantation in an area previously occupied by degrading pasture. An area with production systems conducted at the Technological Reference Unit (URT) of Embrapa, located at Copasul Farm in Naviraí/MS, was used, where a completely randomized design was used to carry out two studies. In the first work, the following were evaluated: dry mass production, leaf/stem ratio and carbon/nitrogen ratio of *B. brizantha*, conducted under a crop-livestock-forest integration system, with a North-South orientation of the forest component, with 6 seasons and 3 positions between the ranks (West, Center and East). In the second, the stability of the aggregates via dry and wet in the 0-10 cm layer and Total Organic Carbon (TOC) in the 0-10 and 10-20 cm layers were determined. Data were submitted to Tukey test at 5% probability. During winter, no significant differences were found in forage availability at points between rows. From the results obtained, it appears that the arrangement of trees in the North-South direction is promising for conducting Piatã grass pasture between rows spaced at 30 meters. In the second work, it was verified that the management system interfered with soil aggregation in the 0 to 10 cm layer. And the ILPF system provided more organic carbon to the soil compared to the ILP. The ILPF and ILP systems increased organic carbon in the subsurface soil layer when compared to degraded pasture, but more years of study are needed to better observe the results.

Keywords: *Brachiaria brizantha*, Integrated Systems, Organic Matter, Aggregate Stability, shading.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1.1 Qualidade do solo	1
1.1.1 Atributos Físicos	1
1.1.2 Atributos Químicos	2
1.1.3 Atributos Biológicos	3
1.2 Matéria Orgânica do Solo (MOS).....	4
1.2.1 Biomassa Microbiana (BMS)	4
1.2.2 Respiração Basal.....	5
1.3 Estabilidade dos Agregados	6
1.4. Sistemas Integrados	7
1.5 Sombreamento.....	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10
CAPÍTULO 2- EFEITO DO SOMBREAMENTO DE EUCALIPTO SOBRE BRACHIARIA BRIZANTHA (Syn. <i>Urochloa brizantha</i>) CV. PIATÃ EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO (ILPF).....	16
RESUMO	16
ABSTRACT	17
1. INTRODUÇÃO.....	18
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4. CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS	29
CAPÍTULO 3- AGREGAÇÃO E TEOR DE CARBONO ORGANICO TOTAL EM UM LATOSSOLO VERMELHO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO APÓS CINCO ANOS DE IMPLANTAÇÃO.	33
RESUMO	33
ABSTRACT	34
1. INTRODUÇÃO.....	35
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4. CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tabela 1. Sequência de cultivos no sistema de produção integrado ILPF durante os anos 2014 a 2019 na URT da Embrapa Agropecuária Oeste localizada em Naviraí-MS.....	20
Tabela 2. Tabela 2. Resultado de análise de solo nas profundidades de 0 -10, 10- 20 e 20- 30 cm da Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste, localizada em Naviraí-MS.....	20
Tabela 3. Disponibilidade de massa seca de folhas (MS FOLHA), massa seca de colmos (MS COLMOS), massa seca de material morto (MS MORTO), massa seca de total (MS TOTAL), relação folha-colmo (F:C) e porcentagem de folhas (%FOLHA) de <i>Brachiaria brizantha</i> (Syn. <i>Uroclhoa brizantha</i>) cv Piatã durante o inverno e verão localizados nas faces Oeste, Centro e Leste entre renques de eucalipto em sistema ILPF com orientação de árvores na direção norte-sul. Naviraí, MS.	25
Tabela 4. Valores médios da relação carbono: nitrogênio em folhas (FOLHA C/N) e no material morto (MORTO C/N) de <i>Brachiaria brizantha</i> (Syn. <i>Uroclhoa brizantha</i>) cv Piatã durante o inverno e verão localizados nas faces Oeste, Centro e Leste entre renques de eucalipto em sistema ILPF com orientação de árvores na direção norte-sul. Naviraí, MS.	27
Tabela 5. Sequência de cultivos no sistema de produção integrado ILPF, ILP, floresta de eucaliptos, pastagem permanente, soja em plantio direto, soja em plantio convencional e pastagem referência, durante os anos 2013 a 2019 na URT da Embrapa Agropecuária Oeste localizada em Naviraí-MS.....	39
Tabela 6. Resultado de análise de solo nas profundidades de 0 -10, 10- 20 e 20- 30 cm da Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste, localizada em Naviraí-MS.....	40
Tabela 7. Distribuição relativa da massa de um Latossolo de Naviraí, MS, quanto ao tamanho dos agregados estáveis em água da camada 0-20 cm submetido a sistemas de manejo durante 5 anos.	43
Tabela 8. Diâmetro médio ponderado (DMP) e índice de estabilidade de agregados (IEA) de um Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura média submetido a diferentes sistemas de manejo durante 5 anos. Naviraí, MS.	45
Tabela 9. Carbono orgânico total de um Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura média submetido a diferentes sistemas de manejo durante 5 anos. Naviraí, MS.....	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pontos de amostragem (repetições) de <i>Brachiaria brizantha</i> (Syn. <i>Urochloa brizantha</i>) cv. Piatã, entre renques de árvores de Eucalipto na URT- em Naviraí, MS.	21
Figura 2. Coleta de 1m ² de pastagem de <i>B. brizantha</i> (Syn. <i>U. brizantha</i>) cv Piatã (A); amostra coletada (B); separação morfológica <i>B. brizantha</i> (Syn. <i>U. brizantha</i>) cv Piatã (C).....	22
Figura 3. Precipitação pluvial, temperaturas máxima e mínimas registradas na Estação meteorológica do Inmet em Juti, MS entre junho de 2017 a setembro de 2019.	23
Figura 4. Radiação fotossinteticamente ativa (PAR) média incidente nas faces Oeste, Centro e Leste entre renques de eucalipto da Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste no verão e inverno 2018/2019, Naviraí-MS.	23
Figura 5. Precipitação mensal acumulada, temperatura máxima e temperatura mínima da região onde está localizada a Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste, entre dezembro de 2013 a agosto de 2019, Juti-MS.	36
Figura 6. Croqui da área experimental implantada em 2014 da URT da Embrapa Agropecuária Oeste localizada em Naviraí-MS. ILPF A (1); EUCALIPTO (2); ILPF B (3); PP-pastagem permanente (4); ILP A (5a); ILP B (5b); SOJA CV- convencional (8a); SOJA PD - plantio direto (8b); Referência (9).....	37
Figura 7. Coleta de monólito de solo (A); dimensões da amostra coletada (B); amostra coletada (C).	40
Figura 8. Figura 8. Índice de estratificação de carbono (IEC) de um Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura média submetido a diferentes sistemas de manejo durante 5 anos. Naviraí, MS. Pastagem permanente (PP), soja em plantio direto (SOJA PD), soja em cultivo convencional (SOJA CV), Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF), Integração Lavoura Pecuária (ILP), pastagem referência (REF). ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.....	49

1 **CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS**

4 **1.1 Qualidade do solo**

5 O solo é um sistema natural ativo e dinâmico que tem entre suas funções, servir
6 como meio de crescimento das plantas, compartimentalizar o fluxo de água no ambiente
7 e promover a ciclagem de nutrientes (TÓTOLA & CHAER, 2002; CARVALHO, 2008;
8 KAZMIERCZAK, 2018). Seu manejo cria condições ideais para o crescimento e
9 desenvolvimento das culturas. Em uma estrutura adequada do solo, há um bom fluxo de
10 água, resistência à erosão e ao tráfego de maquinários (TÓTOLA & CHAER, 2002;
11 LISBOA *et al.*, 2012; SALTON & TOMAZI, 2014; SILVA *et al.*, 2016).

12 O conceito de qualidade do solo evoluiu muito nos últimos anos. Na década de
13 70, era relacionado quanto a fertilidade, um solo rico quimicamente, apresentava alta
14 qualidade, logo e por conseguinte uma elevada produção agrícola. Ou seja, a qualidade
15 restringia-se apenas à aspectos químicos. Contudo, nos últimos anos, ser altamente fértil
16 (quimicamente) não é suficiente, mas também deve apresentar outras características como
17 boa estrutura e alta diversidade de microrganismo (ZILLI *et al.*, 2003).

18 Deste modo, um solo de qualidade tem que apresentar a capacidade de manter o
19 equilíbrio da produtividade, do ecossistema e da sustentabilidade do sistema de produção,
20 monitorando alguns parâmetros que variam de acordo com os fatores externos
21 (ARAGÃO *et al.*, 2012; KAZMIERCZAK, 2018; NANZER *et al.*, 2019). O índice de
22 qualidade, é uma ferramenta que quantifica esses fatores e identifica as práticas de manejo
23 adequada (TÓTOLA & CHAER, 2002).

24 Os indicadores devem responder ao manejo de forma a se correlacionar om as
25 funções do solo e de fácil e barata mensuração. Um bom indicador está diretamente ligado
26 a uma boa produtividade e sustentabilidade do sistema (MOREIRA, 2014). Podem ser
27 classificados em três grupos: atributos físicos, químicos e biológicos (CARVALHO,
28 2008).

30 **1.1.1 Atributos Físicos**

31 São considerados indicadores eficientes das condições da qualidade do solo (QS)
32 e determina as diferenças entre áreas com diferentes manejos (ASSIS *et al.*, 2015; SIMON
33 *et al.*, 2019). Solos com boa qualidade, devem apresentar características físicas como fácil
34 infiltração, retenção e disponibilidade de água, boa resposta ao manejo e resistência à

1 degradação além de favorecer a troca de calor e de gases entre a atmosfera e as raízes das
2 plantas, permitindo um bom desenvolvimento radicular (KAZMIERCZAK, 2018;
3 CARDOSO, 2014; SIMON *et al.*, 2019);

4 Dentre os atributos mais utilizados, pode-se citar a resistência a penetração
5 mecânica medidas à campo, e densidade e a porosidade do solo, variáveis que possuem
6 associação direta com a produtividade das culturas (SILVA *et al.*, 2016).

7 A qualidade física, pode variar conforme o clima, solo e o manejo, podendo em
8 situações extremas, ocasionar redução da capacidade produtiva (CARVALHO, 2008).
9 Entre as práticas de manejo recomendadas para melhorar a QS está o uso de sistemas
10 integrados de produção como o lavoura-pecuária (ILP) cuja presença das forrageiras
11 torna-se um dos principais fatores de melhoria, pois suas raízes são abundantes,
12 permitindo melhor porosidade e maior taxa de infiltração de água. Na senescência, os
13 sistemas radiculares formam poros que contribuem para a estabilização dos agregados
14 solo, diminuindo a compactação do solo e a resistência na penetração (MOREIRA, 2014).
15

16 **1.1.2 Atributos Químicos**

17 A composição e estado dos elementos químicos presentes no solo estão
18 relacionados com a capacidade do solo de fornecer nutrientes, reter elementos químicos
19 ou compostos prejudiciais ao meio ambiente e com o rendimento das culturas, o manejo
20 destes elementos permite a melhora nas condições químicas do solo, ou podem acelerar
21 o processo de degradação (KAZMIERCZAK, 2018; CARDOSO, 2014).

22 Para manter ou melhorar a fertilidade do solo, requer conhecimento técnico, que
23 aliados às práticas de conservação do solo, podem alterar as propriedades físico-químicas
24 (MELO *et al.*, 2019). Dentre as propriedades mais influenciadas pelo tipo de manejo são
25 pH, soma de bases (SB), saturação por bases (V%), capacidade troca catiônica (CTC),
26 condutividade elétrica do solo (CE), saturação por alumínio (m%), acidez ativa e trocável
27 (Al^{3+}), teores de macro e micronutrientes e os estoques de matéria orgânica do solo
28 (MOS) (CARDOSO, 2014; MELO *et al.*, 2019).

29 Dentre os atributos químicos, a acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), está relacionada
30 diretamente com o equilíbrio da acidez do solo, por conseguinte, na sua capacidade
31 produtiva (PRADO, 2018). O pH e o carbono orgânico indicam os processos do solo ou
32 de comportamento. A concentração de H^+ , controla a solubilidade de nutrientes no solo e
33 atua sobre a absorção do mesmo pela planta (KAZMIERCZAK, 2018).

1 O carbono do solo pode ser encontrado tanto na forma orgânica quanto na
2 inorgânica. O Carbono Orgânico do Solo (COS) influencia direta ou indiretamente nas
3 propriedades físicas, de modo que a sua diminuição está relacionada com a degradação
4 física do solo (VIANA *et al.*, 2011). O COS compõe a matéria orgânica do solo, e sua
5 variação pode ser utilizada para avaliação da qualidade do mesmo, pois tem influência
6 sobre atributos físicos, químicos e biológicos (SATO, 2013).

7 Em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Lavoura-Pecuária-Floresta
8 (ILPF), com a alternância de pastagens e culturas anuais, há estímulos à maior eficiência
9 dos atributos químicos do solo, pois contribuem na ciclagem de nutrientes, que são
10 disponibilizados na forma mineral, processo acelerado pela presença de animais
11 (MOREIRA, 2014).

12 Para a avaliação da qualidade e sustentabilidade do solo pode-se utilizar
13 características químicas, como teor de nutrientes, acidez, saturação por bases, saturação
14 por alumínio, teor de micronutrientes, matéria orgânica, atributos biológicos, de estoque
15 e estabilização de C (MOREIRA, 2014).

16

17 **1.1.3 Atributos Biológicos**

18 Um bom indicador biológico apresenta características como a capacidade de
19 responder rapidamente as alterações no ambiente, isso reflete a influência dos fatores que
20 regulam degradação da matéria orgânica e transformação dos nutrientes, ou seja, solos de
21 alta qualidade contém uma quantidade balanceada de populações microbianas e intensa
22 atividade biológica (TÓTOLA & CHAER, 2002; ZILLI *et al.*, 2003).

23 As partículas do solo interagem com os organismos ali presentes, que são
24 responsáveis por processos biológicos e bioquímicos (MARCHIORI JÚNIOR & MELO,
25 1999). Os indicadores microbianos são responsáveis por processos como decomposição
26 de resíduos, ciclagem de nutrientes, síntese de substâncias húmicas, agregação e
27 degradação de compostos xenobióticos (LISBOA *et al.*, 2012). Além de ser um
28 reservatório de nutrientes, atuam na decomposição de resíduos e na ciclagem de
29 nutrientes (FONSECA *et al.*, 2007).

30 A atividade enzimática tem papel importante no ciclo dos elementos no solo
31 quanto aos atributos biológicos e podem fornecer subsídios para o melhor uso da terra
32 (SILVA *et al.*, 2012).

1 **1.2 Matéria Orgânica do Solo (MOS)**

2 A fase sólida do solo é composta por parte mineral e a orgânica, representada
3 pela MOS, que têm em sua composição C orgânico, que se origina da fotossíntese,
4 realizada por organismos autotróficos. Estão relacionados com o aporte de resíduos
5 oriundos da parte aérea e de raízes de plantas, da exsudação radicular e pela transformação
6 desses resíduos pelos microrganismos no solo (SOUZA *et al.*, 2018).

7 A MOS é um indicador relevante, pois apresenta relação com os demais atributos
8 de qualidade do solo. Atua na ciclagem de nutrientes, aumento da CTC, na melhoria das
9 condições físicas, retenção de água, controle térmico e sobre as variações do ciclo de
10 carbono mantendo a capacidade produtiva dos solos. Além disso, sua perda afeta o
11 equilíbrio do sistema e por conseguinte a degradação do solo (TADINI *et al.*, 2019;
12 XAVIER *et al.*, 2006; ROSCOE *et al.*, 2006).

13 A MO age na agregação do solo, combinando partículas de micro e
14 macroagregados e na sua fragmentação, pela ação de raízes e microrganismos,
15 proporcionando um ambiente que proporciona interações físicas, químicas e biológicas.
16 Com o aumento desta biota, ocorre o surgimento ou ampliação de propriedades
17 emergentes, tais como a agregação, a aeração, a densidade, a infiltração e a retenção de
18 água (SOUZA *et al.*, 2018).

19 Com a estabilização da matéria orgânica, inicia-se o processo de humificação,
20 podendo ocorrer a adição de compostos como lignina, compostos fenólicos e alifáticos,
21 podendo incorporar fragmentos moleculares provenientes da matéria orgânica mais lábil,
22 isto é, derivados de plantas e/ou compostos não-húmicos originados pela ação recente de
23 microrganismos, degradados conforme o aumento da profundidade tornando-se estruturas
24 mais conjugadas e de difícil decomposição (TADINI *et al.*, 2019).

25

26 **1.2.1 Biomassa Microbiana (BMS)**

27 A biomassa microbiana é a fração viva da matéria orgânica do solo, composta
28 por todos os organismos como fungos, bactérias, actinomicetos, leveduras e outros
29 componentes da microfauna. É um bom indicador de qualidade do solo, sensível às
30 mudanças iniciais no conteúdo da matéria orgânica causadas pelas práticas de cultivo.
31 Interferem diretamente nos processos biológicos e bioquímicos do solo, na produtividade
32 agrícola e, conseqüentemente, na sustentabilidade dos sistemas.(LISBOA *et al.*, 2012;
33 MERCANTE *et al.*, 2008). Também é responsável pela transformação da matéria
34 orgânica, pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia no solo (MARCHIORI

1 JÚNIOR & MELO, 1999; GIL *et al.*, 2019; TÓTOLA & CHAER, 2002). Pode causar a
2 mineralização ou imobilização nutrientes como N e P que poderão ser utilizados pelas
3 plantas (SOUZA *et al.*, 2018).

4 Em sistemas que se utilizam culturas perenes e anuais, ocorre a redução do
5 carbono da BMS, em relação a vegetação nativa. Nas práticas que se utilizam cobertura
6 viva, há maior influência nas propriedades microbiológicas do solo aumentando o
7 carbono e a atividade enzimática (MATSUOKA *et al.*, 2003). A palhada de espécies
8 como feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), aveia (*Avena sativa*), lab lab (*Lablab*
9 *purpureus*) e *Crotalaria juncea* apresenta incremento no carbono da biomassa microbiana
10 (CARNEIRO *et al.*, 2008).

11 Conforme MERCANTE *et al.*, (2004) ao comparar diferentes sistemas de
12 produção, verificou que o sistema ILP proporcionou maior BMS, seguido pelos sistemas
13 sob pastagem contínua, sistema plantio direto e sistema convencional, respectivamente.

14 Os métodos de avaliação da biomassa microbiana do solo são bastante variados,
15 porém permitem a avaliação do *pool* de carbono e, também, de outros nutrientes contidos
16 nos microrganismos e pode ser medida por meio da respiração basal, o quociente
17 microbiano (qMIC), e o quociente metabólico (qCO₂) (MACHADO, 2018; ZILLI *et al.*,
18 2003).

19 O Quociente Microbiano, indica a quanto de Carbono Orgânico Total (COT), foi
20 imobilizado na biomassa microbiana, enquanto o Quociente Metabólico, é a razão entre
21 o CO₂ e o pool de carbono da BM, indicando o estado metabólico dos microrganismos e
22 pode ser utilizado como indicador de estresse/perturbação ou estabilidade do ecossistema.
23 Por meio dessa abordagem, tem sido demonstrado que a BMS responde de maneira
24 diferenciada aos manejos agrícolas adotados em cada agroecossistema (ZILLI *et al.*,
25 2003; GIL *et al.*, 2019).

26 **1.2.2 Respiração Basal**

27 A respiração microbiana tem sido utilizada para avaliar a atividade biológica em
28 sistemas agrícolas diversos. De acordo com Tótola & Chaer (2002), é considerado um
29 indicador sensível da decomposição de resíduos e de distúrbios no ecossistema, devido à
30 menor concentração atmosférica do dióxido de carbono em relação ao oxigênio
31 atmosférico, permitindo assim avaliar pequenas alterações de maneira precisa, e pode ser
32 considerada um atributo positivo para a qualidade do solo, sendo também afetado pela

1 temperatura e umidade. Consiste na absorção de oxigênio e liberação de dióxido de
2 carbono de microrganismos, ocorrendo a ciclagem de nutrientes, fluxo de energia e
3 degradação do material orgânico, que se dá pela redução de oxigênio até a obtenção de
4 CO₂, é determinada pelo consumo de oxigênio ou pela emissão de CO₂, e tem como
5 resultado a estocagem de nutrientes e minerais e liberação de CO₂ para a atmosfera
6 (ANDERSON, 1982; MOREIRA & SIQUEIRA, 2006; JENKINSON & LADD, 1981).

7 Uma alta taxa de respiração, indica alta atividade biológica, pois é um sinal de
8 rápida decomposição de resíduos orgânicos em nutrientes disponíveis para as plantas. No
9 entanto, uma decomposição estável, pode ser desfavorável para processos físicos,
10 químicos do solo (TÓTOLA & CHAER, 2002).

11 **1.3 Estabilidade dos Agregados**

12 A estrutura do solo é composta por arranjo das partículas do solo
13 (JUNQUEIRA *et al.*, 2010). Do ponto de vista agrônomo, é um arranjo das partículas
14 do solo e do espaço poroso, formados quando partículas primárias se agrupam
15 (CARVALHO *et al.*, 2014). Tais partículas são unidas por agentes ligantes como a
16 matéria orgânica e este por sua vez são ligadas por agentes ligantes temporários, raízes e
17 hifas por exemplo, pela ação mecânica e química das raízes, com produção de substâncias
18 com ação cimentante, formando macroagregados, com isso a matéria orgânica fica dentro
19 dos microagregados, inacessível a microrganismos (SALTON *et al.*, 2008; SOUZA *et*
20 *al.*, 2018).

21 Outro agente ligante importante são os polissacarídeos, mucilagens provenientes
22 do metabolismo microbiano, decomposição e exsudação de raízes, resíduos vegetais e
23 animais (GARCIA & ROSOLEM, 2010).

24 A agregação é fundamental na manutenção das propriedades físicas do solo
25 como a porosidade e aeração, infiltração e retenção de água, controle de processos
26 erosivos e crescimento de microrganismos (CAMPOS, 2018). Quando em condições de
27 manejo inadequado pode ocorrer à quebra dos agregados, e o sistema solo tende a retornar
28 à condição de desagregação, ou individualização das partículas (SOUZA *et al.*, 2018).

29 Os métodos utilizados para estimar a estabilidade é o peneiramento por
30 via seca e úmida (CARVALHO *et al.*, 2014), e podem ser avaliados pelo diâmetro médio
31 ponderado (DMP), o diâmetro médio geométrico (DMG) e o índice de estabilidade de
32 agregados (IEA). O DMP pode ser definido como a porcentagem de agregados retidos
33 nas peneiras com malhas maiores. O DMG representa uma estimativa do tamanho da
34

1 classe de agregados de maior ocorrência; o IEA é uma medida da agregação total do solo
2 e não considera a distribuição por classes de agregados (PEREIRA & THOMAZ, 2014).

3 O aumento da estabilidade dos agregados está relacionado com a capacidade da
4 matéria orgânica de se aderir às partículas minerais do solo (PEREIRA & CERQUEIRA
5 NETO, 2013). Os agregados protegem física e quimicamente a matéria orgânica do solo,
6 reduzindo o processo de mineralização e contribuindo no armazenamento de carbono
7 (CAMPO, 2018). A matéria orgânica favorece o aumento da estabilidade de agregados,
8 e reduzem conforme o grau de hidrofobicidade e velocidade de infiltração de água,
9 reduzindo assim a quebra pela expulsão do ar (BASTOS *et al.*, 2005).

10 Os sistemas de cultivo e as características do solo exercem influências
11 sobre sua agregação e estabilidade. Em solos sob gramíneas há aumento na estabilidade
12 em relação as leguminosas devido ao seu sistema radicular extenso, agressivo e renovado
13 constantemente. Ressalta-se a importância da rotação de culturas com leguminosas
14 devido ao fornecimento de nitrogênio e conseqüentemente maior taxa de decomposição
15 dos resíduos (SILVA & MIELNICZUK, 1998; WENDLING *et al.*, 2005; WILDA *et al.*,
16 2010). O uso, o manejo, o nível e o tempo de utilização causam alterações nas
17 propriedades do solo, o cultivo intensivo do solo aliado à alta taxa de revolvimento causa
18 redução da estabilidade dos agregados e do conteúdo de matéria orgânica do solo,
19 acarretando solos mais suscetíveis aos processos erosivos (WENDLING *et al.*, 2005).

20

21 **1.4. Sistemas Integrados**

22 A busca por sistemas de produção que são capazes de manter a qualidade do
23 solo, tem aumentado devido à alta demanda da produção agrícolas e impactos ambientais
24 (SILVA *et al.*, 2013). Com a retirada da vegetação nativa para cultivos agrícolas há a
25 redução acentuada de MOS e impacto nos microrganismos, proporcionando ao solo, uma
26 busca de um novo estado de equilíbrio (SOUZA *et al.*, 2018).

27 Nos sistemas conservacionistas caracterizados pelo intenso revolvimento e
28 quantidades elevadas de adubos químicos e pesticidas, as propriedades físicas são
29 alteradas pelo manejo principalmente na densidade do solo, aumentando o diâmetro
30 médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG), acarretando o decréscimo
31 do aporte de C nos diferentes compartimentos da MOS e disponibilidade de Ca e Mg
32 (LISBOA *et al.*, 2012; ROSSI *et al.*, 2016; XAVIER *et al.*, 2006). A adoção da semeadura
33 direta aumenta a estabilidade de agregados da camada superficial do solo e eleva o teor

1 de carbono orgânico (SILVA *et al.*, 2006; BERTOL *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2005;
2 HICKMANN *et al.*, 2012).

3 Práticas, como o plantio direto (PD), com mínimo revolvimento do solo e
4 acúmulo de resíduos vegetais na superfície, apresenta melhorias na agregação do solo em
5 relação aos sistemas convencionais, tendo maior aporte de Carbono orgânico e
6 estabilidade de agregados, (CRUZ *et al.*, 2003; CASTRO FILHO *et al.*, 1998;
7 D'ANDRÉA *et al.*, 2002). Conforme Balota *et al* (1998), proporciona também maior
8 biomassa microbiana de carbono e nitrogênio, maior respiração basal e maior relação
9 Cmic/Corg e diminuição do quociente metabólico, acarretando menor perda de carbono
10 do solo. Além disso, é uma alternativa para se evitar perdas de MOS, pois promove o seu
11 acúmulo, o que depende sobremaneira da utilização de rotação de culturas, reduz a taxa
12 de decomposição, em função da não-fragmentação dos resíduos, e permite maior entrada
13 de resíduos no sistema, quando ocorre a rotação de cultura (ROSCOE *et al.*, 2006).

14 Os sistemas de integração consistem na implantação sequencial, rotacionado ou
15 simultâneo de árvores, pastagem, ruminantes e culturas agrícolas diversas, sob condições
16 edafoclimáticas (MOREIRA, 2014; GIL *et al.*, 2019). É uma ferramenta importante para
17 a sustentabilidade do uso do solo, e atuam sobre a biomassa microbiana, resultando em
18 maior incremento da matéria orgânica (COLMAN *et al.*, 2013; TADINI *et al.*, 2019).
19 Além disso, têm o potencial de capturar e sequestrar carbono, na forma de aumentar a
20 quantidade de MOS, contribuindo na mitigação das emissões de gases causadores do
21 efeito estufa na agricultura (TADINI *et al.*, 2019). Os sistemas podem ser de Integração
22 Lavoura-Pecuária (ILP) e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF).

23 O sistema ILP, combina a vantagem de fornecer elevados teores de resíduos para
24 a formação de cobertura do solo, aumentando a fertilidade solo, melhorando as condições
25 das pastagens, permitindo maior carga animal (ROSCOE *et al.*, 2006).

26 A inserção do animal influencia tanto o subsistema mineral como a biota, e,
27 consequentemente, nas propriedades emergentes do sistema, proporcionando alto aporte
28 de energia para a manutenção do solo. As excreções dos animais, influenciam na dinâmica
29 da MOS, que passa a ser o suprimento mais importante de nutrientes para as pastagens.
30 A facilidade de mineralização dos nutrientes devido à baixa relação C:N e a maior
31 atividade das enzimas protease, urease e fosfatase ácida nos solos com presença de
32 animais, melhora as condições de fertilidade e o desenvolvimento das plantas (SOUZA
33 *et al.*, 2018).

1 No sistema ILPF onde há a inserção do componente arbóreo, ocorrem vantagens
2 como a utilização da área de cultivo o ano todo, redução da pressão do desmatamento,
3 diversificação da renda, a recuperação da capacidade produtiva do solo, maior ciclagem
4 dos nutrientes e a melhoria das qualidades químicas, física e biológicas, proporcionando
5 maior conforto animal e também o fornecimento de madeira (MOREIRA, 2014; ASSIS
6 *et al.*, 2015).

7

8 **1.5 Sombreamento**

9 Um fator importante a ser considerado é efeito proporcionado pelas árvores
10 presentes no sistema. As culturas da atividade agropecuária presentes no sistema se se
11 beneficiam da presença de árvores, devido a ciclagem de nutrientes, aproveitam
12 nutrientes que são extraídos pelas árvores de camadas mais profundas do solo através de
13 seu sistema radicular. (CASTRO et al., 1996; SÁNCHEZ et al., 2003).

14 Ainda, o sombreamento influencia no valor nutritivo e na morfofisiologia da
15 forragem (CASTRO et al., 1999). Dependendo da luminosidade incidente dentro do
16 sistema ILPF, o crescimento da parte aérea é priorizado por parte das forrageiras,
17 apresentando lâminas foliares e colmos mais longos, podendo ocorrer diminuição de
18 produtividade de biomassa, com menor índice de área foliar em detrimento do sistema
19 radicular. Porém algumas forrageiras, quando sombreadas a níveis de 30% a 50%,
20 apresentam melhor valor nutritivo com maior teor de proteína bruta, menor conteúdo de
21 parede celular e maior digestibilidade da matéria seca (CARVALHO et al., 2002;
22 ALMEIDA et al., 2012; ALMEIDA et al., 2014).

23 Segundo Almeida (2010), a sombra natural forma um microclima estável,
24 favorecendo o conforto térmico, refletindo em ganho de peso e por conseguinte, maior
25 produção por animal (PIRES et al., 2000; ALMEIDA, 2010; MORAIS et al., 2013).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012. p. 87-94.
- ALMEIDA, R. G.; RANGEL, J. H. A.; RODRIGUES, A. C. C.; ALVES, F. V. Sistemas silvipastoris: produção animal com benefícios ambientais. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 9, 2014. **Anais...** Ilheus, 2014.
- ALMEIDA, R. Sistemas agrossilvipastoris: benefícios técnicos, econômicos, ambientais e sociais. In: ENCONTRO SOBRE ZOOTECNIA DE MATO GROSSO DO SUL, 7, 2010. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2010.
- ANDERSON, J. P. E. **Soil respiration**. In: PAGE, A.L., ed. Methods of soil analysis, 2.ed. Part 2. Chemical and microbiological properties. Madison, American Society of Agronomy, p. 831-868, 1982.
- ARAGÃO, D. V.; CARVALHO, C. J. R. de.; KATO, O. R.; ARAÚJO, C. M.; SANTOS, M. T. P. dos.; MOURÃO JÚNIOR, M. Avaliação de indicadores de qualidade do solo sob alternativas de recuperação do solo no Nordeste Paraense. **Acta Amazônia**. v.42, n.1, p.11-18, 2012.
- ASSIS, P. C. R.; STONE, L. F.; MEDEIROS, J. C.; MADARI, B. E.; OLIVEIRA, J. de M.; WRUCK, F. J. Atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, p.309-316, 2015.
- BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; HUNGRIA, M.. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, p.641-649, 1998.
- BASTOS, R. S.; MENDONÇA, E.S.; ALVAREZ, V. H.; CORRÊA, M. M.; COSTA, L. M. da. Formação e estabilização de agregados do solo influenciados por ciclos de umedecimento e secagem após adição de compostos orgânicos com diferentes características hidrofóbicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n. 1, p. 21-31, 2005.
- 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**, Viçosa, v.28, n. 1, p. 155-163, 2004.
- CARDOSO, J. A. F. **Atributos químicos e físicos do solo e matéria orgânica do solo sob mangueira Irrigada e caatinga nativa na região do Vale do Submédio São Francisco**. 2014. 77p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Juazeiro-BA, 2014.

- 1 CARVALHO, M. M. Contribuição dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade da
2 atividade leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE
3 PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFINAMENTO, 2001, Juiz de Fora.
4 **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p.85-108.
5
- 6 CARVALHO, L. L. C **Diagnóstico da qualidade do solo em dois sistemas tradicionais**
7 **de uso e manejo: citros e mandioca.** 2008. 67p. Dissertação (Mestrado em Ciências
8 Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal
9 do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas- BA, 2008.
10
- 11 CASTRO, C. R. T.; GARCIA, H.; COUTO, L. Sistemas Silvipastoris no Brasil:
12 potencialidades e entraves. **Revista Árvore**, v.20, n.4, p.575-582, 1996.
13
- 14 CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; COUTO L. Produção forrageira
15 de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
16 v.28, n.5, p.919-927, 1999.
- 17 CAMPOS, C. D. **Relação entre carbono orgânico Total, glomalina e estabilidade de**
18 **agregados em neossolo litólico.** 2018. 32p. Trabalho de Conclusão de Curso
19 (Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Paraíba, 2018.
20
- 21 CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; SOARES, A. L. L.;
22 Carbono orgânico, nitrogênio total, biomassa e atividade microbiana do solo em duas
23 cronosequências de reabilitação após a mineração de bauxita. **Revista Brasileira de**
24 **Ciência do Solo**, Viçosa, 32, n. 1, p. 621-632, 2008.
25
- 26 CARVALHO, M. A. D; RUIZ, H. A.; COSTA, L. M.; PASSO, R. R.; ARAUJO, C. A.
27 S. Composição granulométrica, densidade e porosidade de agregados de Latossolo
28 Vermelho sob duas coberturas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e**
29 **Ambiental**, Campina Grande, v.18, n. 10, p. 1010-1016, 2014.
30
- 31 CASTRO-FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados
32 e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função
33 de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista**
34 **Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 527-538, 1998.
35
- 36 COLMAN, B. A.; SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M. Indicadores microbiológicos para
37 avaliação da qualidade do solo em diferentes sistemas de integração lavoura-pecuária-
38 floresta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34, 2013,
39 Florianópolis, **Resumo...** Florianópolis: Sociedade Brasileira d Ciência do Solo, 2013, 4p.
40
- 41 CRUZ, A. C. R.; PAULETTO, A.; FLORES, C .A.; SILVA, J. B. Atributos físicos e
42 carbono orgânico de um argissolo vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira**
43 **de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n. 1, p. 1105-1112, 2003.
44
- 45 D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M. Atributos de
46 agregação indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região dos cerrados
47 no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n. 4, p.
48 1047-1054, 2002.
49

- 1 FONSECA, G. C.; CARNEIRO, M. A. C.; COSTA, A. R. da.; OLIVEIRA, G. C. de.;
2 BALBINO, L. C. Atributos Físicos, Químicos E Biológico De Latossolo Vermelho
3 Distrófico De Cerrado Sob Duas Rotações De Cultura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**
4 v.37, n.1, p. 22-30, 2007.
- 5
6 GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Agregados em um Latossolo sob sistema plantio
7 direto e rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n. 12, p.
8 1489-1498, 2010.
- 9
10 GIL, A. C. P.; BERTAGNOLI, B. G. P.; MENONCIN, A. S.; COLOZZI-FILHO, A.;
11 PONTES, L. S. Biomassa microbiana do solo em sistemas integrados de produção
12 agropecuária com adubação nitrogenada. In: REUNIÃO PARANAENSE DE CIÊNCIA
13 DO SOLO-RPCS, 4, 2019, Ponta Grossa. **Resumo...**Ponta Grossa, 2019, 4p.
- 14
15 HICKMANN, C.; COSTA, L. M. da; SCHAEFER, C. E. G. R.; FERNANDES, R. B.
16 A.; ANDRADE, C. de L. T. de. Atributos físico-hídricos e carbono orgânico de um
17 argissolo após 23 anos de diferentes manejos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.25, n. 1, p.
18 128-136, 2012.
- 19
20 JENKINSON, D.S.; LADD, J.N. **Microbial biomass in soil: measurement and**
21 **turnover**. In: Paul, E.A.; Ladd J.N (eds). Soil biochemistry. Marcel Dekker, 1981. p.425-
22 471.
- 23
24 JUNQUEIRA, K. R.; CORRECHEL, V.; CUSTÓDIO-FILHO, R. O.; SANTOS, F. C. V.
25 dos; JUNQUEIRA, M. F. R. Estabilidade de agregados de um neossolo quartzarênico sob
26 pastagem e mata em Baliza-GO. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**,
27 Goiânia, v.6, n. 10, 7p., 2010.
- 28
29 KAZMIERCZAK, R. **Indicadores Físicos E Químicos De Qualidade Do Solo Em**
30 **Sistemas De Preparo**. 2018. 100p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Agricultura
31 uso e manejo do solo) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa-PR, 2018.
- 32
33 LISBOA, B. B.; VARGAS, L. K.; SILVEIRA, A. O. da.; MARTINS, A.F.; SELBACH,
34 P. A. Indicadores microbianos de qualidade do solo em diferentes sistemas de manejo.
35 **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.36, n.1, p.45-55, 2012.
- 36
37 MACHADO, J. L. S. **Indicadores microbiológicos do solo no cultivo de mandioca**.
38 2018, 24p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade
39 Federal de Grande Dourados.2018.
- 40
41 MARCHIORI-JÚNIOR, M.; MELO, W. J. Carbono, Carbono da Biomassa Microbiana
42 e atividade enzimática em um solo sob mata natural, pastagem e cultura do algodoeiro.
43 **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 257-263, 1999.
- 44
45 MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade
46 enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na Região
47 de Primavera do Leste-MT. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 1,
48 p. 425-433, 2003.
- 49

- 1 MELO, N. B.; VALADÃO, M. B. X.; GATTO, A.; RIBEIRO, F. P.; INKOTTE, J.
2 Atributos químicos do solo sob diferentes sistemas de uso do solo no Distrito Federal.
3 **Revista Tecnológica**, v.9, n.1, p.10-19, 2019.
4
- 5 MERCANTE, F. M.; SILVA, R. F. da.; FRANCELINO, C. S. F.; CAVALHEIRO, J. C.
6 T.; OTSUBO, A. A. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes
7 coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. **Acta Scientiarum Agron.**,
8 Maringá, v.34, n.4, p. 479-485, 2008.
9
- 10 MERCANTE, F. M.; FABRICIO, A. C.; MACHADO, L. A. Z.; SILVA, W. M..
11 **Parâmetros microbiológicos como Indicadores da Qualidade do Solo sob sistemas**
12 **integrados de Produção Agropecuária**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste.
13 2004. 27p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento,20).
14
- 15 MORAIS, H.; CARBONIERI, J.; REIS, H. A. N. Microclima e produção de forrageira
16 em sistema silvipastoril no norte do Paraná. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL
17 DE ARBORIZAÇÃO DE PASTAGENS EM REGIÕES SUBTROPICAIS, 1, 2013,
18 Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA, 2013. p.103-110.
19
- 20 MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2 ed.
21 Lavras-MG: Editora UFLA, 2006. 729p.
22
- 23 MOREIRA, G. M. **Qualidade do solo em sistemas de integração lavoura, pecuária e**
24 **floresta em Sinop, MT**. 2014, 95p. Dissertação (Mestrado em Solos e nutrição de
25 plantas)- Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2014.
26
- 27 NANZER, M. C.; ENSINAS, S. C.; BARBOSA, G. F.; BARRETA, P. G. V.;
28 OLIVEIRA, T. P.; SILVA, J. R. M. da; PAULINO, L. A. Estoque de carbono orgânico
29 total e fracionamento granulométrico da matéria orgânica em sistemas de uso do solo no
30 Cerrado. **Revista de Ciências Agroveterinária**, Lages, v.18, n. 1, p. 136-145, 2019.
31
- 32 PEREIRA, A. A.; THOMAZ, E. L. Estabilidade de Agregados em Diferentes Sistemas
33 de uso e manejo no município de Reserva-PR. **Revista Brasileira de Geografia Física**,
34 v. 7, n. 2, p. 378-387, 2014.
35
- 36 PEREIRA, B. L. D. S.; CERQUEIRA-NETO, J. D. S. Avaliação da Influência da
37 Cobertura do solo na estabilidade estrutural em latossolo amarelo do tabuleiro costeiro.
38 **Enciclopedia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.9, n. 17, p. 340-351,
39 2013.
40
- 41 PIRES, M. F. A.; TEODORO, R. L.; CAMPOS, A. T. Efeito do estresse térmico sobre a
42 produção de bovinos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO DE
43 RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 2., 2000, Teresina. **Anais...** Teresina:
44 Sociedade Brasileira de Produção Animal, 2000. p.87-105.
45
- 46 PRADO, M. R. V. **Estimativa da acidez potencial dos solos do estado do Mato Grosso**
47 **com base em métodos tampões**. 2018, 82p. Tese (Doutorado em Agronomia) Programa
48 de Pós-Graduação em Agricultura Tropical- Universidade Federal de Mato Grosso-
49 Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Cuiabá-MT, 2018.

- 1 ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. **Dinâmica da Matéria Orgânica do**
2 **solo em sistemas Conservacionistas: Modelagem Matemática e métodos auxiliares.** 1
3 ed (Online). Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 304 p.
4
- 5 ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; MOURA, O. V. T. de; ALMEIRA, A. P. C. de. Vias de
6 formação, estabilidade e características químicas de agregados em solos sob sistemas de
7 manejo agroecológico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 9, p. 1677-
8 1685, 2016.
9
- 10 SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.;
11 FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação E Estabilidade de
12 Agregados do Solo em Sistemas Agropecuários Em Mato Grosso do Sul. **Revista**
13 **Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.1, p.11-21, 2008. Do so
14 SALTON, J.C.; SILVA, W.M.; TOMAZI, M. **Sistema Radicular de Plantas e**
15 **Qualidade do Solo.** Dourados-MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. (Comunicado
16 Técnico, 198)
17
- 18 SÁNCHEZ, S.; HERNÁNDEZ, M.; SIMÓN, L. Efecto del sistema silvopastoril em La
19 fertilidad edáfica em unidades lecheras de la empresa Nazareno. **Pastoso Forrajes**, v.26,
20 n.2, p.131-136, 2003.
21
- 22 SATO, J. H. **Métodos para determinação do carbono orgânico em solos do Cerrado.**
23 2013, 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Faculdade
24 de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília-DF, 2013.
25
- 26 SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C. Atributos físicos e disponibilidade de
27 carbono do solo em sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF)
28 Homogêneo e Santa Fé, no estado do Pará, Brasil. **Agropecuária Técnica**, v.37, n. 1, p.
29 96-104, 2016.
30
- 31 SILVA, C. F. da; PEREIRA, M. G.; MIGUEL, F. L.; FEITORA, J. C. F.; LOSS, A.;
32 MENEZES, C. E. G.; SILVA, E. M. R. da. Carbono orgânico total, biomassa microbiana
33 e atividade enzimática do solo de áreas agrícolas, florestais e pastagem no médio vale do
34 Paraíba do Sul-RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, p. 1680-1689,
35 2012.
36
- 37 SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a
38 estabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, n. 1, p.
39 311-317, 1998.
40
- 41 SILVA, M. A. S. da; MAFRA, A. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.;
42 MIELNICZUK, J. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em
43 um argissolo vermelho sob diferentes sistemas de preparo. **Ciência Rural**, Santa Maria,
44 v.35, n. 3, p. 544-552, 2005.
45
- 46 SILVA, M. A. S. DA; MAFRA, A. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; ROSA, J. D.; BAYER,
47 C.; MIELNICZUK, J. Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um argissolo
48 vermelho sob distintos sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,
49 Viçosa, v.30, p. 329-337, 2006.
50

- 1 SILVA, A. D.; MEDEIROS, E. V. de; BEZERRA, C.B.; SILVA, W. M.; BARROS, J.
2 A.; SANTOS, U.J. dos. Interferência Da Incorporação De Matéria Orgânica No Solo No
3 Controle Da Podridão Negra Da Mandioca, Causada Por *Scytalidium lignicola*. **Biosci.**
4 **J.**, Uberlândia, v. 29, n. 6, p. 1823-1831, 2013.
- 5 SIMON, C. D. P.; VITÓRIA, E. L.; LACERDA, E.G.; AVANCINI, Y. S.; RODRIGUES,
6 T. F.; SIMON, C. A. Emissão de Co₂, atributos físicos e carbono orgânico total em
7 diferentes sistemas de preparo do solo. **Nativa**, Sinop, v.7, n. 5, p. 494-499, 2019.
- 8
- 9 SOUZA, E. D.; SILVA, F. D.; PACHECO, L. P.; LAROCA, J. S. V.; SOUZA, J. M. A.;
10 BONETTI, J. A. **Matéria orgânica do solo em sistemas integrados de produção**
11 **agropecuária no Brasil**. In: SOUZA E. D.; SILVA F. D; ASSMANN T. S.; CARNEIRO
12 M. C. C.; CARVALHO, P. C. F.; PAULINO, H. P. Sistemas Integrados de Produção
13 Agropecuária no Brasil. 1 ed. Tubarão-Santa Catarina, Ed. Copiart, 2018, p.107-122.
- 14 TADINI, A. M.; XAVIER, A. A. P.; CARVALHO, M. A. P.; MARTIN NETO,
15 L.; MILORI, D. M. B. P.; BERNARDI, A. C. de C. Avaliação da qualidade da matéria
16 orgânica dos solos extraídos de três variações de sistemas integrados no Estado de São
17 Paulo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA-
18 SIAGRO. Embrapa Instrumentação, **Anais...** 2019.5 p.
- 19
- 20 TÓTOLA, M. R.;CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como
21 indicadores da qualidade dos solos. **Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 2, p. 195-276, 2002.
- 22
- 23 VIANA, E. T.; BATISTA, M. A.; TORMENA, C. A.; COSTA, A. C. S.; INOUE, T. T.
24 Atributos físicos e carbono orgânico em latossolo vermelho sob diferentes sistemas de
25 uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, n.1, p.2105-2114,
26 2011.

1 **CAPÍTULO 2- EFEITO DO SOMBREAMENTO DE EUCALIPTO SOBRE**
2 **BRACHIARIA BRIZANTHA (Syn. *Urochloa brizantha*) CV. PIATÃ EM SISTEMA**
3 **INTEGRADO DE PRODUÇÃO (ILPF)**

4

5

6

7

8

RESUMO

9 O sombreamento proporcionado pelas árvores em sistemas integrados de produção pode
10 ter efeito variado sobre as gramíneas localizadas entre os renques, afetando por exemplo,
11 o valor nutritivo e o desenvolvimento das plantas. Assim, o objetivo do presente trabalho
12 foi avaliar o efeito do sombreamento de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) sobre pasto de
13 *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv. Piatã sobre algumas características
14 da forrageira. Em um experimento conduzido na Unidade de Referência Tecnológica da
15 Embrapa, localizada Fazenda Copasul em Naviraí/MS foram avaliados a produção de
16 massa seca, relação folha/colmo e relação carbono/nitrogênio da *B. brizantha* conduzida
17 em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, com orientação dos renques do
18 componente florestal no sentido Norte-Sul. Os pontos de coleta de dados obedeceram ao
19 delineamento experimental inteiramente casualizado com 6 épocas de corte e 3 posições
20 ente os renques (Oeste, Centro e Leste). Os dados foram submetidos à análise de variância
21 e as médias comparadas entre si a 5% de probabilidade. As faces Oeste, Centro e Leste
22 não diferiram entre si na disponibilidade de biomassa. Porém, foram encontradas
23 diferenças significativas de disponibilidade de massa seca quando comparadas as estações
24 do ano. Massa seca de folhas, de colmo e relação folha/colmo diminuíram
25 significativamente no inverno. Já massa seca de material morto e massa seca total,
26 aumentaram com o decorrer do tempo, sendo encontrados os maiores valores no inverno.
27 A época do ano interferiu na relação carbono/nitrogênio. O verão proporcionou maiores
28 valores de relação carbono:nitrogênio em comparação ao inverno. Durante o inverno, não
29 foram encontradas diferenças significativas na disponibilidade de forragem nos pontos
30 entre renques. A partir dos resultados obtidos, tem-se que o arranjo de árvores no sentido
31 Norte-Sul é promissor para condução de pastagem de capim Piatã entre renques
32 espaçados em 30 metros.

33

34

35 **PALAVRAS-CHAVE:** Gramíneas Forrageiras; disponibilidade de forragem; Sistema
36 Agrossilvipastoril.

ABSTRACT

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

The shading provided by trees in integrated production systems can have a varied effect on grasses located between rows, affecting, for example, the nutritional value and development of plants. Thus, the objective of the present work was to evaluate the effect of eucalyptus (*Eucalyptus urophylla*) shading on *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv. Piatã about some forage characteristics. In an experiment conducted at Embrapa's Technological Reference Unit, located at Copasul Farm in Naviraí/MS, dry mass production, leaf/stem ratio and carbon/nitrogen ratio of *B. brizantha* were evaluated in a crop-livestock-integration system. forest, with the rows of the forest component oriented in the North-South direction. The data collection points followed a completely randomized experimental design with 6 cutting times and 3 positions between rows (West, Center and East). Data were subjected to analysis of variance and means compared to each other at 5% probability. The West, Center and East faces did not differ in terms of biomass availability. However, significant differences in dry mass availability were found when compared to the seasons of the year. Leaves and stalk dry mass and leaf/stem ratio decreased significantly in winter. On the other hand, dry mass of dead material and total dry mass increased over time, with the highest values being found in winter. The time of year interfered with the carbon/nitrogen ratio. Summer provided higher values of carbon:nitrogen ratio compared to winter. During winter, no significant differences were found in forage availability at points between rows. From the results obtained, it appears that the arrangement of trees in the North-South direction is promising for conducting Piatã grass pasture between rows spaced at 30 meters

KEYWORDS: Forage Grasses; forage availability; Agrosilvopastoral system.

1. INTRODUÇÃO

O sistema agrossilvipastoril ou Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) consiste na combinação simultânea dos elementos agrícola, pecuário e florestal e pode-se incluir a rotação, consórcio ou sucessão de culturas (BURGENSTAB, 2012). Com esta integração, a área de produção se mantém em atividade durante o ano todo, otimizando os ciclos biológicos das plantas e dos animais de maneira sustentável (MACHADO *et al.*, 2011).

Em sistemas integrados, o crescimento da planta forrageira é influenciado por inúmeros fatores bióticos e abióticos como o microclima, as práticas de manejo e a dinâmica de competição acima e abaixo do nível do solo. A inclusão desse sistema de produção é eficaz no que se diz respeito à recuperação de solos degradados, na recomposição da drenagem de água e o teor de matéria orgânica, favorecendo a biota e diminuindo a ocorrência de pragas e doenças (ROSCOE *et al.*, 2002; SALTON *et al.*, 2005; SEREIA *et al.*, 2007; PORTILHO *et al.*, 2011; SALTON *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2011).

Um dos requisitos importantes para o sistema agrossilvipastoril é a escolha das espécies de componente. No caso das forrageiras, é importante que sejam tolerantes ao sombreamento, além de possuir boa capacidade produtiva, fácil ajuste de manejo e adaptação às condições edafoclimáticas da região onde serão implantadas (ANDRADE *et al.*, 2004).

Em condições de sombra, as plantas gastam maior proporção de fotoassimilados durante o aumento da área foliar para melhor aproveitamento de luz disponível, aumentando a sua capacidade fotossintética. Ainda, o sombreamento induz modificações morfológicas, entre as quais pode-se citar a área, comprimento, espessura, e orientação da lâmina foliar, comprimento do colmo, número de folha e relação folha:colmo (LOPES *et al.*, 2017).

A resposta das forrageiras aos diferentes níveis de restrição à luz é variável (TAIZ & ZEIGER, 2013; SANTOS *et al.*, 2018). Em *Brachiaria decumbens* (Syn. *Urochloa decumbens*) cv. Basilisk, por exemplo, a produtividade de matéria seca aumenta quando submetida a 50% de sombreamento. Além do incremento de massa seca, foi constatado que o sombreamento induz, até certo ponto, aumento nos teores de proteína bruta, redução de fibra em detergente neutro e maior digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Já níveis abaixo de 35%, não alteram a resposta da forrageira em comparação a

1 pleno sol. Quando submetida a sombreamento intenso, acima de 65%, há redução
2 expressiva da produção de massa seca (PACIULLO *et al.*, 2007; MARTUSCELLO *et al.*,
3 2009). Ainda, em condições semelhantes de sombreamento, dentro do mesmo gênero, as
4 respostas produtivas podem diferir (MARTUSCELLO *et al.*, 2009; PACIULLO *et al.*,
5 2011).

6 Diante disso, a realização de trabalhos que venham auxiliar na melhor escolha
7 das espécies, dos clones de eucalipto e das cultivares de capim entre os renques, assim
8 como os melhores arranjos e a melhor interação entre culturas, permitirão estabelecer
9 sistemas agroflorestais mais produtivos e com melhor capacidade de adequação às
10 diversas condições produtivas do Brasil.

11 Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do
12 sombreamento de árvores de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) sobre pasto de *Brachiaria*
13 *brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv. Piatã.

14

15 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

16

17 As atividades foram conduzidas em área total de 5.866,83 m² na Unidade de
18 Referência Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste localizada Fazenda Copasul 1
19 em Naviraí/MS, BR 163, km 143 (22°59'45.4"S 54°22'50.5"W), com altitude de 365 m.

20 A região encontra-se dentro do Bioma Mata Atlântica com Clima *Am* (Peel *et al.*,
21 2007), clima tropical monçônico, com precipitação anual média de 1400 mm e
22 temperatura média de 22°C. O clima monçônico tende a ter estações secas menos
23 pronunciadas. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico
24 de textura média com horizonte A moderado com relevo plano e suave ondulado
25 (POLIDORO *et al.*, 2016).

26 Na Tabela 1 estão apresentadas as sequências dos cultivos durante os anos de
27 2014 a 2019. Anteriormente, a área era ocupada por pastagem sob pastejo contínuo em
28 processo de degradação.

Tabela 1. Tabela 1. Sequência de cultivos no sistema de produção integrado ILPF durante os anos 2014 a 2019 na URT da Embrapa Agropecuária Oeste localizada em Naviraí-MS.

2014		2015		2016		2017		2018		2019	
Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.
Aveia		Piatã		Soja PD	M + Piatã	Soja PD	M + Piatã		Piatã		Soja PD

1 Legenda: * F=Floresta; * M= milho; *PD=plantio direto.

2

3 Anteriormente à instalação do experimento, foi realizada análise do solo em
4 dezembro de 2013, conforme Tabela 2. Foi realizada calagem com 2 t/ha calcário
5 dolomítico PRNT de 100% e incorporação a 20 cm de profundidade; aplicação de gesso
6 a lanço na dose de 1 t/ha e adubação com 100 kg/ha de P₂O₅, 90 kg/ha de K₂O; 2,5 kg/ha
7 de cobre; 2,0 kg/ha de manganês; 6,0 kg/ha de zinco e boro na dose de 1,5 kg/ha.

Tabela 2. Tabela 2. Resultado de análise de solo nas profundidades de 0 -10, 10- 20 e 20-30 cm da Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste, localizada em Naviraí-MS.

prof cm	pH H ₂ O	pH CaClO ₃	Al	Ca	Mg	H+Al ₃	K	SB	T	CTC efe	m	V	P	MOS	areia	silte	argila
						cmol _c dm ⁻³					%		mg.dm ⁻³		g.kg ⁻¹		
0-10	5,2	4,4	0,2	0,6	0,3	3,3	0,1	1,0	4,3	1,2	18,4	23,7	1,0	12	805	36	159
10-20	5,2	4,4	0,2	0,7	0,4	3,7	0,2	1,2	4,9	1,4	12,6	25,5	1,0	14	775	40	185
20-30	5,2	4,4	0,2	0,6	0,3	3,6	0,1	1,0	4,6	1,2	19,4	22,0	0,9	12	778	34	188

8

9

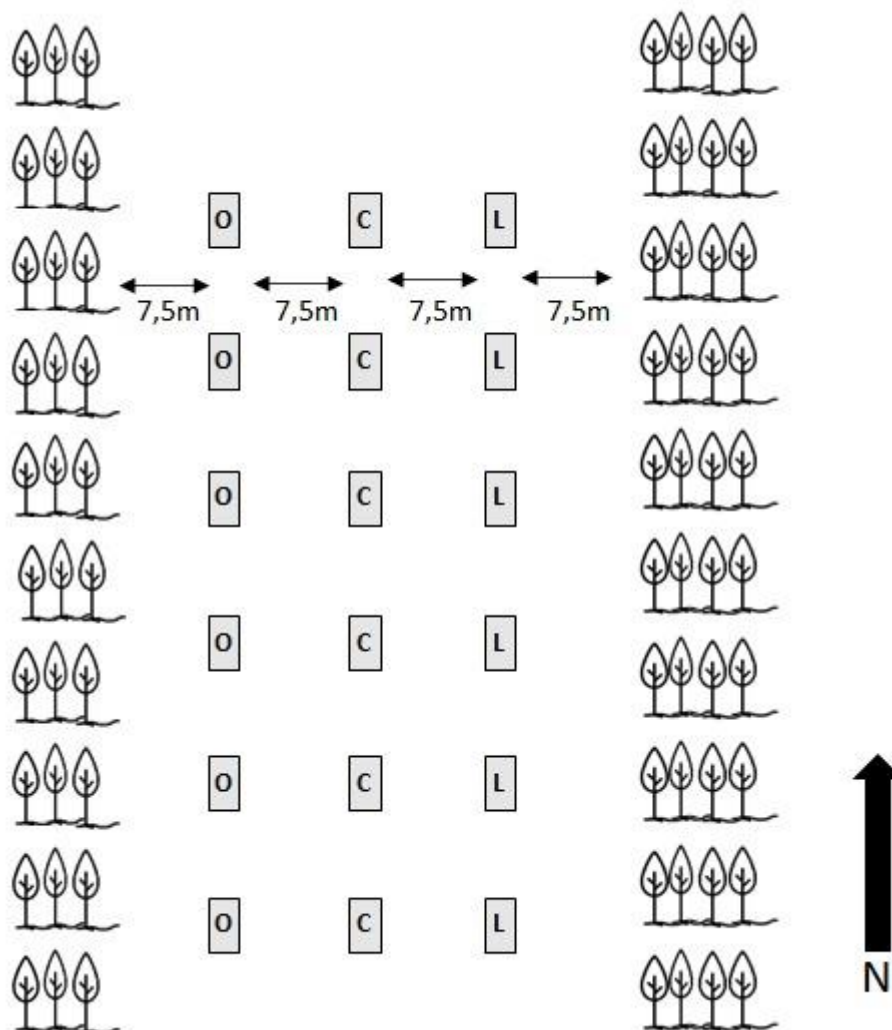
10 O plantio das mudas de eucalipto da espécie *Eucalyptus urophylla* foi realizado
11 no sentido norte-sul e ocorreu em 22/07/2014 com o clone I144. O diâmetro à altura do
12 peito (DAP) do eucalipto no momento da implantação do experimento era de 19,85 cm.

13 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com amostragens
14 bimestrais realizadas em 6 épocas e em 3 posições diferentes dentro do renque (face leste,
15 centro e face oeste). Com espaçamento entre árvores de eucalipto de 2x3 metros entre
16 linhas e 30 metros entre renques.

17 A forrageira *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv. Piatã, foi
18 avaliada na área sob sombreamento de eucalipto entre outubro de 2018 e julho de 2019
19 compreendendo, assim, as estações de verão, outono e parte do inverno. O pastejo foi
20 realizado com taxa de lotação de 2,7 UA/ha de novilha precoce.

21 Foram realizadas as avaliações para disponibilidade de massa seca, relação
22 folha/colmo e teores de nitrogênio e carbono. As taxas de acúmulo de matéria seca, foram

1 avaliadas por meio de 6 cortes para amostragens de forragem, sob pastejo contínuo,
 2 realizados no período de outubro/2018 a julho/2019, em intervalos de 60 dias para os
 3 cinco primeiros cortes e com 30 dias para a sexta amostragem por decorrência de geadas
 4 ocorrida em 07/07/2019. Para a coleta, foram previamente demarcadas 6 faixas ao longo
 5 do entre renque com três pontos amostrais, totalizando 18 amostras, conforme Figura 1.
 6 A posição dos renques no sentido Norte-Sul resulta na ocorrência de sombra no período
 7 da manhã na face Leste e sol pleno na face oeste, invertendo-se ao longo do dia até o
 8 período da tarde. Este fenômeno ocorre independente da estação do ano.



9

10 **Figura 1.** Pontos de amostragem (repetições) de *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa*
 11 *brizantha*) cv. Piaã, entre renques de árvores de Eucalipto na URT- em Naviraí, MS.

12

13 Com auxílio de máquina de poda, foi coletado 1 m² de forragem disponível a 5
 14 cm acima do solo (Figura 2A). Após o corte, as amostras foram pesadas e subamostradas
 15 para avaliações de qualidade em folha, colmo e material morto (Figura 2 B e C). Após a

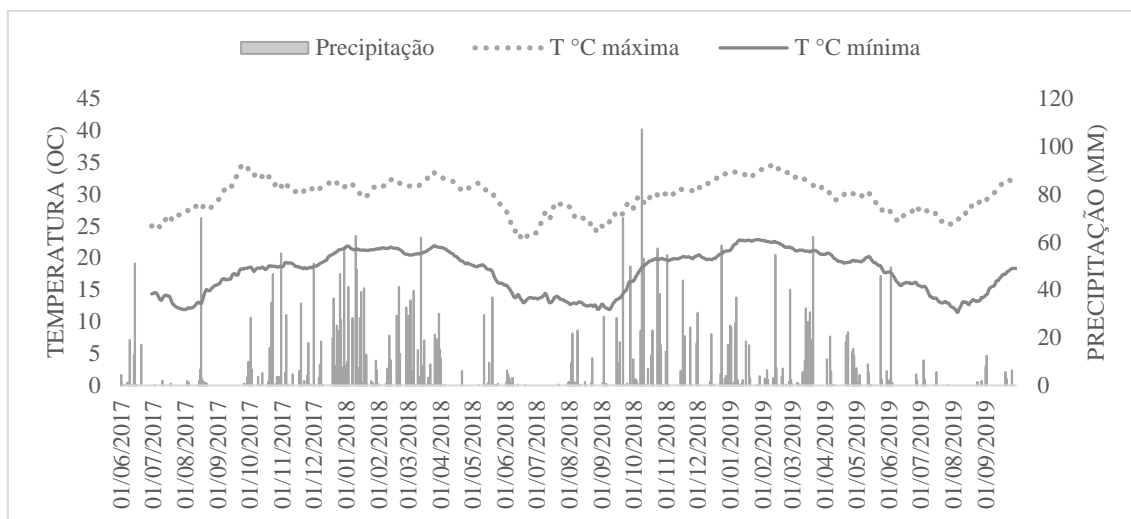
1 separação foram acondicionadas em saco de papel, pesadas e em seguida levadas para
2 secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 65°C por 72h, e após secas, foram
3 novamente submetidas a pesagem, e avaliadas quanto a disponibilidade de massa seca e
4 relação folha: colmo.



Figura 2. Coleta de 1m² de pastagem de *B. brizantha* (Syn. *U. brizantha*) cv Piatã (A); amostra coletada (B); separação morfológica *B. brizantha* (Syn. *U. brizantha*) cv Piatã (C).

30 Na Figura 3 estão demonstrados os dados climáticos coletados pelo Instituto
31 Nacional de Meteorologia (INMET), da região onde está localizada a URT-Fazenda
32 Copasul, durante o período compreendido entre junho de 2017 a setembro de 2019. Para
33 a região, o período de maiores precipitação e temperatura compreendem os meses de
34 outubro a março, e o período mais seco e frio de abril a setembro.

1



2

Figura 3. Precipitação pluvial, temperaturas máximas e mínimas registradas na Estação meteorológica do Inmet em Juti, MS entre junho de 2017 a setembro de 2019.

3

4

Para a análise estatística das avaliações, as amostragens realizadas nos meses outubro, dezembro e fevereiro, foram consideradas como “verão” e as amostragens realizadas em abril, junho e julho foram agrupadas como “inverno”.

7

Na Figura 4 estão apresentadas as médias de radiação fossinteticamente ativa incidente sobre as faces Oeste, Centro e Leste em pontos equidistantes. A aferição da luz foi realizada com sensores piranômetros em barra serial da marca Onset.

10

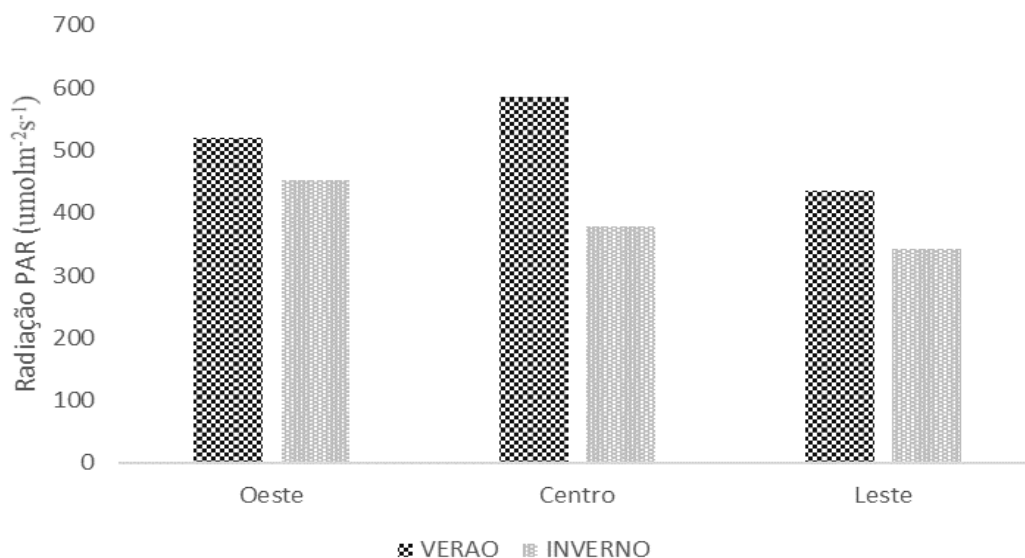


Figura 4. Radiação fotossinteticamente ativa (PAR) média incidente nas faces Oeste, Centro e Leste entre renques de eucalipto da Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste no verão e inverno 2018/2019, Naviraí-MS.

1 Para as amostragens da forrageira, utilizou-se o delineamento experimental
2 inteiramente casualizado e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo
3 software R STATISTIC, utilizando-se o teste F e as médias, quando significativas, foram
4 comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

5 6 **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

7
8 As médias de disponibilidade de massa seca e relação folha/colmo de *Brachiaria*
9 *brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv. Piatã entre renques de eucaliptos espaçados em
10 30 m estão apresentados na Tabela 3.

11 Durante o inverno e o verão, não houve diferenças estatísticas entre as faces
12 oeste, centro e leste entre os renques. Em trabalho realizado por Santos (2018) avaliando
13 respostas fisiológicas e estruturais de *B. brizantha* (Syn. *U. brizantha*) cv. Piatã entre
14 renques de eucalipto com orientação Leste-Oeste com espaçamento de 22x2m, não foram
15 encontradas diferenças estatísticas no acúmulo de biomassa total, acúmulo de massa
16 verde e de área foliar, independente da distância dos pontos avaliados em relação ao
17 renque. Em experimento realizado por Paciullo *et al.* (2008), em condições de inverno, a
18 produção de folhas por *B. decumbens* (Syn. *U. decumbens*) não foi afetada em função do
19 sombreamento proporcionado pelas árvores.

20 Quando comparadas as estações verão e inverno, as médias diferiram
21 significativamente em todas as variáveis avaliadas (Tabela 3). Para MS FOLHA a
22 disponibilidade de folhas durante o verão foi maior em 68,98%, em média. Isso se deve
23 ao fato de que no inverno, as forrageiras tropicais diminuem a produção de biomassa
24 devido a diminuição de radiação solar, temperatura e água (MUNIZ *et al.*, 2014). Em
25 experimento realizado por Paciullo *et al.* (2008), os menores valores de produção de
26 folhas foram encontrados no inverno, corroborando com o obtido para a mesma estação
27 no presente estudo.

28 Para MS COLMO, a diminuição de temperatura e de oferta de água à forrageira
29 durante o inverno também interferiu na biomassa presente em todo o transecto entre
30 renques. Sendo a disponibilidade de colmos, em média, 60,36% maior no verão em
31 comparação com o período de inverno (Tabela 3). Em avaliação da produção de forragem
32 de braquiária submetida a lotação intermitente nas estações do ano, a porcentagem de
33 colmos de capim xaraés foi 60,67% menor na época seca do ano (OLIVEIRA, 2018).

1 **Tabela 3.** Disponibilidade de massa seca de folhas (MS FOLHA), massa seca de colmos
 2 (MS COLMOS), massa seca de material morto (MS MORTO), massa seca de total (MS
 3 TOTAL), relação folha-colmo (F:C) e porcentagem de folhas (%FOLHA) de *Brachiaria*
 4 *brizantha* (Syn. *Uroclhoa brizantha*) cv Piatã durante o inverno e verão localizados nas
 5 faces Oeste, Centro e Leste entre renques de eucalipto em sistema ILPF com orientação
 6 de árvores na direção norte-sul. Naviraí, MS.

MS FOLHA (Mg. ha⁻¹)				
	Oeste	Centro	Leste	CV (%)
VERÃO	1,82 A ^{ns}	1,76 A ^{ns}	1,93 A ^{ns}	23,64
INVERNO	0,54 B ^{ns}	0,55 B ^{ns}	0,62 B ^{ns}	37,89
CV (%)	38,40	36,42	37,97	
MS COLMO (Mg. ha⁻¹)				
	Oeste	Centro	Leste	CV (%)
VERÃO	2,26 A ^{ns}	2,27 A ^{ns}	1,99 A ^{ns}	30,36
INVERNO	1,44 B ^{ns}	1,21 B ^{ns}	1,29 B ^{ns}	37,42
CV (%)	46,75	41,15	38,38	
MS MORTO (Mg. ha⁻¹)				
	Oeste	Centro	Leste	CV (%)
VERÃO	1,55 B ^{ns}	1,38 B ^{ns}	1,19 B ^{ns}	38,09
INVERNO	7,19 A ^{ns}	7,85 A ^{ns}	6,91 A ^{ns}	29,17
CV (%)	37,18	18,53	21,93	
MS TOTAL (Mg. ha⁻¹)				
	Oeste	Centro	Leste	CV (%)
VERÃO	5,64 B ^{ns}	5,42 B ^{ns}	5,12 B ^{ns}	18,4
INVERNO	9,18 A ^{ns}	9,62 A ^{ns}	8,82 A ^{ns}	39,35
CV (%)	37,98	37,91	33,10	
F:C				
	Oeste	Centro	Leste	CV (%)
VERÃO	0,81 A ^{ns}	0,77 A ^{ns}	0,97 A ^{ns}	38,48
INVERNO	0,38 B ^{ns}	0,45 B ^{ns}	0,48 B ^{ns}	40,69
CV (%)	40,46	29,81	31,48	
%FOLHA				
	Oeste	Centro	Leste	CV (%)
VERÃO	32,27 Ab	32,47 Ab	37,69 Aa	11,09
INVERNO	5,87 B ^{ns}	5,55 B ^{ns}	7,03 B ^{ns}	16,86
CV (%)	40,49	33,91	39,16	

7 Para cada variável, médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não
 8 diferem estaticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

9

10 Em condições de sombreamento, adicionada a diminuição de temperatura, a
 11 produção de colmos é afetada. Nessas circunstâncias, o crescimento dos perfilhos
 12 existentes é priorizado, prejudicando, desta forma, uma nova produção (PACIULLO *et*
 13 *al.* 2008; PACIULLO *et al.*, 2007).

14 A conversão de energia solar é responsável pela produção de biomassa, porém a
 15 temperatura exerce papel preponderante na ecofisiologia das plantas, pois altera o
 16 funcionamento de enzimas, como a RUBISCO e PEPcase, sendo responsável pela

1 velocidade das reações químicas envolvidas nos processos de fotossíntese
2 (BONHOMME, 2000; VILLA NOVA *et al.*, 2004; TAIZ & ZEIGER, 2013).

3 Para as variáveis MS MORTO e MS TOTAL, houve diferença estatística quando
4 comparadas as estações inverno e verão (Tabela 3). Ocorrendo acúmulo de massa seca
5 em todas as faces dentro do renque, observando-se os maiores valores no período de
6 inverno. Corroborando com resultados obtidos por Oliveira (2018) e Geremia *et al.*
7 (2018), em pastagem de capim xaraés e piatã, respectivamente. O pastejo, associado ao
8 estiolamento provocado pelo sombreamento, e ao pisoteio devido a presença dos animais
9 provoca tal aumento de material senescente no decorrer do tempo.

10 À medida que os animais removem o limbo foliar do pasto, a massa das folhas
11 diminui em relação ao caule e material morto, o que pode ocasionar limitações ao pastejo
12 (CARVALHO *et al.*, 2009). No presente estudo foi observada a diminuição de, em média,
13 51,37% da relação folha-colmo durante o inverno em todos os pontos avaliados, diferindo
14 estatisticamente a 5% de probabilidade em comparação ao verão. Alterações
15 morfológicas das plantas forrageiras são descritas na literatura, segundo Lambers *et al.*,
16 (1998) tais mudanças tem por objetivo evitar a sombra e maximizar a captação de luz
17 pelos órgãos assimiladores, com aumento de comprimento de colmos com maior peso
18 médio e folha com menor densidade de massa e maior área específica (PERI *et al.*, 2007).

19 As mudanças morfológicas podem ser associadas à escassez hídrica e baixas
20 temperaturas (GEREMIA *et al.*, 2018), ocorridas no período. O alongamento do colmo é
21 tido como um mecanismo de estratégia para superar a redução da luz pelo posicionamento
22 das folhas mais altas no dossel do pasto sob sombreamento. (CASTRO *et al.*, 1999;
23 PACIULLO *et al.*, 2008; GOBBI *et al.*, 2009).

24 Para porcentagem de folhas (%FOLHA), foi constada diferença estatística entre
25 as estações do ano em todos os pontos, sendo a estação verão superando 82% o inverno.

26 Durante o verão, a maior %FOLHA foi encontrada para a face Leste, diferindo
27 significativamente do centro e da face Oeste. Pode se inferir que o comportamento de
28 pastejo dos animais tenha influenciado nesse resultado, pois mesmo sem diferir
29 estatisticamente, a face Oeste apresentou maior peso de material morto (1,55 Mg.ha⁻¹),
30 em comparação ao ponto central (1,38 Mg.ha⁻¹) e a face Leste (1,19 Mg.ha⁻¹), o que pode
31 evidenciar maior pisoteio e, conseqüentemente, maior tempo de permanência e pastejo na
32 face Oeste e centro, resultando na maior proporção de folhas da face Leste. Ainda, visto
33 que o sombreamento aumenta o comprimento de colmos (PACIULLO *et al.*, 2011b). Esse
34 aumento na proporção de colmos, pode ter tido efeito sobre a F:C do presente trabalho.

1 Com isso, pode ter alterado o processo de formação de bocado e da seletividade de folhas,
 2 em resultado os animais gastam mais tempo na formação do bocado, aumentando assim
 3 o tempo das sessões de pastejo. (BENVENUTTI et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2010;
 4 ARAÚJO et al., 2017). Aliado a isso, a face Oeste recebe a luminosidade do sol durante
 5 o período da manhã e é sombreada no período da tarde. E segundo Barreto *et al.* (2019),
 6 os bovinos têm seu maior tempo de atividade durante a tarde e buscam áreas sombreadas
 7 para conforto térmico, o que pode explicar a preferência de pastejo na face Oeste.

8 No que se refere a relação carbono/nitrogênio, houve diferença estatística em
 9 FOLHA C/N nas faces Oeste e Leste quando comparadas as estações de inverno e verão
 10 (Tabela 4).

11

12 **Tabela 4.** Valores médios da relação carbono: nitrogênio em folhas (FOLHA C/N) e no
 13 material morto (MORTO C/N) de *Brachiaria brizantha* (Syn. *Uroclhoa brizantha*) cv
 14 Piatã durante o inverno e verão localizados nas faces Oeste, Centro e Leste entre renques
 15 de eucalipto em sistema ILPF com orientação de árvores na direção norte-sul. Naviraí,
 16 MS.

FOLHA C:N				
	Oeste	Centro	Leste	CV (%)
VERÃO	27,69 A ^{ns}	24,48 ^{NSns}	26,17 A ^{ns}	23,97
INVERNO	22,82 B ^{ns}	21,71 ^{NSns}	22,21 B ^{ns}	14,78
CV (%)	20,82	20,5	22,17	
MORTO C:N				
	Oeste	Centro	Leste	CV (%)
VERÃO	66,41 B ^{ns}	54,90 ^{NSns}	70,53 ^{NSns}	34,24
INVERNO	80,52 Aa	64,59 ^{NS} ab	59,39 ^{NS} b	25,13
CV (%)	26,08	28,83	33,38	

17 Para cada variável, médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não
 18 diferem estaticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.
 19

20 Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os pontos na face Oeste,
 21 Centro e Leste. No verão, a relação C/N foi 17,59% mais elevada para a face Oeste. Na
 22 face Leste, o inverno também resultou em relação C/N mais baixa, sendo 15,13% inferior
 23 à estação de verão. A radiação que chega no dossel forrageiro muda de acordo com a
 24 estação do ano, o que pode explicar a redução da relação C/N das folhas no inverno.
 25 Carvalho *et al.* (2002) verificou o aumento do teor de nitrogênio em função da mudança

1 de luminosidade, tal incremento é esperado, pois com a produção de massa seca reduzida,
2 há a concentração do teor de nutrientes (CASTRO *et al.*, 2001).

3 Para MORTO C/N, observou-se diferença estatística tanto entre as posições
4 entre os renques, como entre as estações do ano. Os pontos localizados nas faces Leste e
5 Oeste, diferiram entre si durante o inverno. O ponto na face Oeste foi 26,24% maior em
6 relação ao ponto a Leste. E quando comparadas as estações do ano, na face oeste, a relação
7 C/N foi maior durante o inverno em 17,52%. Por se tratar de tecido morto, parcialmente
8 mineralizado, a relação C/N mais elevada evidencia decomposição da biomassa mais
9 lenta devido a provável menor concentração de nitrogênio do material senescente, pois
10 há prioridade de nutrição das partes verdes por parte da planta (BAHMANI *et al.*, 2000).

11 12 **4. CONCLUSÕES**

13
14 A época do ano interfere na disponibilidade de biomassa em capim Piatã
15 sombreado.

16 A posição entre os renques não influencia a disponibilidade de massa seca do
17 capim Piatã no inverno.

18 O sombreamento ofertado pelo componente arbóreo com orientação Norte-Sul,
19 com espaçamento de 30 metros mostra-se como alternativa promissora para condução de
20 sistema agrossilvipastoril, uma vez que a posição dentro do renque não interfere na
21 produção de biomassa e relação folha colmo a época mais fria e seca.

22 A relação carbono:nitrogênio do capim piatã não é afetada pela posição ocupada
23 entre os renques.

1 **REFERÊNCIAS**

- 2
- 3 ANDRADE, C, M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; VAZ, F. A. Crescimento
4 de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa**
5 **Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004.
- 6
- 7 ARAÚJO, R. A. D.; RODRIGUES, R. C.; COSTA, C. D. S.; SANTOS, F. N. D. S.;
8 CUTRIM JÚNIOR, J. A. A.; JESUS, A. P. R. D.; SHIGAKI, F. ARAÚJO, J. D. S.
9 Grazing behavior and spatial distribution of feces of Young bulls in silvopastoral systems
10 and Marandu monoculture in the Pre-Amazon region. **Acta Scientiarum. Animal**
11 **Sciences**, v. 39, n. 1, p. 83-90, 2017
- 12
- 13 BAHMANI, I.; HAZARD, L.; VARLET-GRANCHER, C.; BETIN, M.; LEMAIRE,
14 G.; MATTHEW, C.; THOM, E.R.. Differences in tillering of long and short-leaved
15 Perennial Ryegrass genetic lines under full light and shade treatment. **Crop Science**. v.
16 40, n.4, p.1095-1102, 2000.
- 17
- 18 BARRETO, A. N.; GARCIAA. R.; BERNARDI A. C. C.; PEZZOPANE J. R. M.;
19 ROMANELLO, N; SOUSA, M. A. P. Monitoramento eletrônico do comportamento de
20 novilhas de corte mantidas em sistema de iLPF. In: Simpósio brasileiro de zootecnia-
21 tecnologias que alimentam o mundo-29, 2019, Uberaba. **Rsumo...** Uberaba, 2019.
- 22
- 23 BENVENUTTI, M. A.; GORDON, I. J.; POPPI, D. P.; CROWTHER, R.; SPINKS, W.;
24 MORENO, F. C. The horizontal barrier effect of stems on the foraging behaviour of cattle
25 grazing five tropical grasses. **Livestock Science**, v. 126, n. 1-3, p. 229-238, 2009.
- 26
- 27 BONHOMME, R. Bases and limits to using “degree.day” units. **European Journal of**
28 **Agronomy**, v. 13, n. 1, p. 1-10, 2000.
- 29
- 30 BURGENSTAB, D. J. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: A produção**
31 **sustentável**. 2 ed. Brasília: EMBRAPA, 2012. 239 p.
- 32
- 33 CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; XAVIER, D. F. Início do florescimento,
34 produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de
35 sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.39, n.5, p. 717-722, 2002.
- 36
- 37 CARVALHO, P.C.F.; TRINDADE, J.K.; SILVA, S.C.; SILVA, S. C. da; BREMM, C.;
38 MEZZALIRA, J. C.; NABINGER, C.; AMARAL, M. F.; CARASSAI, I. J.; MARTINS,
39 R. S.; GENRO, T. C. M.; GONÇALVES, E. N.; AMARAL, G. A. do; GONDA, H. L.;
40 POLI, C. H. E. C.; SANTOS, D. T. dos. Consumo de forragem por animais em pastejo:
41 analogias e simulações em pastoreio rotativo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA
42 PASTAGEM - INTENSIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL EM
43 PASTOS-FEALQ, 25, 2009, Piracicaba. **Resumo...**Piracicaba, 2009, 33p.
- 44
- 45 CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; COUTO, L. Produção
46 Forrageira de Gramíneas Cultivadas sob Luminosidade Reduzida. **Revista Brasileira de**
47 **Zootecnia**, v.28, n.5, p.919-927, 1999.
- 48

- 1 CASTRO, C. R. T. de; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P. Efeitos do
2 sombreamento na composição mineral de gramíneas forrageiras tropicais. **Revista**
3 **Brasileira de Zootecnia**. v.30, n. 6, p.1959-1968, 2001.
- 4
- 5 INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA-INMET. Banco de Dados
6 Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Brasília – DF, 2019.
- 7
- 8 GEREMIA, E.A.; CRESTANI, S.; MASCHERONI, J. D. C.; CARNEVALLI, R. A.;
9 MOURÃO, G. B.; SILVA, S. C. da. Sward structure and herbage intake of *Brachiaria*
10 *brizantha* cv. Piatã in a crop-livestock-forestry integration área. **Livestock Science**. 212,
11 pp 83-92. 2018.
- 12
- 13 GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ-NETO, A. F.; PEREIRA, O. G.; VENTRELLA,
14 M. C.; ROCHA, G. C. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim-
15 braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira**
16 **de Zootecnia**. v.38, n.1, p.1645–1654, 2009.
- 17
- 18 LAMBERS, H.; CHAPIM III, F. S.; PONS, T. L. **Plant physiological ecology**. New
19 York: Springer, 1998. 540p.
- 20 LOPES, C. M.; PACIULLO, D. S. C.; ARAÚJO, S. A. C.; GOMIDE, C. A. M.;
21 MORENZ, M. J. F.; VILLELA, S. D. J. Massa de forragem, composição morfológica e
22 valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização.
23 **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, n.1, p. 225-233, 2017.
- 24
- 25 MACHADO, L. A. Z.; CECCON, G.; ADEGAS, F. S. **Integração Lavoura-Pecuária-**
26 **Floresta: Identificação e implantação de forrageiras na integração Lavoura-**
27 **Pecuária**. Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2011. 57 p. (Documentos 111).
- 28
- 29 MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L.; GONTIJO-NETO, M. M.; LAURA, V.A.; CUNHA,
30 D. N. F. V. da. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento.
31 **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.38, n.7, p.1183 – 1190, 2009.
- 32
- 33 MUNIZ, R. A.; SOUSA, E. F.; MENDONÇA, J. C.; ESTEVES, B. S.; LOUSADA, L. L.
34 Balanço de energia e evapotranspiração do capim Mombaça sob sistema de pastejo
35 rotacionado. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v.29, n.1, p.47-
36 54, 2014.
- 37
- 38 OLIVEIRA, R. T **Produção de forragem, valor nutritivo e desempenho animal em**
39 **diferentes espécies de *Brachiaria brizantha* sob lotação intermitente**. 2018. 55p.
40 Dissertação (Mestrado, zootecnia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
41 Goiano, 2018.
- 42
- 43 PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B. de.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M.
44 J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-
45 braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,
46 v.42, n.4, p. 573 – 579, 2007.
- 47
- 48 PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, KN. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T. de;
49 TAVELA, R. C.; ROSIELLO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado

- 1 pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,
2 v.43, n.7, p.917-923, 2008.
- 3
- 4 PACIULLO, D. S. C.; FERNANDES, P. B.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T. de;
5 SOBRINHO, F. S.; CARVALHO, C. A. B. de. The growth dynamics in *Brachiaria*
6 species according to nitrogen dose and shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40,
7 n.2, p. 270-276, 2011.
- 8
- 9 PACIULLO, D. S. C.; DE CASTRO, C. R. T.; DE MIRANDA GOMIDE, C. A.;
10 MAURÍCIO, R. M.; PIRES, M. D. F. Á.; MÜLLER, M. D.; XAVIER, D. F. Performance
11 of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v. 141, n. 2-3, p. 166-172,
12 2011b
- 13
- 14 PELL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. Updated world map of the
15 KöppenGeiger. **Hydrology and Earth System Sciences**, vol. 4, n.2, pp. 439-473, 2007
- 16
- 17 PERI, P. L.; LUCAS, R. J.; MOOT, D. J. Dry matter production, morphology and
18 nutritive value of *Dactylis glomerata* growing under diferents light regimes. **Agroforestry**
19 **Systems**, v.70, n.1, p.63-79, 2007.
- 20
- 21 POLIDORO, J. C.; SANTOS, M. L. M.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.;
22 CARVALHO FILHO, A. de; MOTTA, P. E. F. da; CARVALHO JÚNIOR, W. de;
23 ARAÚJO FILHO, J. C. de; CURCIO, G. R.; CORREIRA, J. R.; MARTINS, E. S.;
24 SPERA, S. T.; OLIVEIRA, S. R. M.; BOLFE, E. L.; MANZATTO, C. V.; TÔSTO, S.
25 G.; VENTIURIERI, A.; SÁ, I. B.; OLIVEIRA, V. A. de; SHINZATO, E.; ANJOS, L. H.
26 C. dos; VALLADARES, G. S.; RIBEIRO, J. L.; MEDEIROS, P. S. C. de; MOREIRA,
27 F. M. S.; SILVA, L. S. L.; SEQUINATTO, L.; AGLIO, M. L. D.; DART, R. O.
28 **Programa nacional de solos do brasil (PronaSolos)**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos,
29 2016, 53 p. (Documentos, 183).
- 30
- 31 PORTILHO, I. I. R.; CREPALDI, R. A.; BORGES, C. D.; SILVA, R. F. da; SALTON,
32 J. C.; MERCANTE, F. M. Fauna invertebrada do solo e atributos físicos e químicos do
33 solo em sistema integrado lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46,
34 n.10, p.1310-1320, 2011.
- 35
- 36 ROSCOE, R.; MACHADO, P. L. O. de A.. **Fracionamento físico do solo em estudos**
37 **da matéria orgânica**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa
38 Solos, 2002. 86p.
- 39
- 40 SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C. Teor e dinâmica do carbono no solo em
41 sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10,
42 p.1349-1356, 2011.
- 43
- 44 SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C.
45 M.; BROCH, D. L.; BOENI, M. CONCEIÇÃO, P. C.. **Matéria orgânica do solo na**
46 **integração Lavoura-Pecuária em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa
47 Agropecuária Oeste, 2005. 62 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 29).
- 48
- 49 SANTOS V. A. C. **Respostas agronômicas e fisiológicas de *Brachiária brizantha* cv.**
50 **Piatã em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. 2018. 89p. Tese

- 1 (Doutorado, Ciência Animal e Pastagens) USP/Escola Superior de Agricultura Luiz de
2 Queiroz, 2018.
3
- 4 SANTOS, M. V.; FERREIRA, E. E.; CRUZ, P. J. R.; RIBEIRO, V. H. V.; ALENCAR,
5 B. T. B.; CABRAL, C. M.; FRANCINO, D. M. T.; ASPIAZÚ, I. Leaf anatomy of
6 'Marandu' grass cultivated in plant arrangements in agrosilvopastoral systems. **Pesquisa**
7 **agropecuária brasileira**. v.53, n.12, p. 320-1328, 2018.
8
- 9 SEREIA, A. F. R.; ASMUS, G. L.; FABRICIO, A. C. Influência de diferentes sistemas
10 de produção sobre a população de *Rotylenchulus reniformis* (Linford & Oliveira, 1940) no
11 solo. **Nematologia Brasileira**, v.31, n.1, p. 42-45, 2007.
12
- 13 SILVA, R. F. da.; GUIMARÃES, M. F.; AQUINO, A. M. de; MERCANTE, F. M.
14 Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistemas de integração
15 lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1277-1283, 2011.
16
- 17 TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed., Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
18
- 19 TEIXEIRA, F. A.; MARQUES, J. A.; SILVA, F. F.; E PIRES, A. J. V. Comportamento
20 ingestivo e padrão de deslocamento de bovinos em pastagens tropicais. **Archivos de**
21 **Zootecnia**, v. 59, p. 57-70, 2010.
22
- 23 VILLA NOVA, N. A.; DETOMINI, E. R.; DOURADO NETO, D.; MANFRON, P. A.;
24 PEDREIRA, C. G. S. Modelo de estimativa da produtividade de fitomassa seca de parte
25 aérea de *Cynodon nlemfuënsis* L. cv. Florico em função da radiação solar. **Pasturas**
26 **Tropicais**, v.25, n.3, p. 56-61, 2004.

1 **CAPÍTULO 3- AGREGAÇÃO E TEOR DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL EM**
2 **LATOSSOLO VERMELHO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO**

3

4

5

6

RESUMO

7

8

9 Foram avaliados agregação, estabilidade de agregados e teor de carbono orgânico total de
10 um Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura média submetido a diferentes
11 sistemas de manejo. Em experimento com cinco anos de implantação localizado na
12 unidade de referência tecnológica (URT) da fazenda Copasul 1 em Naviraí, Mato Grosso
13 do Sul, o solo foi amostrado na camada de 0 a 10, para determinação do tamanho médio
14 e da estabilidade dos agregados em água e a seco. E nas camadas de 0 a 10 e 10 a 20 cm
15 foi determinado o teor de carbono orgânico total. O delineamento experimental foi
16 inteiramente casualizado e as médias, com diferenças significativas, foram comparadas
17 pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Nos sistemas com pastagens, seja de forma
18 isolada ou em rotação com lavouras, foi verificado maior volume de agregados,
19 constituindo agregados com tamanho superior a 0,25 mm. O sistema com pastagem
20 apresentou maior diâmetro médio ponderado via úmida e maior índice de estabilidade de
21 agregados. O índice de estratificação de carbono foi superior a um, não havendo perda de
22 carbono nos sistemas avaliados

23

24

25 **PALAVRAS-CHAVE:** sistemas integrados, estrutura do solo, carbono

ABSTRACT

1
2
3
4 Simple and complex agricultural systems including soybean crops, pastures and
5 trees under no-tillage and conventional planting were evaluated for soil aggregation,
6 aggregate stability and total soil organic carbon content. In an experiment with five years
7 of implementation located in the technological reference unit (URT) of the Copasul 1
8 farm in Naviraí, Mato Grosso do Sul, the soil was sampled in a layer from 0 to 10, to
9 determine the average size and stability of the aggregates in water and dry. And in the
10 layers from 0 to 10 and 10 to 20 cm, the total organic carbon content was determined.
11 The experimental design was completely randomized and the means, with significant
12 differences, were compared by Tukey test at 5% probability. In systems with pastures,
13 either alone or in rotation with crops, a greater volume of aggregates was verified,
14 constituting aggregates with a size larger than 0.25mm. The system with pasture had a
15 larger wet weighted average diameter and a higher aggregate stability index. The carbon
16 stratification index was greater than one, with no carbon loss in the evaluated systems
17

18 **KEYWORDS:** integrated systems, soil structure, carbon

1. INTRODUÇÃO

O solo é um sistema complexo e dinâmico e ações externas podem desencadear processos de degradação. A maneira como a deterioração do sistema solo ocorre, depende de vários fatores como relevo, clima, uso e manejo. Tais fatores agem em conjunto, e o grau de importância e o desequilíbrio gerado a partir de cada fator varia de caso a caso. (HERNANI & SALTON, 1998).

É um recurso não renovável dentro da escala de existência humana e de acordo com a FAO (2015), um terço dos solos do planeta estão degradados ou em processo avançado de degradação. Com isso, 0,3% da produção de alimentos é perdida anualmente e caso esta situação não seja revertida, a redução total poderá ser de mais de 10% até 2050. Até lá, a população mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas e tendo em vista que a área para cultivo no planeta é limitada (LAL, 2014), a busca por sistemas de produção e/ou melhoria desses sistemas se faz constante e necessária de forma a conservar o solo e assegurar a produção de alimentos.

Os sistemas conservacionistas de produção, tem se mostrado como alternativa para melhorar qualitativamente o solo e para reverter essa situação. Não apenas conservam, mas recuperam áreas já degradadas com o passar dos anos (BALBINO *et al.*, 2011), proporcionando maior estabilidade estrutural. Ainda, aliado à manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo, têm proporcionado maior proteção contra o impacto direto das gotas de chuva, favorecendo a infiltração e redução da perda de água por escoamento superficial (ROTH & VIEIRA, 1983).

Dentre os métodos conservacionistas, destacam-se os sistemas integrados que se caracterizam por unir, numa mesma área, diferentes atividades visando maximizar o uso da terra e dos meios de produção, bem como diversificar a renda (GASPARINI *et al.*, 2017). Como são vários os componentes envolvidos, as possibilidades de arranjo são inúmeras e os resultados também são variados.

A complexa dinâmica da agregação resulta da interação entre fatores ambientais, de manejo do solo, influência da planta e propriedades do solo, como composição mineral, textura, carbono orgânico do solo, processos pedogenéticos, atividade microbiana, capacidade de troca catiônica, reserva nutricional e disponibilidade de água, sendo frequentemente expressa em termos de estabilidade de agregados (BRONICK & LAL, 2005).

1 Diante disso, este trabalho tem por objetivo verificar o efeito de sistemas de
 2 manejo na agregação de um Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura média, após
 3 cinco anos e implantação em uma área anteriormente ocupada por pastagem em
 4 degradação.

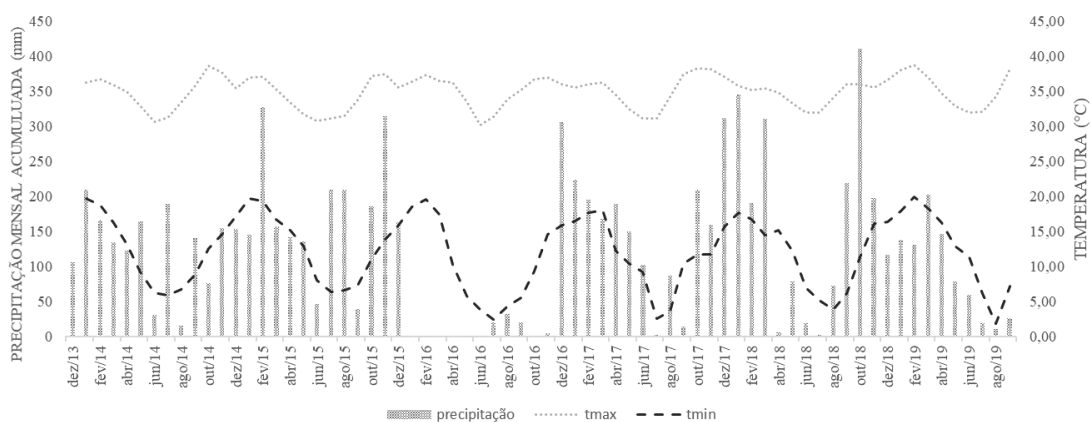
6 2. MATERIAL E MÉTODOS

8 As atividades foram conduzidas em área total de 27 ha na Unidade de Referência
 9 Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste localizada Fazenda Copasul 1 em
 10 Naviraí/MS, BR 163, km 143 (22°59'45.4"S 54°22'50.5"W), com altitude de 365 m.

11 A região encontra-se dentro do Bioma Mata Atlântica com Clima *Am* (Peel et
 12 al., 2007), clima tropical monçônico, com precipitação anual média de 1400 mm e
 13 temperatura média de 22°C. O clima monçônico tende a ter estações secas menos
 14 pronunciadas. Para a região da área experimental, o período de maiores precipitação e
 15 temperatura compreendem de outubro a março, e o período mais seco e frio de abril a
 16 setembro.

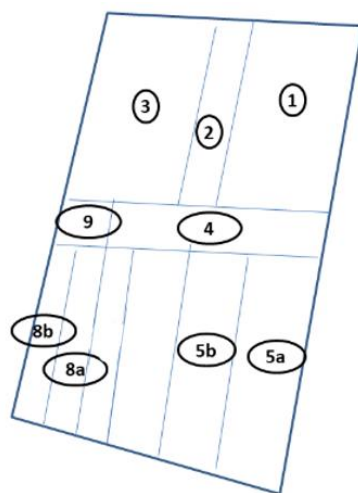
17 O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico de
 18 textura média com horizonte A moderado com relevo plano e suave ondulado
 19 (POLIDORO *et al.*, 2016).

20 Na Figura 5 estão demonstrados os dados climáticos coletados pelo Instituto
 21 Nacional de Meteorologia (INMET), da região onde está localizada a URT-Fazenda
 22 Copasul, durante o período compreendido entre dezembro de 2013 a setembro de 2019.



24 **Figura 5.** Precipitação mensal acumulada, temperatura máxima e temperatura mínima da região onde está localizada a Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste, entre dezembro de 2013 a agosto de 2019, Juti-MS.

1
2 A área experimental foi dividida, conforme figura 6, em plantio direto de soja
3 (SOJA PD), sistema convencional com monocultura de soja e preparo do solo com grades
4 (SOJA CV), integração lavoura pecuária com sucessão, a cada dois anos, intercalando
5 lavoura de soja em plantio direto e pastagem de *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa*
6 *brizantha*) cv. Piatã (ILP A e ILP B), pastagem de capim piatã em pastejo contínuo (PP),
7 floresta de *Eucalyptus urophylla* espaçados 2x3m entre si (EUCALIPTO) e integração
8 lavoura pecuária floresta com sucessão, a cada dois anos, intercalando lavoura de soja em
9 plantio direto e pastagem de *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv. Piatã
10 (ILPF A e ILPF B).



11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
Figura 6. Croqui da área experimental implantada em 2014 da URT da Embrapa Agropecuária Oeste localizada em Naviraí-MS. ILPF A (1); FLORESTA (2); ILPF B (3); PP-pastagem permanente (4); ILP A (5a); ILP B (5b); SOJA CV- convencional (8a); SOJA PD - plantio direto (8b); Referência (9).

24
25 Dos 26 hectares destinados ao experimento, 51.896,29 m² compreendiam a área
26 de ILPF A ²; 20.375,35 m² para EUCALIPTO; 52.001,26 m² sob ILPF B; 24.758,68 m²
27 para PP 39.232,67 m² sob ILP A; 31.737,89 m² para ILP B; 8 A compreendiam 16.378,90
28 m²; a área para 8 B incluíam 24.823,96m² e pastagem de referência continham
29 5.568,37m²;

30 O primeiro ciclo de cultivos se deu em 2014 com a preparação do solo e com
31 semeadura de aveia. Em junho de 2014, foi plantado eucalipto clone I144, adubado com
32 formulado NPK 6-24-10, na dose de 300 kg/ha. Em novembro de 2014 semeou-se soja,
33 cultivar BMX Potência.

1 Na Tabela 5 estão apresentadas as sequências dos cultivos durante os anos de
2 2014 a 2019. Anteriormente, a área era ocupada por pastagem sob pastejo contínuo em
3 processo de degradação. A pastagem referência (REF) é composta por braquiária
4 decumbens em declínio de produção de biomassa, presença de plantas daninhas rasteiras
5 e herbáceas e solo descoberto sem correção ou adubação. A área sob pastejo contínuo
6 (PP) é composta por *B. brizantha* cv. Piatã e o solo foi corrigido quando da instalação do
7 experimento.

8 Em 2019, a sequência de cultivo encontrava-se em: Integração Lavoura Pecuária
9 Floresta-fase lavoura (ILPF A), Integração Lavoura Pecuária Floresta-fase pecuária
10 (ILPF B), Pastagem permanente (PP), Integração Lavoura Pecuária- fase lavoura (ILP
11 A), Integração Lavoura Pecuária- fase pecuária (ILP B).

12 No segundo semestre de 2018, a taxa de lotação de animais estava inadequada
13 nas áreas que estavam em fase pecuária (ILPF B e ILP B), ocorrendo sobra de pastagem.
14 Após constatado, a lotação foi aumentada de 1,7 para 2,7 UA/ha e mantida até o final do
15 experimento em julho de 2019. Contudo, devido aos problemas anteriores, houve
16 acamamento do pasto, que aliado ao pisoteio e ao início do período de seca a partir de
17 abril de 2019 essas áreas não suportaram a carga animal. Com a lotação excessiva,
18 contatou-se o superpastejo das áreas observando-se solo exposto, agravando-se a situação
19 após geada ocorrida em 7 de julho de 2019.

20

Tabela 5. Sequência de cultivos no sistema de produção integrado ILPF, ILP, floresta de eucaliptos, pastagem permanente, soja em plantio direto, soja em plantio convencional e pastagem referência, durante os anos 2013 a 2019 na URT da Embrapa Agropecuária Oeste localizada em Naviraí-MS.

SISTEMA	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019	
	VERÃO	INVERNO	VERÃO	INVERNO	VERÃO	INVERNO	VERÃO	INVERNO	VERÃO	INVERNO	VERÃO	INVERNO	VERÃO	
ILPF A	CORREÇÃO E PREPARO	AVEIA	SOJA PD	M+PIATÃ	PIATÃ				SOJA PD	M+PIATÃ	SOJA PD	M+PIATÃ	PIATÃ	
EUCALIPTO		AVEIA	FLORESTA											
ILPF B		AVEIA	PIATÃ		SOJA PD	M+PIATÃ	SOJA PD	M+PIATÃ	PIATÃ				SOJA PD	
PP		AVEIA	PASTO CONTÍNUO											
ILP A		AVEIA	SOJA PD	M+PIATÃ	PIATÃ				SOJA PD	M+PIATÃ	SOJA PD	M+PIATÃ	PIATÃ	
ILP B		AVEIA	PIATÃ		SOJA PD	M+PIATÃ	SOJA PD	M+PIATÃ	PIATÃ				SOJA PD	
SOJA PD		AVEIA	SOJA PD	M+PIATÃ	SOJA PD	M+PIATÃ	SOJA PD	M+PIATÃ	SOJA PD	M+PIATÃ	SOJA PD	M+PIATÃ	SOJA PD	
SOJA CV		AVEIA	SOJA CV	MILHO	SOJA CV	MILHO	SOJA CV	MILHO	SOJA CV	MILHO	SOJA CV	MILHO	SOJA CV	
REF		AVEIA	PASTO SEM CORREÇÃO											

1

2 PD: plantio direto; M: milho; PP: pasto permanente; CV: plantio convencional; REF: pastagem referência.

1 Anteriormente à instalação do experimento, foi realizada análise do solo em
 2 dezembro de 2013 (Tabela 6) e realizada calagem com 2 t/ha calcário dolomítico PRNT
 3 de 100% e incorporado a 20 cm de profundidade. O gesso foi aplicado a lanço na dose de
 4 1 t/ha, e adubação com 100 kg/ha de P₂O₅, 90 kg/ha de K₂O; 2,5 kg/ha de cobre; 2,0 kg/ha
 5 de manganês; 6,0 kg/ha de zinco e boro na dose de 1,5 kg/ha.

6

Tabela 6. Resultado de análise de solo nas profundidades de 0 -10, 10- 20 e 20- 30 cm da Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste, localizada em Naviraí-MS.

prof	pH	pH	Al	Ca	Mg	H+Al ₃	K	SB	T	CTC	m	V	P	MOS	areia	silte	argila
cm	H ₂ O	CaClO ₃	cmol _c dm ⁻³							%	mg. dm ⁻³	g. kg ⁻¹					
0-10	5,2	4,4	0,2	0,6	0,3	3,3	0,1	1,0	4,3	1,2	18,4	23,7	1,0	12	805	36	159
10-20	5,2	4,4	0,2	0,7	0,4	3,7	0,2	1,2	4,9	1,4	12,6	25,5	1,0	14	775	40	185
20-30	5,2	4,4	0,2	0,6	0,3	3,6	0,1	1,0	4,6	1,2	19,4	22,0	0,9	12	778	34	188

7

8 Em abril de 2019, foram coletadas amostras de solo para a determinação da
 9 estabilidade de agregados via seca, via úmida, índice de estabilidade de agregados (IEA)
 10 e carbono orgânico total (COT).

11 Para tanto, foram abertas mini trincheiras em cada parcela e coletados blocos
 12 indeformados de solo nas dimensões de 10x20x30 (Figura 7). Os monólitos foram
 13 acondicionados em potes plásticos, e transportados para o laboratório de solos da
 14 Embrapa Agropecuária Oeste em Dourados, MS.

15

16

17

18

19

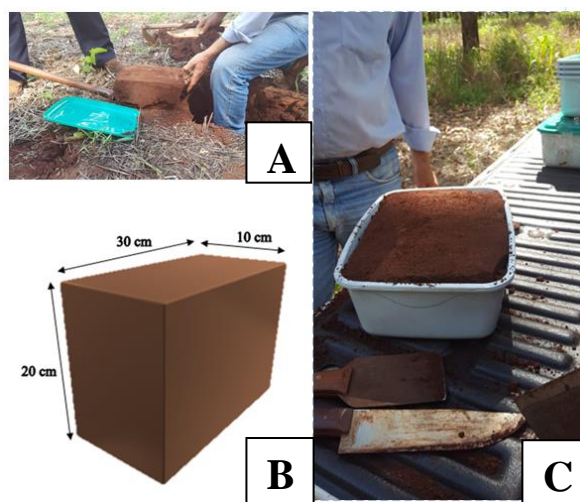
20

21

22

23

24



25 **Figura 7.** Coleta de monólito de solo (A); dimensões da amostra coletada (B); amostra
 26 coletada (C).

1 A amostra foi então fracionada, de modo que transpassasse peneira de malha de
2 9,5mm, conforme os limites de fraqueza, nas camadas 0 a 10 e 10 a vinte cm, sem que
3 ocorresse a mistura ou inversão das mesmas.

4 Para avaliação da estabilidade dos agregados na camada de 0 a 10, depois da
5 secagem ao ar, cada amostra foi homogeneizada e quarteada até a obtenção de
6 aproximadamente 50 g. Após, foram colocadas em agitador mecânico vibratório para
7 peneiramento a seco com conjunto de peneiras com aberturas de 4,76 mm, 2,00 mm, 1,00
8 mm; 0,50 mm, 0,25 mm, 0,105 mm e 0,053 mm, conforme metodologia de Salton *et al.*
9 (2012). Depois de peneiradas, as subamostras foram então pesadas e submetidas ao
10 peneiramento via úmida, ainda conforme metodologia sugerida por Salton *et al.* (2012).
11 Após a agitação em água, o material retido em cada peneira é transferido, com auxílio de
12 jatos de água, para latas, as quais são levadas à estufa a 105 °C para determinação da
13 massa seca de terra retida em cada peneira. O volume de água, juntamente com o material
14 inferior a 0,25 mm, é transposto a outro balde, através de um conjunto de peneiras com
15 abertura de 0,105 mm e 0,053 mm, sendo o material retido em cada peneira transferido
16 para latas, como as demais.

17 A partir dos peneiramentos via seca e via úmida, calculou-se o diâmetro médio
18 ponderado (DMP), conforme a equação proposta por Van Bavel (1949):

$$19 \quad DMP = \sum_{i=1}^n (x_i \cdot w_i)$$

20 Onde, w_i = massa de cada classe em gramas; e x_i = diâmetro médio das classes
21 expressa em mm. A partir da relação dada por diâmetro médio ponderado em via úmida
22 (DMPu) e diâmetro médio ponderado em via seca (DMPs) obteve-se o índice de
23 estabilidade de agregados (IEA), de acordo com Silva & Mielniczuk (1997b):

$$24 \quad IEA = DMPu/DMPs$$

25 Para avaliação carbono orgânico total (COT), das camadas 0 a 10cm e 10 a
26 20cm, as amostras foram maceradas e inseridas em analisador automático por combustão.

27 O índice de estratificação de carbono foi calculado através da divisão entre a
28 concentração de carbono da camada superficial pela concentração média de carbono das
29 camadas subsuperficiais de acordo com Franzluebbbers (2002):

30

$$31 \quad IEC = \frac{CAMADA\ SUPRFICIAL}{CAMADA\ SUBSUPERFICIAL}$$

32

1 Para análise estatística e apresentação dos resultados, o tratamento ILP foi
2 formado a partir da das medias dos resultados de ILP A e ILP B, da mesma forma, o
3 tratamento ILPF foi constituído da média entre ILPF A e ILPF B. Constatada distribuição
4 normal e homogeneidade das variâncias, foram realizadas análises de variância
5 (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com
6 auxílio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2016).

7 **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

8

9 Os tamanhos dos agregados são influenciados pelos sistemas de manejo do solo
10 em sua distribuição na camada de 0 – 10 cm de profundidade, como demonstrado na
11 Tabela 7, distribuídos em sete classes de tamanho de agregados estáveis em água.

12 Tal fato fica evidente na classe $>4,75$ mm, o sistema PP apresentou 49,62% de
13 massa. Ao inverso disso, soja convencional (SOJA CV) apresentou a maior porcentagem
14 de agregados menores que 0,106 mm. Ainda, foi observado que os sistemas com
15 pastagens apresentaram maior proporção do solo com macroagregados maiores que 2
16 mm.

17 É evidente o efeito das pastagens em aumentar a quantidade de massa de solo
18 em macroagregados. O uso de braquiária, além de propiciar boa cobertura no solo,
19 diminui o impacto das gotas de chuva, mantendo o solo mais uniforme e úmido, além de
20 propiciar melhor desenvolvimento do sistema radicular e um ambiente mais favorável à
21 agregação do solo em comparação a sistemas sem a gramínea (LOSS *et al.*, 2011).

22 Corroborando com resultados encontrados por Salton *et al.* (2008) que ao avaliar
23 diferentes sistemas de manejo, verificaram que a massa de solo organizada em
24 macroagregados maiores que 2 mm nos sistemas com pastagens atingiu valores
25 superiores a 55%, já os sistemas de manejo apenas com lavouras, tanto em plantio
26 convencional, como em plantio direto, apresentaram a maior quantidade da massa do solo
27 organizada na classe de microagregados menores que 0,25 mm.

1 **Tabela 7.** Distribuição relativa em porcentagem da massa de um Latossolo de Naviraí, MS, quanto ao tamanho dos agregados estáveis em água
 2 da camada 0-20 cm submetido a sistemas de manejo durante 5 anos.

	ILPF	EUCALIPTO	PP	ILP	SOJA PD	SOJA CV	REF	CV
mm	%							
>4,75	34,95 b	29,19 b	49,62 a	34,78 b	32,53 b	28,95 b	31,40 b	18,05
2 a 4,75	11,52 ^{ns}	11,27 ^{ns}	12,18 ^{ns}	11,01 ^{ns}	11,22 ^{ns}	10,95 ^{ns}	11,72 ^{ns}	12,44
1 a 2	4,63 abc	5,16 a	4,20 bc	4,64 abc	4,03 c	5,07 ab	3,99 c	10,92
0,5 a 1	4,29 cd	5,17 ab	3,99 d	4,25 d	4,77 ab	3,86 d	5,54 a	5,97
0,25 a 0,5	22,66 a	23,63 a	14,68 b	23,26 a	24,20 a	26,32 a	23,45 a	15,06
0,106 a 0,25	18,93 c	20,87 a	12,44 d	18,56 c	18,85 c	19,41 bc	20,40 ab	3,59
0,053 a 0,106	3,37 b	4,02 ab	2,88 b	3,32 b	4,36 ab	5,42 a	3,45 b	22,00

3 Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade;

4 Integração Lavoura Pecuária Floresta-fase lavoura (ILPF, Floresta de eucalipto (EUCALIPTO), Pastagem permanente (PP), Integração Lavoura Pecuária- (ILP), Soja em plantio
 5 direto (SOJA PD), Soja em cultivo convencional (SOJA CV) e Pastagem referência (REF).

1 Mesmo sem diferir significativamente, os sistemas de cultivo convencional
2 (SOJA CV) e plantio direto (SOJA PD), SOJA PD apresentou maior porcentagem de
3 agregados nas classes maiores que 4,75 mm (32,53%) quando comparados a SOJA CV
4 (28,95%). Segundo Corrêa (2002), o plantio sobre palhada impede o declínio da
5 qualidade estrutural do solo e promove a recuperação de áreas degradadas.

6 O frequente revolvimento do solo em cultivo convencional afeta a densidade do
7 solo, compactando-o que acaba diminuindo a aeração do solo, a atividade biológica e
8 consequentemente a oxidação da matéria orgânica o que leva a menor resistência das
9 estruturas formadas no solo (BRADY & WEIL, 1999; BEUTLER & CENTURION, 15
10 2004; BEUTLER et al. 2005).

11 O menor incremento de matéria orgânica (EUCALIPTO), aliado ao
12 revolvimento continuado do solo em SOJA CV acarretaram os maiores valores de na
13 classe estrutural menor que 0,106 mm.

14 Na Tabela 8, o Diâmetro Médio Ponderado (DMP) permite observar o efeito dos
15 sistemas de manejo quanto sua organização estrutural tanto por via seca como úmida
16 durante o período de cinco anos. Foram observadas diferenças estatísticas tanto para
17 diâmetro médio ponderado via seca (DMPs) como em via úmida (DMPu), sendo que nas
18 amostras de cada sistema, a DMPs apresentou valores variando de 4,41 mm (PP) a
19 3,01mm (REF). E as amostras submetidas a peneiragem via úmida tiveram o diâmetro
20 variando de 4,13mm (PP) a 2,71mm (EUCALIPTO).

21 Nota-se que o sistema de pastagem permanente apresentou os maiores diâmetros
22 tanto no peneiramento via seca quando via úmida. Em ambos, os demais tratamentos não
23 diferiram significativamente entre si.

24 A agregação do solo é favorecida devido à grande atividade do sistema radicular
25 das pastagens em geral (SILVA & MIELNICZUK, 1997a; SILVA et al., 1998; LIU et
26 al., 2005). Sua alta relação C/N, oferece não só maior agregação e estabilidade de seus
27 agregados (SILVA et al. 2019), como também o aporte de C ao solo (FERREIRA et al.,
28 2010).

29

1 **Tabela 8.** Diâmetro médio ponderado (DMP) e índice de estabilidade de agregados (IEA)
 2 de um Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura média submetido a diferentes
 3 sistemas de manejo durante 5 anos. Naviraí, MS.

SISTEMA	DMP		IEA
	VIA SECA	VIA ÚMIDA	%
ILPF	3,58 ab	3,16 b	88,20 c
EUCALIPTO	3,08 b	2,71 b	87,87 c
PP	4,41 a	4,13 a	93,51 b
ILP	3,30 b	3,08 b	93,62 b
SOJA PD	3,31 b	2,92 b	88,58 c
SOJA CV	3,24 b	2,68 b	82,35 d
REF	3,01 b	2,87 b	95,48 a
CV (%)	12,77	14,78	0,87

4 Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de
 5 probabilidade;

6 Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF), Floresta de eucalipto (EUCALIPTO), Pastagem permanente
 7 (PP), Integração Lavoura Pecuária (ILP), Soja em plantio direto (SOJA PD), Soja em cultivo convencional
 8 (SOJA CV) e Pastagem referência (REF).

9

10 Também na Tabela 8, foi calculado o Índice de estabilidade de agregados (IEA),
 11 para os sistemas de manejo durante cinco anos. Como observado, A pastagem referência
 12 (REF) apresentou a maior estabilidade de agregados com 95,48%. Os sistemas PP e ILP
 13 tiveram o segundo maior índice, com valores 93,51% e 93,62%, respectivamente. seguido
 14 pelos sistemas de ILPF, EUCALIPTO e SOJA PD. Pode-se inferir que essa maior
 15 estabilidade encontrada em REF se dá pelos vários anos consecutivos sem revolvimento
 16 do solo.

17 Tem-se que áreas com pastagem possuem agregados mais estáveis do que áreas
 18 de integração em plantio direto devido ao sistema radicular mais abundante (SALTON et
 19 al., 2008). Ao comparar diferentes sistemas de manejo, Beutler et al. (2016) encontram
 20 agregados mais estáveis em área com pastagem em monocultivo por 15 anos, superando
 21 área conduzida em integração lavoura pecuária de 13 anos.

22 De acordo com Salton et al. (2008) os solos que apresentam maior agregação
 23 podem ser considerados em estado de ordem, superior ao de solos de menor agregação.
 24 A ocorrência de fluxos de energia reduzidos resulta em nível de organização baixo, em
 25 que a estrutura do solo com predomínio de microagregados. Por este motivo, o tempo de
 26 implantação dos sistemas ILP e ILPF pode ter sido insuficiente para que houvesse
 27 formação de agregados estáveis em água de maior diâmetro, em comparação a pastagem
 28 de referência, apresentando baixo fluxo energético e predomínio de microagregados.

1 Levinski-Huf & Klein (2018) constataram que a presença do componente
2 florestal melhorou a agregação do Latossolo Vermelho cinco anos após a implantação do
3 sistema ILPF em comparação ao ILP, com variações positivas no peso médio de
4 agregados, diâmetros médios geométricos e porcentagem de macroagregados, porém no
5 presente trabalho não foram encoradas diferenças estatísticas entre esses sistemas.

6 O sistema convencional apresentou o menor índice de estabilidade tanto entre os
7 sistemas de cultivo da soja quanto em relação aos demais sistemas, sendo que apenas
8 82,35% dos agregados permaneceram inteiros após serem peneirados. O sistema de
9 manejo adotado tem influência sobre a organização dos agregados, podendo acarretar da
10 desorganização das estruturas, principalmente em sistemas com maior intensidade de
11 distúrbio do solo como o cultivo convencional (BROWN et al. 2018).

12 É também encontrado nas gramíneas maior relação C/N, conferem maior
13 estabilidade de agregado em comparação as espécies leguminosas, o carbono fornecido,
14 é constituinte dos agentes cimentantes e está ligado a maior atividade biológica do solo
15 (SILVA et al., 2019; HAYNES & BEARE, 1997; BRONICK & LAL, 2005).

16 Na tabela 9, que avalia o Carbono orgânico total de um Latossolo Vermelho
17 Distrófico típico de textura média submetido a diferentes sistemas de manejo, verifica-se
18 que o pasto permanente apresentou o maior valor de COT nas camadas 0 a 10 e 10 a 20
19 cm, diferindo estatisticamente de REF na camada de 0 a 10 cm. Quando a forrageira entra
20 em processo de degradação, seu sistema radicular é afetado. De modo que, a redução da
21 matéria seca das raízes é geralmente proporcional à perda de parte aérea (CARVALHO
22 *et al.*, 2017). As pastagens são muito eficazes em acumular carbono ao solo, que pode ser
23 potencializado com a adubação da pastagem (SHUNKE, 2000) e o manejo adequado
24 (SALTON et al., 2005).

25 Os sistemas de manejo ocasionaram maiores efeitos no teor de COT na camada
26 mais superficial do solo (0 a 10 cm). Resultados semelhantes são encontrados na
27 literatura, onde as maiores concentrações de carbono são encontradas nas camadas
28 superficiais sofrendo redução com a profundidade (KATO *et al.*, 2010; MATOSO *et al.*
29 2012; ROSSI *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2016).

30 Não foram encontradas diferenças estatísticas entre ILPF e ILP no presente
31 estudo após cinco anos de implantação. Contudo, segundo a dados fornecidos pela Rede
32 ILPF (2007) a intensificação de sistemas produtivos com inclusão de árvores, aumenta
33 20 % o estoque de carbono do solo em relação ao sistema agropastoril.

1 **Tabela 9.** Carbono orgânico total de um Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura
 2 média submetido a diferentes sistemas de manejo durante 5 anos. Naviraí, MS.

	0-10	10-20
	COT (%)	
ILPF	1,06 ab	0,76 ^{ns}
EUCALIPTO	0,93 b	0,74 ^{ns}
PP	1,26 a	0,81 ^{ns}
ILP	0,96 b	0,69 ^{ns}
SOJA PD	1,05 b	0,72 ^{ns}
SOJA CV	1,09 ab	0,76 ^{ns}
REF	0,97 b	0,74 ^{ns}
CV (%)	11,19	11,22

3 Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de
 4 probabilidade;

5 Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF), floresta de eucalipto (EUCALIPTO), pastagem permanente
 6 (PP), Integração Lavoura Pecuária (ILP), soja em plantio direto (SOJA PD), soja em cultivo convencional
 7 (SOJA CV) e pastagem referência (REF).

8

9

10 Ainda, tem-se que para DMPu e COT, as áreas sob ILPF e ILP não diferiram
 11 estatisticamente do cultivo convencional de soja e da pastagem em degradação. Isso pode
 12 ser explicado pelo fato de que a áreas que compreendem ILPF B e ILP B, estavam na fase
 13 pecuária, , a forrageira entrou em processo de degradação durante o ciclo de 2 anos,
 devido ao super pastejo ocorrido (Tabelas 8 e 9).

14 Quando o porte dos animais e/ou a intensidade de pastejo são superiores a
 15 capacidade de produção da forrageira, ocorre o super pastejo, que é um dos principais
 16 agentes causadores da degradação da forragem. Pois em virtude da taxa de lotação
 17 inadequada, o super pastejo reduz o vigor das plantas e sua capacidade de rebrota
 18 (SANTOS *et al.*, 2011). Segundo Zanine & Santos (2004), com a intensidade pastejo
 19 superior ao que seria adequado, a forragem fica cada vez mais próxima do solo, o que
 20 compromete a realização da fotossíntese, uma vez que a quantidade de material vegetal
 21 para captação de luz fica reduzido, acarretando escassez de reservas das plantas (IRVING,
 22 2015; CHAPMAN, 2016) o que pode resultar na morte das plantas forrageiras com o
 23 passar do tempo.

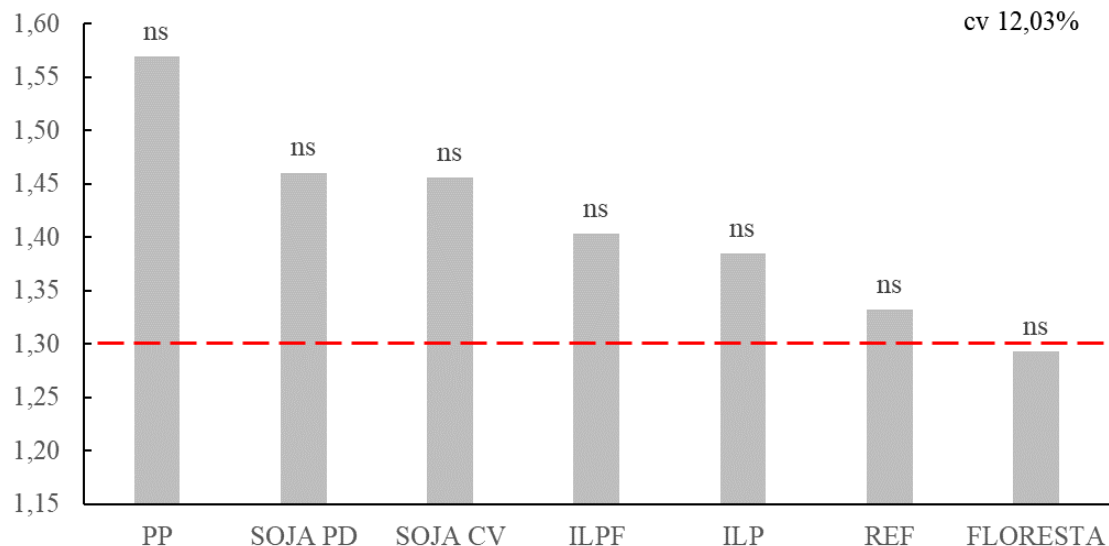
24 A duração do período de recuperação das plantas forrageiras após desfolha é um
 25 dos fatores de manejo que afetam a produtividade e a persistência do pasto (CARVALHO
 26 *et al.*, 2017). Segundo Chapman (2016), desfolhações intensas resultaram em intervalos
 27 de rebrota maiores, o que pode reduzir a produção total de forragem. Ainda, utilização do
 28 pasto além da capacidade de suporte no período de estiagem contribui para acelerar o
 29 processo de degradação (SILVA *et al.*, 2004).

1 Quando a forrageira entra em processo de degradação, seu sistema radicular é
2 afetado. De modo que com o superpastejo, a redução da matéria seca das raízes é
3 geralmente proporcional à intensidade de desfolha e os efeitos mais significativos sobre
4 o sistema radicular ocorrem na primeira semana após o corte ou pastejo (CARVALHO *et*
5 *al.*, 2017).

6 Na Figura 8, está apresentado o índice de estratificação de carbono (IEC). De
7 acordo com Franzluebbbers (2002), índices maiores que 2 denotam melhor qualidade do
8 solo e maior estoque de carbono no solo. Os resultados do presente trabalho, não
9 apresentaram diferenças estatísticas entre si, não havendo diferenças entre os sistemas de
10 manejo do solo, com IEC médio inferior a 2. Contudo, todos sistemas apresentaram IEC
11 superior a 1, ou seja, não está ocorrendo perda de carbono do solo nos sistemas. Pode-se
12 inferir que o tempo de condução do experimento não foi suficiente evidenciar diferenças
13 entre os sistemas de manejo. Em experimento conduzido durante 19 anos, Salton *et al.*
14 (2014) encontraram diferenças significativas, de modo que, o IEC aumenta de acordo
15 com a ordem: cultivo convencional < plantio direto < ILP < pastagem permanente.

16 De acordo com Franzluebbbers (2002) e Sá & Lal (2009), valores de IEC mais
17 elevados indicam uma alta razão de estratificação do carbono do solo, o que contribui
18 para o armazenamento de carbono em camadas mais profundas.

19 O maior valor de IEC na área de PP, ILP e ILPF em relação a pastagem de
20 referência (Figura 8), se deve à entrada constante de matéria orgânica na superfície do
21 solo, o que faz com que o teor de COT da primeira camada seja maior em relação às 10 a
22 20 cm.



1

2 **Figura 8.** Figura 8. Índice de estratificação de carbono (IEC) de um Latossolo Vermelho
 3 Distrófico típico de textura média submetido a diferentes sistemas de manejo durante 5
 4 anos. Naviraí, MS. Pastagem permanente (PP), soja em plantio direto (SOJA PD), soja
 5 em cultivo convencional (SOJA CV), Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF),
 6 Integração Lavoura Pecuária (ILP), pastagem referência (REF).^{ns} não significativo a 5%
 7 de probabilidade pelo teste de Tukey

8

9

4. CONCLUSÕES

10

11 O sistema de manejo interfere na agregação do solo na camada 0 a 10 cm.

12 A agregação do solo sob sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta é muito
 13 sensível ao manejo, de modo que o superpastejo afetou a disponibilidade de matéria
 14 orgânica, o que diminui o diâmetro dos agregados.

15 Os sistemas ILPF e ILP incrementam carbono orgânico no estrato subsuperficial
 16 do solo quando em comparação à pastagem degradada.

17 REFERÊNCIAS

18

19 BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; MARTÍNEZ, G. B. Contribuições dos
 20 Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) para uma Agricultura de Baixa
 21 Emissão de Carbono. **Revista Brasileira de Geografia Física, Brasília.** v.4, n61,
 22 p.1014-1026, 2011.

23

- 1 BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Compactação do solo no desenvolvimento
2 radicular e na produtividade de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.39, n.6, p.
3 581-588, 2004.
4
- 5 BEUTLER A. N.; CENTURION, J. F.; FREDDI, O. S.; ANDRIOLI, I. Efeito da
6 compactação do solo na estabilidade de agregados e no conteúdo gravimétrico de água.
7 **Acta Scientiarum**. v.27, n.2, p.193-198, 2005.
8
- 9 BEUTLER S. J.; PEREIRA, M. G.; LOSS, A.; PERIN, A.; SILVA, C. F. da. Edaphic
10 attributes of a crop-livestock system in the Cerrado Biome. **Revista Caatinga**. v.29, n.4,
11 p.892-900, 2016.
12
- 13 BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soils**. 12 ed. New Jersey:
14 Prentice Hall. 152-200, 1999
15
- 16 BRONICK, C. J., LAL, R. Soil structure and management: a review. **Geoderma**. v.124,
17 n. 1–2, p. 3-22, 2005.
18
- 19 BROWN V.; BARBOSA, F. T.; BERTOL, I.; MAFRA, A. L.; MUZEKA, L. M. Efeitos
20 no solo e nas culturas após vinte anos de cultivo convencional e semeadura direta. **Revista**
21 **Brasileira de Ciências Agrárias**. v.13, n.1, 7p., 2018.
22
- 23 CARVALHO, W. T. V.; MINIGHIN, D. C.; GONÇALVES, L. C.; VILLANOVA, D. F.
24 Q.; MAURICIO, R. M.; PEREIRA, R. V. G. Pastagens degradadas e técnicas de
25 recuperação: Revisão. **PubVet**. v.11, n.10, p.1036-1045, 2017.
26
- 27 CHAPMAN, D. F. Using ecophysiology to improve farm efficiency: application in
28 temperate dairy grazing systems. **Agriculture**. v.6, n.2, p.17-36, 2016.
29
- 30 CORRÊA, J. C. Efeito de Sistema de cultivo na estabilidade de agregados de um
31 Latossolo Vermelho-Amarelo em Querência, MT. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**
32 Brasília, v. 37, n.2, p. 203-209, 2002.
33
- 34 FAO. **Status of the World's Soil Resources (SWSR)** – Main Report. Food and
35 Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel
36 on Soils, Rome, Italy. 2015.
37
- 38 FERREIRA, R. R. M.; TAVARES FILHO, J.; FERREIRA, V. M. Efeitos de sistemas de
39 manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. **Semina: Ciências Agrárias**. v.31,
40 n.4, p. 913-932, 2010.
- 41 FRANZLUEBBERS A. J. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil
42 quality. **Soil and Tillage Research**, v. 66, p. 95–106, 2002.
43
- 44 GASPARINI, L. V. L.; COSTA, T. S.; HUNGARO, O. A. L.; SZNITOWSKI, A. M.;
45 VIEIRA FILHO, J. E. R. **Sistemas integrados de produção agropecuária e inovação**
46 **em gestão: estudos de casos no mato grosso**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
47 - Rio de Janeiro: Ipea, 2017
48

- 1 HAYNES, R. J.; BEARE, M. H. Influence of six crop species on aggregate stability and
2 some labile organic matter fractions. **Soil Biology and Biochemistry**. v.29, n.11, p.1647-
3 1653, 1997.
- 4
- 5 HERNANI, L. C.; SALTON, J. C. Conceitos. In: SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.;
6 FONTES, C. Z. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde**.
7 Brasília: EMBRAPA-SPI; Dourados: EMBRAPA-CPAO, 15-20, 1998
- 8
- 9 IRVING, J. Carbon assimilation, biomass partitioning and productivity in grasses.
10 **Agriculture**. v.5, n.4, p.1116-1134, 2015.
- 11
- 12 KATO, E.; RAMOS, M. L. G.; VIEIRA, D. F. A.; MEIRA, A. D.; MOURÃO, V. C.
13 Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um Latossolo VermelhoAmarelo do
14 cerrado, sob diferentes coberturas vegetais. **Bioscience Journal**. v.26, n.5, p.732-738,
15 2010.
- 16
- 17 LAL, R. Soil conservation and ecosystem services. **International Soil and Water**
18 **Conservation Research**, v.3, n.1, p.36-47, 2014.
- 19
- 20 LEVINSKI-HUF, F.; KLEIN, V. A. Organic matter and physical properties of a Red
21 Latosol under an integrated crop-livestock-forestry system. **Pesquisa Agropecuária**
22 **Tropical**. v.48, n.3, p.316-322, 2018.
- 23
- 24 LIU, A.; MA, B. L.; BOMKE, A. A. Effects of cover crops on soil aggregate stability,
25 total organic carbon, and polysaccharides. **Soil Science Society of America Journal**.
26 v.69, n.2, p.2041-2048, 2005.
- 27
- 28 LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMOO, S. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. dos.
29 Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração
30 Lavoura-Pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.46, n.1, p.1269-1276, 2011.
- 31
- 32 MATOSO S. C. G.; SILVA, A. N. da; FIORELLI-PEREIRA, E. C.; COLLETA, Q. P.;
33 MAIA, E. Frações de carbono e nitrogênio de um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico
34 sob diferentes usos na Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v.42, n.1, p.231-240, 2012.
- 35
- 36 PELL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. Updated world map of the
37 KöppenGeiger. **Hydrology and Earth System Sciences**, vol. 4, n.2, pp. 439-473, 2007
- 38
- 39 POLIDORO, J. C.; SANTOS, M. L. M.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.;
40 CARVALHO FILHO, A. de; MOTTA, P. E. F. da; CARVALHO JÚNIOR, W. de;
41 ARAÚJO FILHO, J. C. de; CURCIO, G. R.; CORREIRA, J. R.; MARTINS, E. S.;
42 SPERA, S. T.; OLIVEIRA, S. R. M.; BOLFE, E. L.; MANZATTO, C. V.; TÔSTO, S.
43 G.; VENTIURIERI, A.; SÁ, I. B.; OLIVEIRA, V. A. de; SHINZATO, E.; ANJOS, L. H.
44 C. dos; VALLADARES, G. S.; RIBEIRO, J. L.; MEDEIROS, P. S. C. de; MOREIRA,
45 F. M. S.; SILVA, L. S. L.; SEQUINATTO, L.; AGLIO, M. L. D.; DART, R. O.
46 **Programa nacional de solos do brasil (PronaSolos)**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos,
47 2016, 53 p. (Documentos, 183).
- 48
- 49 R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2016. R: A Language and Environment for
50 Statistical Computing.

- 1
2 ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; BETTA, M.; POLIDORO, J. C.
3 Frações orgânicas e índice de manejo de carbono do solo em Latossolo Vermelho sob
4 plantio de soja no cerrado goiano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.7, n.1,
5 p.233-241, 2012.
6
7 ROTH, C.; VIEIRA, M. J. Infiltração de água no solo. **Plantio Direto**, v.1, 1983.
8
9 SÁ, J. C. M.; LAL, R. Stratification ratio of soil organic matter pools as an indicator of
10 carbon sequestration in a tillage chronosequence on a Brazilian Oxisol. **Soil and Tillage**
11 **Research**, v.103, p46-56, 2009.
12
13 SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER C.; CARVALHO, A.; MACEDO, F. M. C.
14 M; BROCH, D. L.; BOENI, M. CONCEIÇÃO, P. C. Matéria Orgânica do Solo na
15 Integração Lavoura-Pecuária em Mato Grosso do Sul. Dourados. Embrapa Agropecuaria
16 Oeste; 2005.58p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 29).
17
18 SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.;
19 FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de
20 agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira**
21 **de Ciência do Solo**. v.32, n.1, p.11-21, 2008.
22
23 SALTON, J. C.; SILVA, W. M.; TOMAZI, M.; HERNANI, L. C. **Determinação da**
24 **agregação do solo – metodologia em uso na Embrapa Agropecuária Oeste**. Dourados:
25 Embrapa Agropecuária Oeste, 2012. 8 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado
26 técnico, 184).
27
28 SALTON, J.C.; MERCANTE, F.M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J.A.; CONCENÇO, G.;
29 SILVA, W.M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward
30 a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.190: p70-
31 79, 2014
32
33 SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. da; BRAZ, T. G. S.; SILVA, S. P. da.; GOMES,
34 V. M.; SILVA, G. P. Morphogenic and structural characteristics of tillers on areas with
35 signalgrass pasture varying on height. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.535-542,
36 2011.
37
38 SHUNKE, R. M. Alternativas de manejo de pastagem para melhor aproveitamento do
39 nitrogênio do solo. In: WORKSHOP NITROGÊNIO NA SUSTENTABILIDADE DE
40 SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 2000, Dourados.
41 Anais... Dourados: Embrapa Agropecuaria Oeste; Seropédica: Embrapa Agrobiologia,
42 2000. p.125-140. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 26; Embrapa
43 Agrobiologia. Documentos, 128).
44
45 SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de planta na formação e
46 estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.21, n.1,
47 p.113-117, 1997a.
48
49 SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo
50 uso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.21, n.2, p.313- 319, 1997b.

- 1
2 SILVA, M. L. N.; BLANCANEUX, P.; CURI, N.; LIMA, J. M. de; MARQUES, J. J.
3 G. S. M.; CARVALHO, A. M. de. Estabilidade e resistência de agregados de um
4 Latossolo Vermelho- Escuro cultivado com sucessão milho-adubo verde. **Pesquisa**
5 **Agropecuária Brasileira**. v.33, n.1, p. 97-103, 1998.
6
7 SILVA, M. C.; SANTOS, M. V. F. dos; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.;
8 SANTANA, D. F. Y.; FARIAS, I.; SANTOS, V. F. dos. Avaliação de métodos para
9 recuperação de pastagens de braquiária no agreste de Pernambuco: Aspectos
10 quantitativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1999-2006, 2004.
11
12 SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C. Atributos físicos e disponibilidade de
13 carbono do solo em sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF),
14 Homogêneo e Santa Fé, no estado do Pará, Brasil. **Revista Agropecuária Técnica**. v.37,
15 n.1, p.96-104, 2016.
16
17 SILVA, P. L. F.; OLIVEIRA, F. P. de; TAVARES, D. D.; NÓBREGA, C. C. da;
18 AMARAL, A. J. do. Water availability in a planosol under integrated crop-livestock-
19 forestry system in the agreste region of paraiba, brazil. **Revista Caatinga**. v.32, n.2, p.
20 449-457, 2019.
21
22 VAN BAVEL, C. H. M. Mean weight diameter of soil aggregates as a statistical index of
23 aggregation. **Soil Science Society of America Proceedings**. v.14, n.1, p.20-23, 1949.